



Recherche de nouvelles
ressources en eau potable

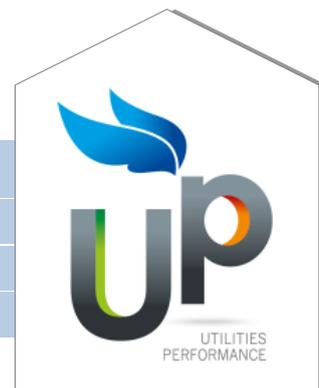
Chartres Métropole (Eure-et-Loir, 28)

Rapport de fin de travaux des forages définitifs de Ver-les-Chartres



VERSION PROVISOIRE

REDACTION		DIFFUSION	
Rédigé par	Document	Rapport Fin Travaux	
	Nombre de pages	46	
	Diffusion le	09/10/2018	





Maître d'ouvrage :
Chartres Métropole
Direction de l'eau
Hôtel de ville - place des Halles
28 000 CHARTRES



Maitrise d'œuvre :
Utilities Performance
26 rue du pont Cotelle
45100 ORLEANS

TELOSIA
10 résidences Marcoins – 28300 Lèves
Mob. 06 86 53 24 95
Tél. Fax : 02 37 36 90 44
Email : contact@telosia.com



Fondateurs de Up

Sommaire

1	INTRODUCTION ET OBJECTIFS	5
2	LOCALISATION.....	8
3	CHRONOLOGIE DES TRAVAUX REALISES	10
3.1	Forage F2.....	10
3.2	Transformation du sondage 1 en forage d'exploitation F1.....	11
4	RAPPELS	13
4.1	Coupe géologique et technique du sondage de reconnaissance L'abbaye 1 – F1	13
4.2	Coupe géologique et technique du piézomètre.....	15
4.3	Diagraphie gamma-ray réalisée sur le sondage de reconnaissance.....	16
4.4	Micromoulinet réalisé sur le sondage de reconnaissance	17
5	COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE DEFINITIF L'ABBAYE 2 - F2	18
6	COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE DEFINITIF F1	19
7	PHASE DE NETTOYAGE -DEVELOPPEMENT SUR LE FORAGE F2.....	20
8	PHASE DE NETTOYAGE -DEVELOPPEMENT SUR LE FORAGE F1.....	21
9	ESSAIS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F2.....	22
9.1	Essais de pompage par paliers	22
9.2	Essais de pompage de longue durée.....	25
9.3	Incidence du pompage sur le niveau d'eau de l'Eure et le niveau piézométrique	27
10	ESSAIS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F1	28
10.1	Essais de pompage par paliers	28
10.2	Essais de pompage de longue durée.....	30
10.3	Incidence du pompage sur le niveau d'eau de l'Eure et le niveau piézométrique	32
11	ESSAIS DE POMPAGE DE LONGUE DUREE SIMULTANE SUR F1 ET F2.....	33
12	SUIVI PHYSICO-CHIMIQUE LORS DU POMPAGE LONGUE DUREE DE F1	35
13	RESULTATS D'ANALYSES D'EAU.....	36
13.1	Lors du pompage de longue durée sur F2.....	36
13.2	Lors du pompage de longue durée sur F1.....	38
13.3	Lors du pompage de longue durée simultané.....	40
13.3.1	Résultats d'analyses de F1 lors du pompage simultané.....	40
13.3.2	Résultats d'analyses de F2 lors du pompage simultané.....	42
14.1.1	F1.....	44
14.1.2	F2.....	44
14.4	Micromoulinet sur le forage F2.....	44

Figures

Figure 1 : Campagne de recherche en eau visant la nappe de la craie sur le territoire de Chartres Métropole	5
Figure 2 : Localisation du forage de l'Abbaye à Ver les Chartres (Source : Infoterre – Février 2017)	8
Figure 3 : Coupe géologique et technique du forage de reconnaissance l'abbaye 1.....	14
Figure 4 : Coupe géologique et technique du piézomètre de l'abbaye	15
Figure 5 : Résultats de la diagraphie de la radioactivité naturelle des terrains traversés	16
Figure 6 : Coupe géologique et technique du forage définitif de l'abbaye 2 - F2	18
Figure 7 : Coupe géologique et technique du forage définitif de l'abbaye 1 – F1	19
Figure 8 : Évolution du niveau piézométrique au droit du forage de l'abbaye 2 durant l'essai de pompage par paliers.....	22
Figure 9 : Fiche d'interprétation de l'essai par paliers du forage de l'abbaye 2	24
Figure 10 : Évolution du niveau piézométrique au cours de l'essai de pompage de longue durée au droit du forage F2, du sondage F1 et du piézomètre pz.....	25
Figure 11 : Interprétation du pompage de longue durée	26
Figure 12 : Évolution du niveau piézométrique au cours de l'essai de pompage de longue durée et du niveau d'eau de l'Eure.....	27
Figure 13 : Évolution du niveau piézométrique au droit du forage de l'abbaye 1 durant l'essai de pompage par paliers.....	29
Figure 14 : Fiche d'interprétation de l'essai par paliers du forage de l'abbaye 1	29
Figure 15 : Évolution du niveau piézométrique au cours de l'essai de pompage de longue durée au droit du forage F1.....	30
Figure 16 : Interprétation du pompage de longue durée	31
Figure 17 : Évolution du niveau piézométrique de F1 et F2 au cours de l'essai de pompage de longue durée et du niveau d'eau de l'Eure.....	32
Figure 18 : Evolution du niveau piézométrique au cours de l'essai de pompage de longue durée simultanément au droit des forages F1 et F2	33

Tableaux

Tableau 1 : Coordonnées géographiques et cadastrales des forages réalisés.....	8
Tableau 2 : Résultats obtenus après acidification.....	20
Tableau 3 : Rabattements observés au droit du forage F2 lors des pompages par paliers	22
Tableau 4 : Rabattements observés au droit du forage F1 lors des pompages par paliers	28
Tableau 5 : Résultats d'analyse type « première adduction » sur le prélèvement effectué le 17/05/2018 sur le forage de l'abbaye F2 comparés aux normes de distribution d'eau potable.....	37
Tableau 6 : Résultats d'analyse type « première adduction » sur le prélèvement effectué le 19/07/2018 sur le forage de l'abbaye F1 comparés aux normes de distribution d'eau potable.....	39
Tableau 7 : Résultats d'analyse sur le prélèvement effectué le 26/07/2018 sur le forage de l'abbaye F1 comparés aux normes de distribution d'eau potable	41
Tableau 8 : Résultats d'analyse sur le prélèvement effectué le 26/07/2018 sur le forage de l'abbaye F2 comparés aux normes de distribution d'eau potable	43

1 INTRODUCTION ET OBJECTIFS

En vue d'optimiser la gestion de sa production et de l'alimentation en eau potable à l'échelle de son territoire, dont elle a la compétence, Chartres Métropole a lancé une campagne de recherche de nouvelle ressource en eau potable.

Dans le cadre de la phase de reconnaissance,

- Six sondages de reconnaissance transformables en forage définitifs ont été réalisés à la craie dont :
 - Deux sur la commune de St-Georges-sur-E.,
 - Un sur celle de Nogent-sur-E.,
 - Un à Ver-les-Chartres,
 - Un à St-Prest,
 - Un à Jouy.
- Un sondage aux sables
- Et un test de pompage sur la nappe de la craie sur un forage existant à St-Prest.

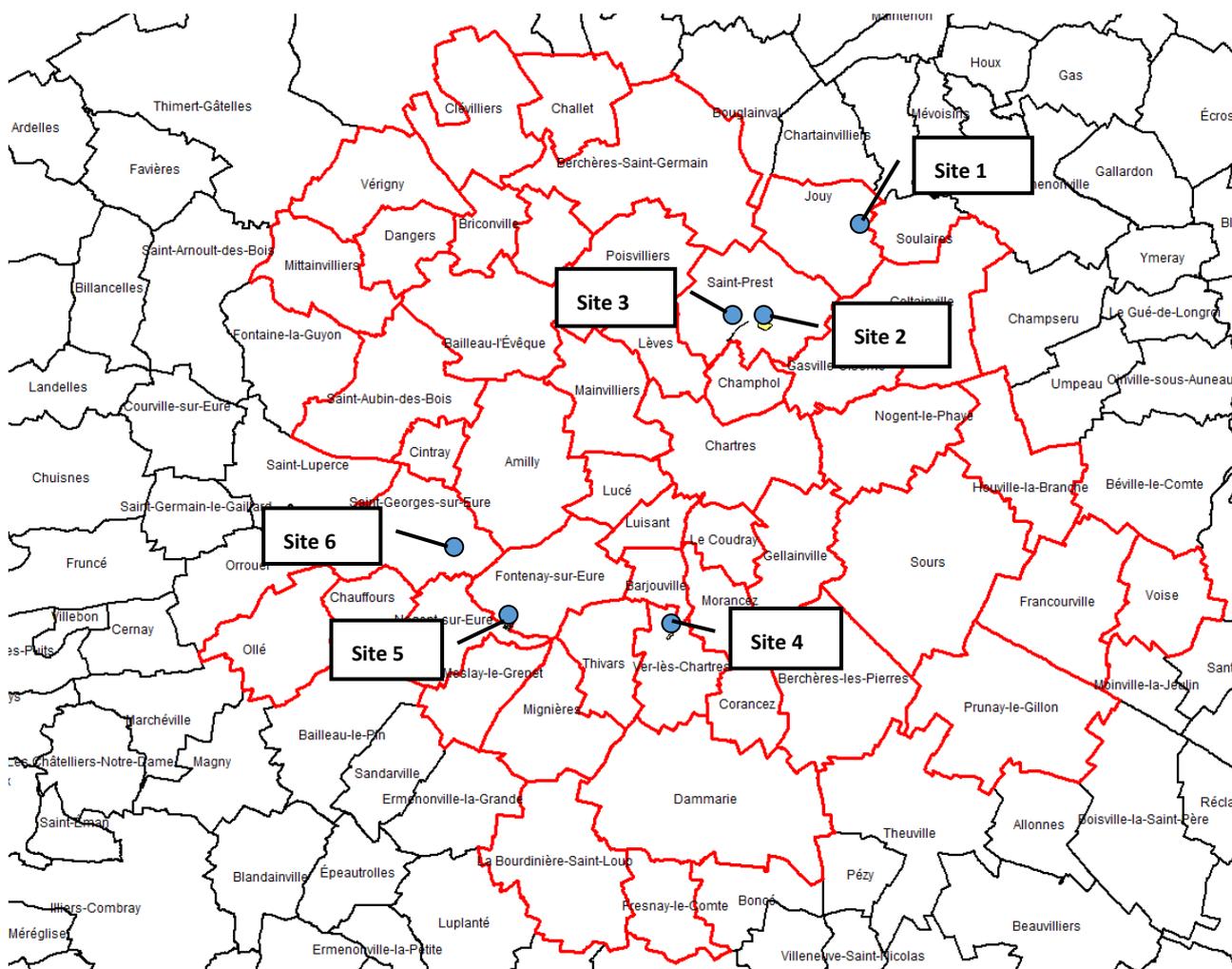


Figure 1 : Campagne de recherche en eau visant la nappe de la craie sur le territoire de Chartres Métropole

Les résultats sont synthétisés dans le tableau suivant :

Site	Localisation	Profondeur en m	Débit critique sondage m ³ /h	Débit spécifique m ³ /h/m	NO3 en mg/l	Produits phyto en µg/l	Fer en µg/l	Manganese en µg/l	COT en mg/l	Turbidité en NTU	Bactériologie	Autre	Résultats / Décisions	Décision	
1.1	Jouy	près de Juda	35	50	8.4	5	0.171 µg/l	4300	1130	2.5	54.5	coliformes, ammonium	Négatif	A reboucher	
2	Saint Prest	La Forte Maison	23	175	160	37	0.053	20	1.57	0.6	0.84	coliformes, entérocoques, escherichia	-	Satisfaisants	Créer un forage d'exploitation
3	Saint Prest	le Gorget	35	100	21	25.2	0.051	45	6	0.6	2.06	coliformes, escherichia	-	Satisfaisants	Transformer le sondage en forage
4	Ver les Chartres	près gymnase	52	125	29	44.3	0.102	11	10.6	0.8	3.17	coliformes, entérocoques, escherichia	-	Résultats satisfaisants Isolation de tête défailante	A reboucher et création d'un forage d'exploitation
5.1	Nogent sur Eure	Pont tranchefetu	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Lien direct avec l'étang à proximité	Déjà rebouché
5.2	Nogent sur Eure	Pont tranchefetu	42.45	>200	40.8	48	0.012	16	2.02	0.7	2.63	-	-	Satisfaisants	Transformer le sondage en forage
6.1	Saint Georges sur Eure	Andrevilliers	31.5	>250	37.2	<0.5	<0.06	18000	1430	1.7	62.1	-	ammonium arsenic	Satisfaisants	Transformer le sondage en forage
6.2	Saint Georges sur Eure	Andrevilliers	30.5	>220	55	<0.5	0.04	16352	1772	1.9	230	-	ammonium arsenic	Satisfaisants	Transformer le sondage en forage
7	Ollé	Le Bourgneuf	100	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Non concluant	Déjà rebouché

A l'issue de cette reconnaissance et au vu des bons résultats des sondages de Saint-Prest 3, Ver-les-Chartres 4, Nogent-sur-Eure 5.2, Saint-Georges sur Eure 6.1 et 6.2, et des tests de qualification sur le forage existant à Saint-Prest Forte Maison 2, il a été décidé de :

- Transformer les sondages de Saint-Prest 3, Nogent-sur-Eure 5.2, Saint-Georges sur Eure 6.1 et 6.2, en forages définitifs,
- Réaliser des nouveaux forages sur les sites de Saint-Prest 2 et Ver-les-Chartres 4.

A l'inverse, le sondage de reconnaissance de Jouy sera rebouché. Ceux de Nogent-sur-Eure 5.1 et d'Ollé 7 ont déjà été rebouchés. Il s'agissait d'ouvrages en petit diamètre.

Le programme de travaux de sondages transformables en forages définitifs (télescopés) prévoyait :

- Au stade de la reconnaissance :
 - de réaliser la partie supérieure des ouvrages dans leur version définitive, c'est-à-dire de forer la partie supérieure en 900 mm de diamètre puis de l'isoler avec un tubage en 800 mm de diamètre cimenté à l'extrados
 - de forer la partie aquifère en 375 mm de diamètre puis de l'équiper d'un tubage PVC crépiné en 280 mm de diamètre
- puis en phase de transformation d'aléser la partie aquifère en 711 mm de diamètre et de l'équiper d'un tubage INOX crépiné en 609 mm de diamètre remontant jusqu'au sol.

Ces forages ont été déclarés au titre du code de l'environnement. Ils ont fait l'objet d'un récépissé de déclaration préfectoral d'Eure-et-Loir n°28-2016-00177 (pour le forage de Ver-les-Chartres), 180 (pour le forage de Nogent-sur-Eure) et 181 (pour les forages de St-Georges-sur-Eure) en date du mois d'Août 2016, n°28-2017-00046 en date du 12 avril 2017 pour le forage de St-Prest Le Gorget et n° 28-2018-00049 pour le forage de La Forte Maison en date du 10 avril 2018 au titre de la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature IOTA.

Le présent rapport rend compte des travaux réalisés sur le site de Ver-les-Chartres.

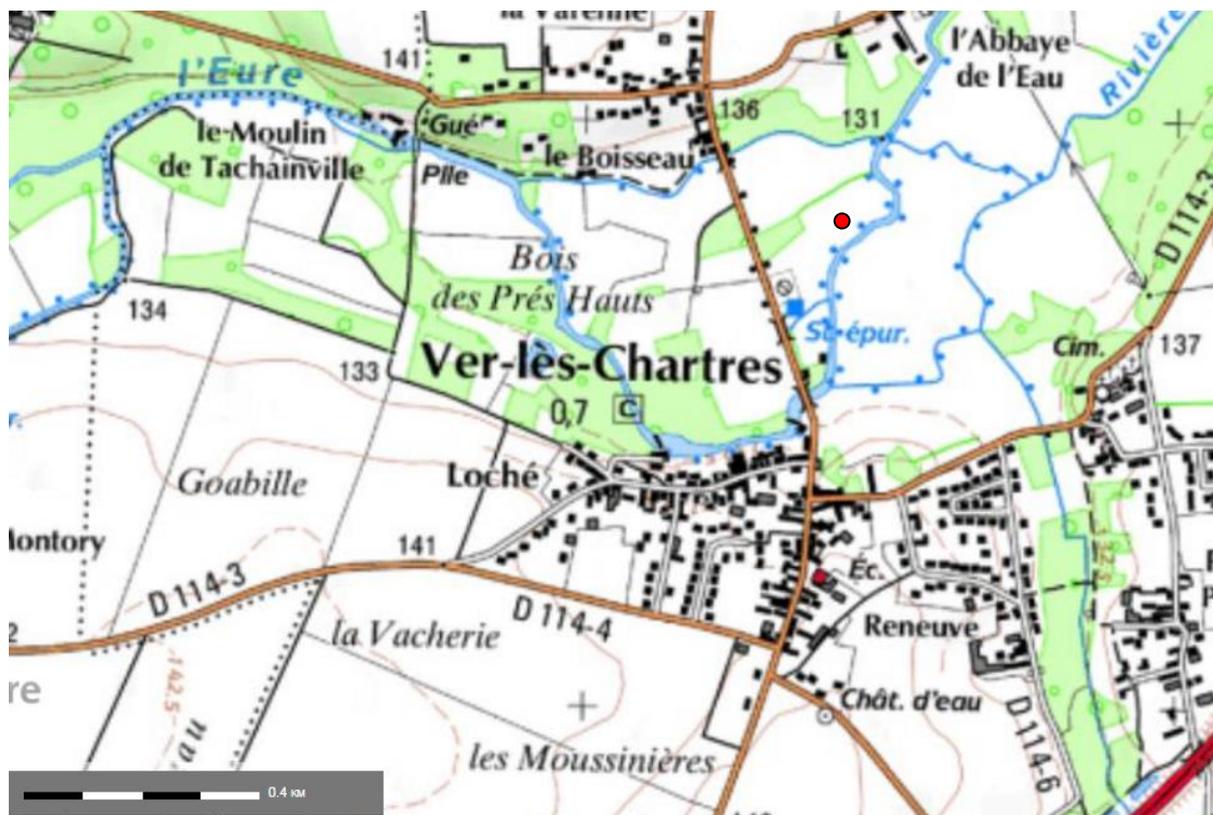
2 LOCALISATION

La localisation des forages réalisés est précisée dans le tableau ci-dessous et les plans en pages suivantes.

Tableau 1 : Coordonnées géographiques et cadastrales des forages réalisés

Désignation	X	Y	Z NGF	Commune	Section	Parcelle
	Lambert 93	Lambert 93				
Forage de l'abbaye 2	587 351 m	6 810 952 m	130,3 m	Ver-lès-Chartres	AB	171
Forage de l'abbaye 1	587 356 m	6 810 945 m	130,3 m	Ver-lès-Chartres	AB	171

Figure 2 : Localisation du forage de l'Abbaye à Ver les Chartres sur fond IGN



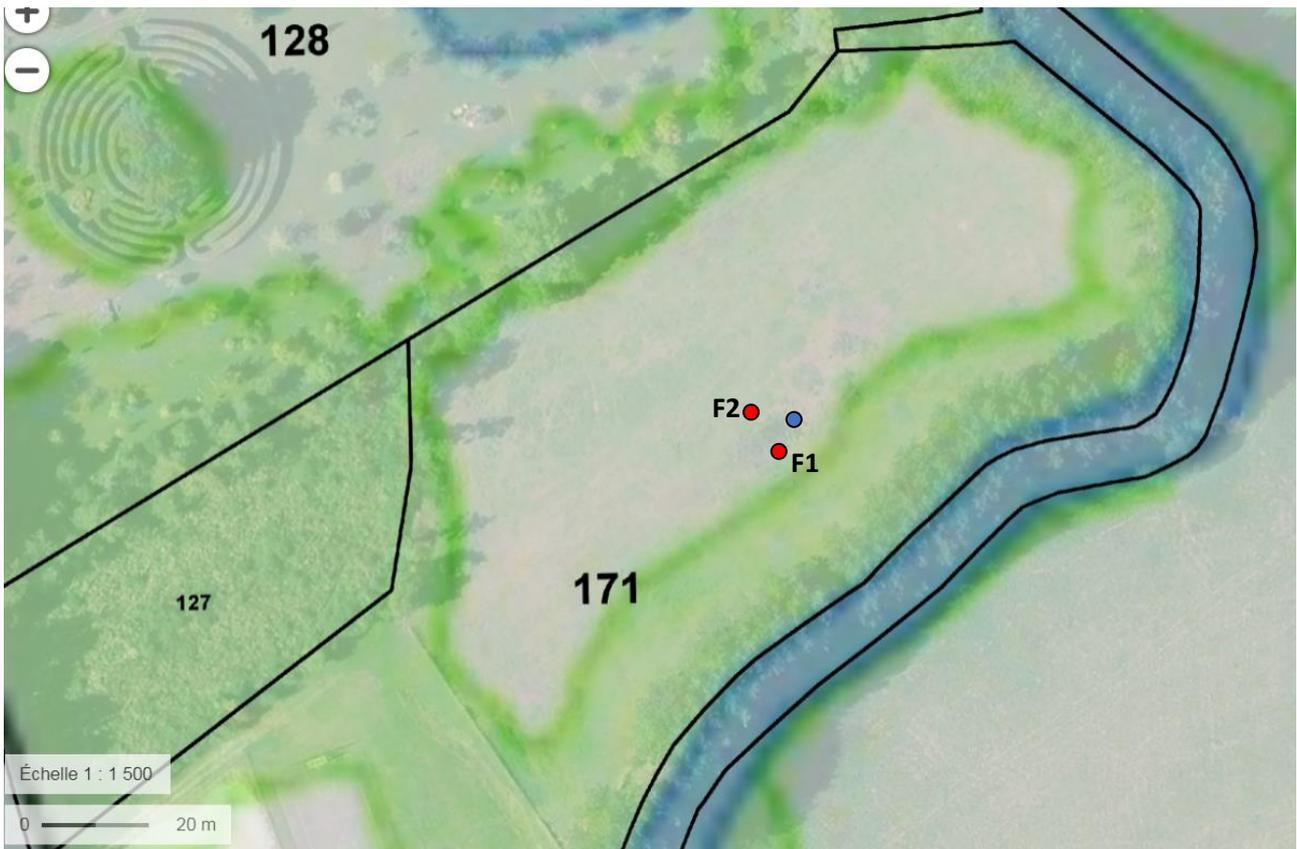


Figure 3 : Localisation du forage de l'Abbaye à Ver les Chartres sur fond cadastral

3 CHRONOLOGIE DES TRAVAUX REALISES

Pour rappel, le sondage de reconnaissance l'abbaye 1 (F1) transformable en forage définitif a été réalisé du 13/11/2016 au 24/01/2017 et le piézomètre en novembre 2016.

Ce sondage de reconnaissance avait été foré en :

- 1200 mm de diamètre de 0 à 5,2 m, à la tarière,
- 1000 mm de diamètre de 5,2 à 12 m, à l'avancement,
- 445 mm de 12 à 52 m.

Il avait été équipé :

- D'un tubage acier plein de 1000 mm de diamètre de 0 à 5,2 m,
- D'un tubage acier plein de diamètre 860 mm de 0 à 12 m.

3.1 Forage F2

Les travaux de réalisation de ce nouveau forage ont débuté le 07 décembre 2017.

07 et 11/12/2017

Aménagement de la plateforme de chantier
Amenée du matériel de forage à la tarière

12/12/2017

Foration à la tarière Ø800 mm de 0 à 5,5 m
Alésage à la tarière Ø 1000 mm de 0 à 5,5 m
Pose du tubage acier Ø 914 mm

14/12/2017

Retrait du tubage Ø 914 mm
Pose du tubage acier Ø 1020 mm à 3 m/sol
Nettoyage du forage au godet jusqu'à 5,5 m/sol en raison du rebouchage du forage
Descente du tubage Ø 1020 jusqu'à 5,5 m
Reprise foration à la tarière Ø 800 mm jusqu'à 8 m/sol

19/12/2017

Reprise de la foration Ø 800 mm de 6 à 10 m/sol
Alésage à la tarière Ø 1020 jusqu'à 10 m/sol
Pose du tubage acier Ø 860 mm jusqu'à 10 m/sol
Cimentation de l'espace annulaire

20/12/2017

Poursuite de la cimentation de l'espace annulaire

21/12/2017

Mise en sécurité de la tête de forage pour les vacances

16/01/2018

Reprise de la foration à la tarière Ø 800 mm jusqu'à 12,5 m/sol

Foration à la tarière Ø 600 mm de 13 à 18 m/sol

17/01/2018

Alésage à la tarière Ø 800 mm jusqu'à 21 m/sol et nettoyage au godet

18/01/2018

Mise en place du tube INOX Ø 609 mm (1 m de poubelle, 10 m de crépine et 10 de plein)

Mise en place du massif de gravier dans l'espace annulaire

22/01/2018

Mise en place de l'air-lift

23/01/2018

Air-lift

24/01/2018

Retrait de l'air-lift et mise en place de la pompe pour développer le forage

25/01/2018

Pompage de développement par phase de marche - arrêt puis à débit constant

03/05/2018 :

Pompage par paliers

14 au 17/05/2018 :

Pompage de longue durée

17/05/2018 :

Prélèvement d'eau pour analyse type première adduction

Au vu du débit exploitable sur le forage F2, Chartres Métropole a finalement décidé de transformer le sondage de reconnaissance 1 en forage d'exploitation.

3.2 Transformation du sondage 1 en forage d'exploitation F1

26/06/2018 :

Retrait du tubage PVC Ø 315 mm

27/06/2018 :

Soufflage a l'air-lift

Descente outil Ø 446 mm de 0 à 17,30 m/sol, puis Ø 400 mm de 17,30 à 18,60 m/sol

Injection ciment dans le fond de l'ouvrage (jusqu'à 18 m/sol)

28/06/2018 :

Mise en place du tube Inox Ø 273 mm, crépiné de 18 à 12 m/sol et raccord gauche de 12 à 11 m/sol.

Mise en place du massif de gravier dans l'annulaire calibre 4/8 mm de 18 à 12,50 m/sol.

02/07/2018 :

Complément de gravier jusque 12 m/sol

Soufflage à l'air-lift

03/07/2018 :

Pose INOX Ø 609 mm à 12 m/sol

Mise en place de sable dans l'annulaire puis d'un bouchon de ciment (84 l)

04/07/2018 :

Complément de ciment (112 l)

Découpe du tube INOX Ø 609 mm à 0,30 m/sol

Largage du tube Ø 273 mm

10/07/2018 :

Complément de ciment et mise en place de la pompe

11/07/2018 :

Nettoyage à la pompe durant 6h30

12/07/2018 :

Pompage par paliers à 60, 80, 100 et 120 m3/h

16 au 19/07/2018

Pompage 72 heures sur F1

23 au 26/07/2018 :

Pompage simultanée pendant 72 heures sur F1 et F2

4 RAPPELS

4.1 Coupe géologique et technique du sondage de reconnaissance L'abbaye 1 – F1

Le sondage de Ver-les-Chartres est constitué d'un tubage plein acier de 860 mm de diamètre de 0 à 12 m/sol, cimenté à l'extrados. De 12 à 52 mètres, le sondage est en trou nu (diamètre 445 mm).

Les terrains rencontrés lors de la foration sont du haut vers le bas :

- 0 à 1 m : terre et alluvion limono-argileuse
- 1 à 3 m : argile et silex
- 3 à 7 m : argile et débris de craie
- 7 à 12 m : craie à silex altérée
- 12 à 40 m : craie à silex

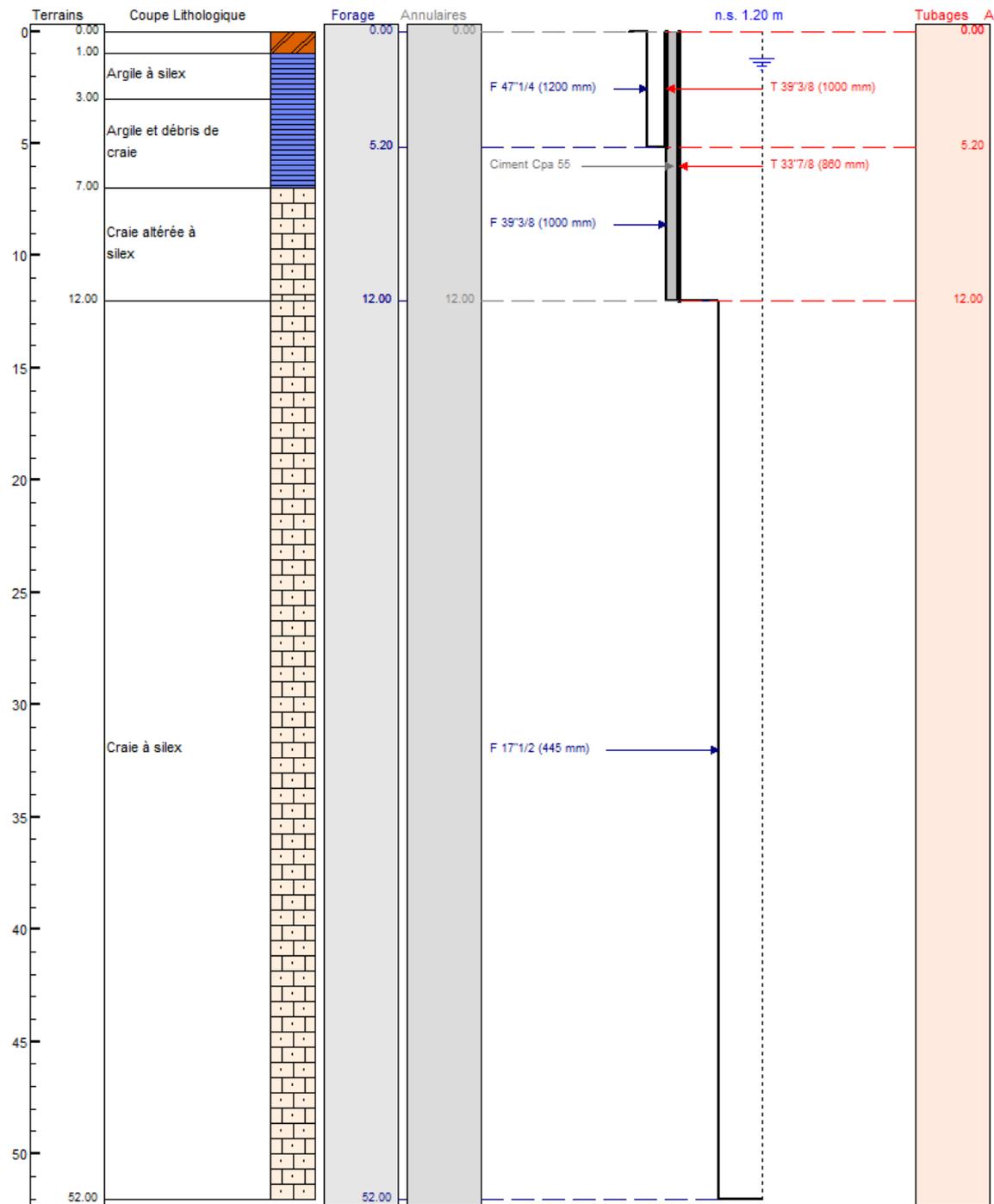


Figure 4 : Coupe géologique et technique du forage de reconnaissance l'abbaye 1

4.2 Coupe géologique et technique du piézomètre

La figure ci-dessous présente la coupe géologique et technique du piézomètre réalisé sur le site de Ver-les-Chartres.

Celui-ci a été foré à l'Odex en 190 mm et équipé d'un tube PVC 112/125 plein de +0,5 à 11 m/sol et crépiné de 11,65 au fond de l'ouvrage.

Le niveau statique a été observé à 1,5 m/sol.

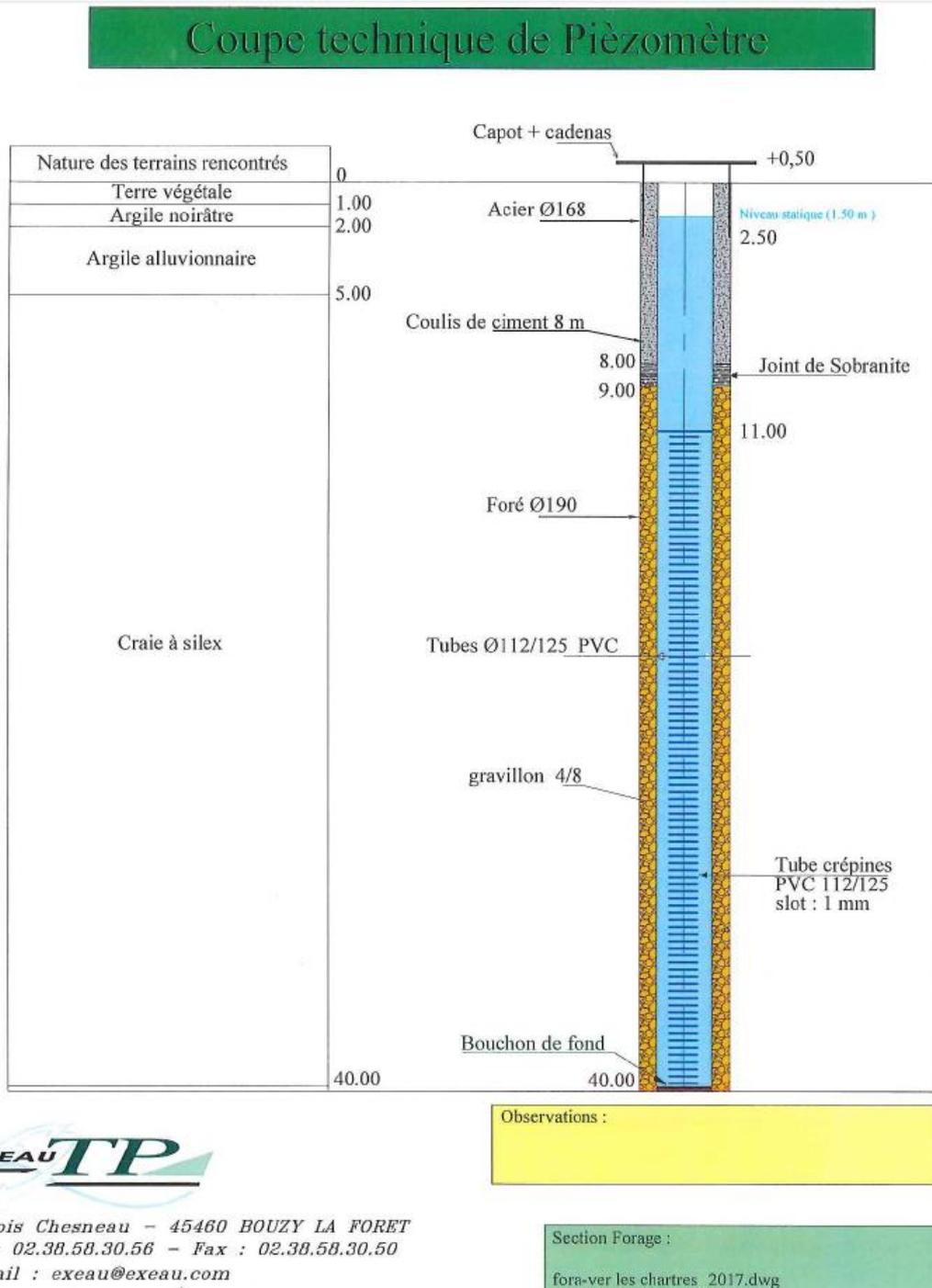


Figure 5 : Coupe géologique et technique du piézomètre de l'abbaye

4.3 Diagraphie gamma-ray réalisée sur le sondage de reconnaissance

La diagraphie de radioactivité naturelle visant à identifier l'argilosité des terrains traversés par le forage de reconnaissance, a été réalisée le 24 Janvier 2017. Les mesures effectuées permettent de mettre en évidence des terrains traversés relativement peu argileux sur toute la hauteur du sondage.

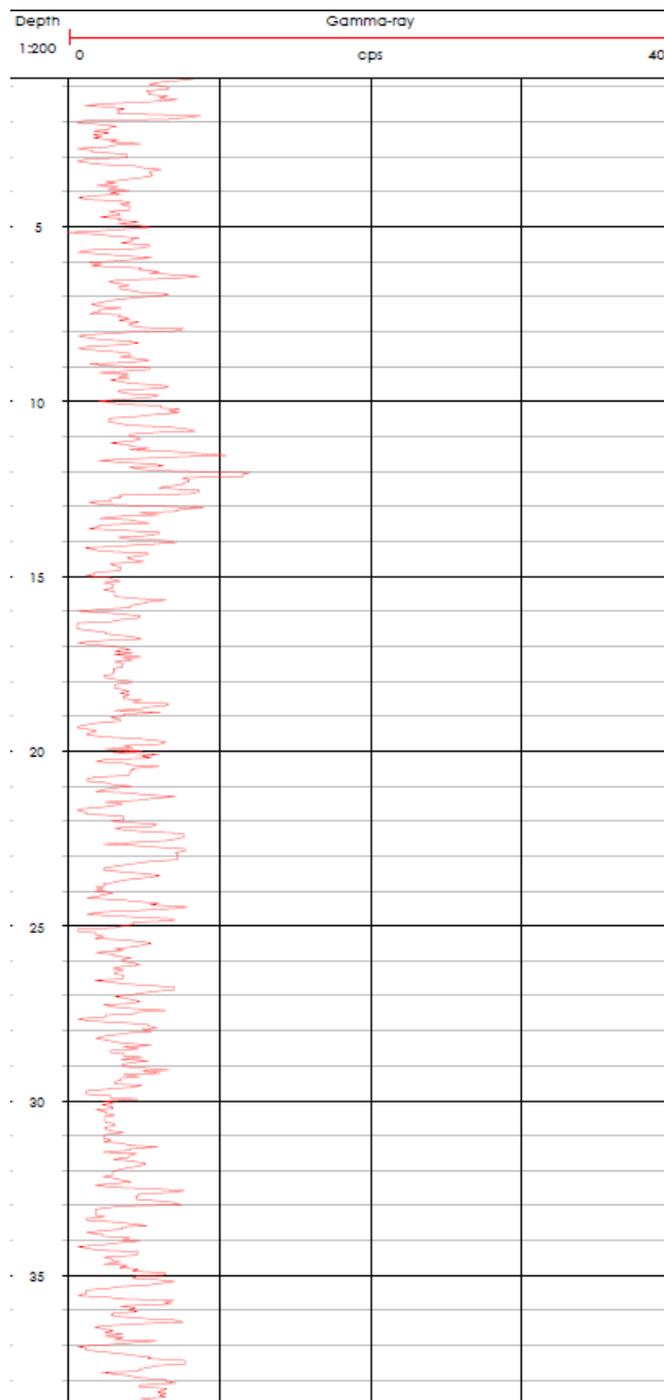


Figure 6 : Résultats de la diagraphie de la radioactivité naturelle des terrains traversés

4.4 Micromoulinet réalisé sur le sondage de reconnaissance

Les mesures réalisées montrent que la totalité des arrivées d'eau se situent entre 10 et 12,4 m de profondeur, soit en pied de tubage d'isolation.

5 COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE DEFINITIF L'ABBAYE 2 - F2

Le forage de l'abbaye 2 est constitué :

- D'un tubage plein acier de 1000 mm de diamètre de 0 à 4,5 m/sol,
- D'un tubage plein INOX de 863 mm de diamètre de 0 à 10 m/sol,
- D'un tubage INOX en diamètre 609 mm, gravillonné à l'extrados :
 - Plein de 0 à 10.11 m/sol,
 - Crépiné de 10.11 à 20 m/sol (fil enroulé, slot 3 mm),
 - Plein de 20 à 21 m/sol.

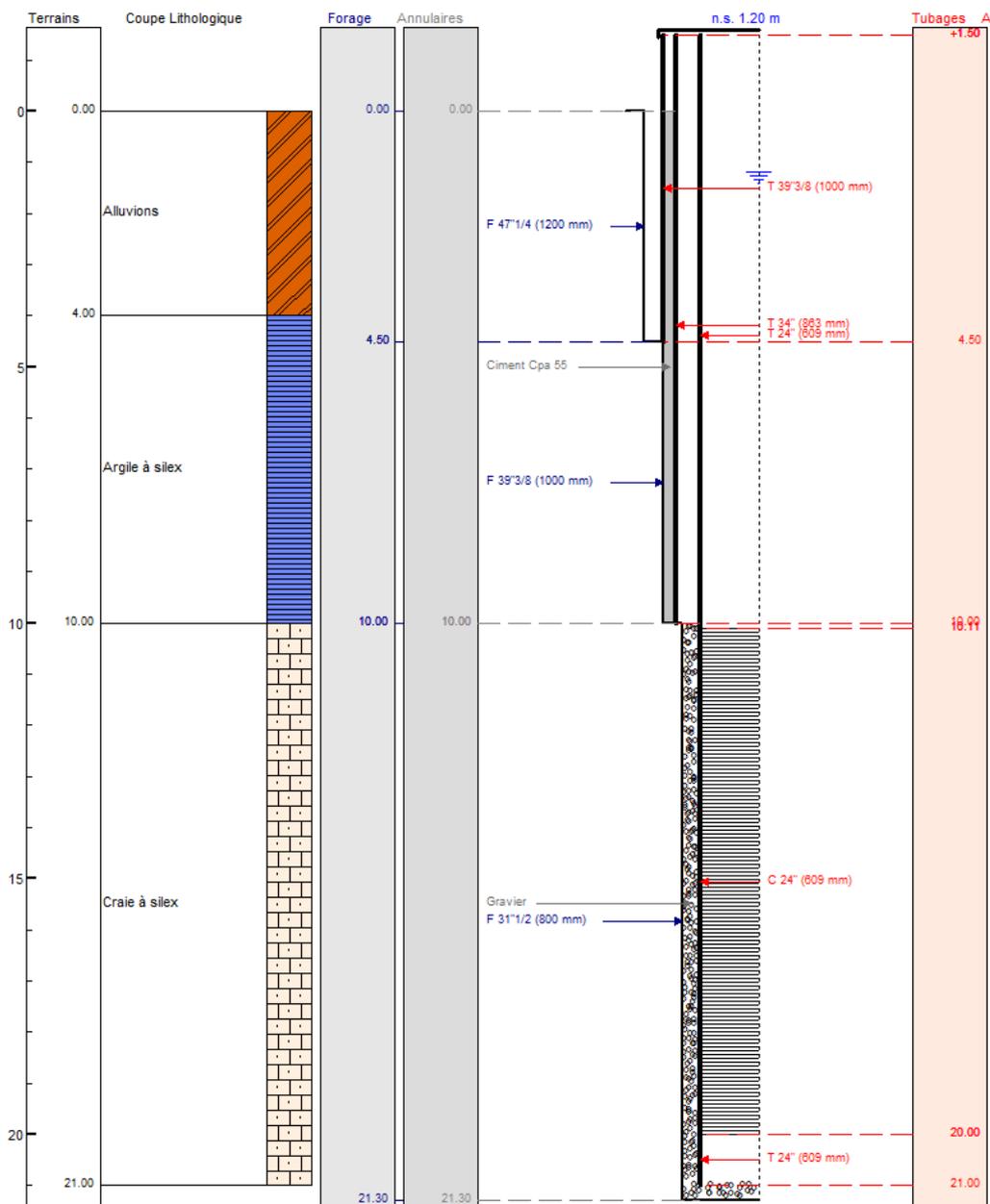


Figure 7 : Coupe géologique et technique du forage définitif de l'abbaye 2 - F2

6 COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE DEFINITIF F1

Le forage définitif F1 est constitué :

- D'un tubage plein acier de 860 mm de diamètre de 0 à 12 m/sol
- D'un tubage plein INOX de 609 mm de diamètre de 0 à 12 m/sol
- D'un tubage INOX en diamètre 273 mm, gravillonné à l'extrados :
 - Plein de 11.09 à 12,09 m/sol (avec raccord à gauche PVC)
 - Crépiné de 12.09 à 18 m/sol (fil enroulé, slot 3 mm)
 - D'un bouchon de fond.

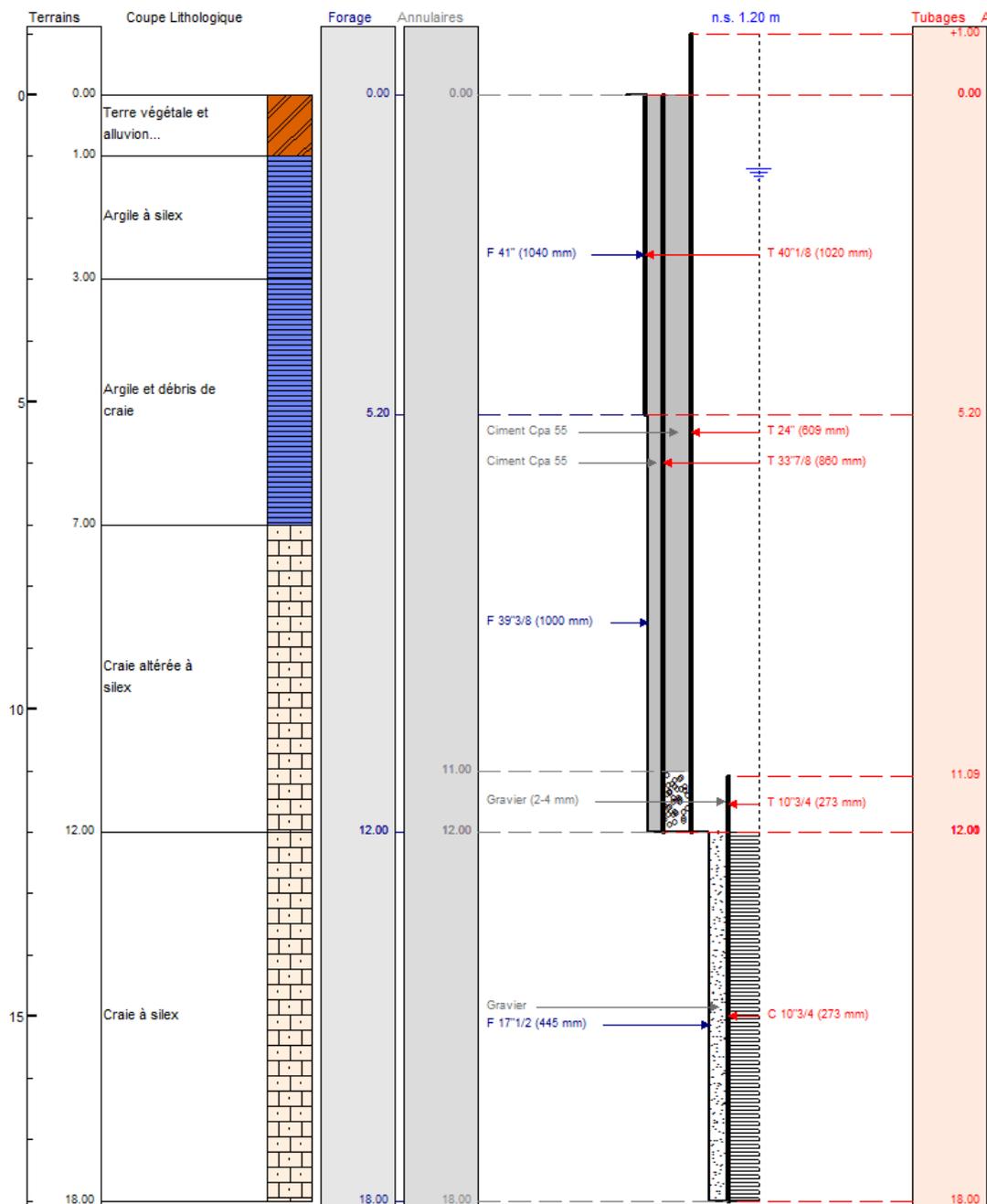


Figure 8 : Coupe géologique et technique du forage définitif de l'abbaye 1 – F1

7 PHASE DE NETTOYAGE -DEVELOPPEMENT SUR LE FORAGE F2

Le forage a été développé à l'acide.

Avant son développement, le niveau dynamique rabattait de 8 m pour un débit de 37 m³/h. Sa productivité était donc de 4,6 m³/h/m.

L'injection d'acide a été réalisée sous pression, à 9 m/sol et en trois passes d'une tonne puis une de deux tonnes et puis une de trois tonnes.

Après chaque injection, l'acide a été chassé à l'eau et après 3 heures d'attente, un nettoyage à l'air-lift a été réalisé.

Le tableau ci-dessous rend compte des résultats après chaque injection.

Tableau 2 : Résultats obtenus après acidification

Date	Quantité d'acide injectée (t)	Niveau statique	Niveau dynamique (m)	Rabattement (m)	Débit (m ³ /h)	Débit spécifique (m ³ /h/m)	Durée pompage (min)
07/03/2018	1	1.55	7.33	5.78	50	8.7	30
12/03/2018	2	1.08	2.91	1.83	50	27.3	30
04/04/2018	3	1.59	5.73	4.14	90	21.7	30
04/04/2018			6.905	5.315	100	18.8	30

Ces résultats montrent un gain de productivité de plus de 90 % après la première passe d'acide ; 213 % entre la 1^{ère} et la 2^{ème} passe d'acide et le gain entre la 2^{ème} et la 3^{ème} passe d'acide est difficilement quantifiable puisque le débit testé suite à la 3^{ème} passe d'acide est presque deux fois plus important que suite à la 2^{ème} passe d'acide.

8 PHASE DE NETTOYAGE -DEVELOPPEMENT SUR LE FORAGE F1

Cet ouvrage a été développé à l'acide au stade sondage de reconnaissance. Ce développement à l'acide a été présenté dans le rapport de fin de travaux des sondages de reconnaissance.

Suite à sa transformation en forage définitif, celui-ci a été nettoyé à la pompe durant 6h30.

9 ESSAIS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F2

Au cours des essais de pompage réalisés sur le forage l'abbaye 2, celui-ci ainsi que le piézomètre, le sondage de reconnaissance 1 et l'Eure ont été équipés de sonde de mesure du niveau d'eau.

9.1 Essais de pompage par paliers

L'essai de pompage par paliers non enchaînés a eu lieu le 03 mai 2018. Les paliers ont été réalisés aux débits de 60, 70, 80 et 95 m³/h.

Le niveau statique (avant pompage) a été mesuré à 1,22 m/sol.

Les rabattements observés pour chacun des paliers sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Rabattements observés au droit du forage F2 lors des pompages par paliers

Débit testé (m ³ /h)	Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)
60	1.82	4.02	2.2	27.3
70	1.82	4.54	2.72	25.7
80	1.83	5.14	3.31	24.2
95	1.83	6.73	4.9	19.4

La figure suivante présente par ailleurs, l'évolution du niveau piézométrique enregistré au droit du forage, au cours de cet essai de pompage par paliers.

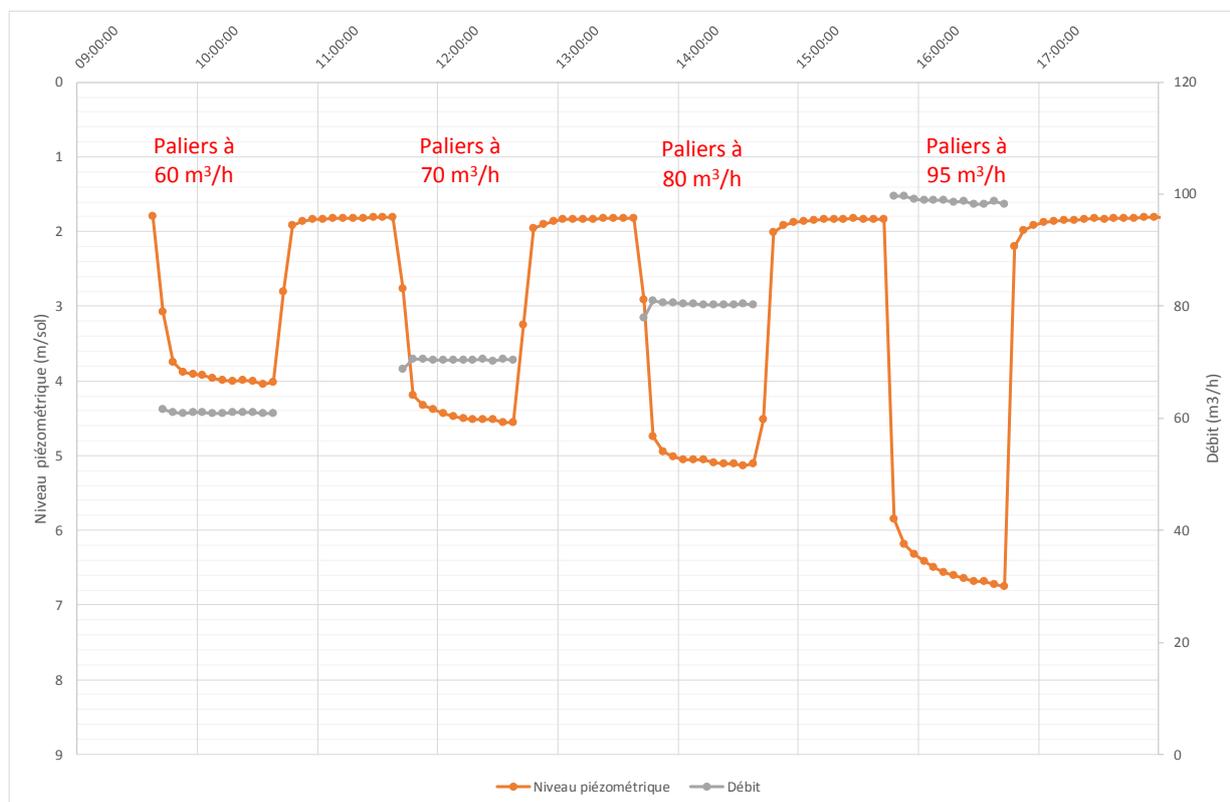


Figure 9 : Évolution du niveau piézométrique au droit du forage de l'abbaye 2 durant l'essai de pompage par paliers

En fin des trois premiers paliers de débit, le niveau dynamique est pseudo-stabilisé contrairement au dernier palier. A la fin de chaque palier, le niveau d'eau remonte très vite à son état de repos.

La fiche d'interprétation des essais de pompage par paliers réalisés est présentée page suivante.

D'après celle-ci les pertes de charges quadratiques sont supérieures aux pertes de charges linéaires dès le premier palier. Toutefois, au vu de l'allure de la courbe caractéristique et des rabattements observés, le forage peut être exploité à 80 m³/h.

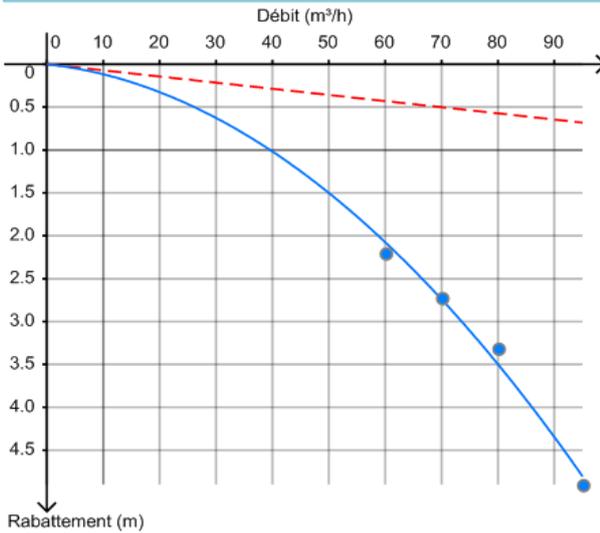


Essai par paliers



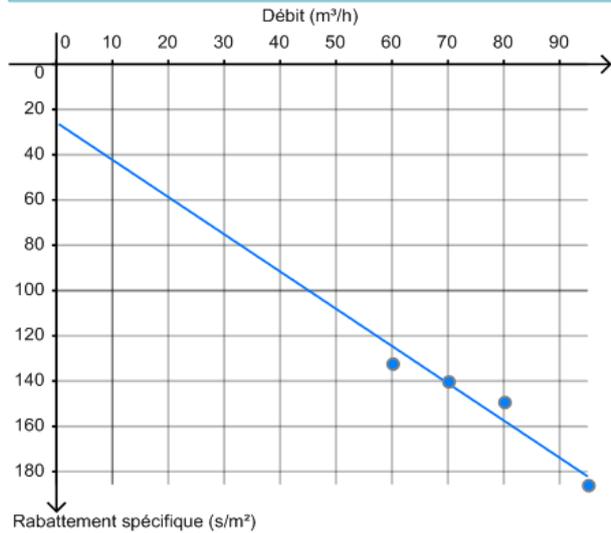
Type d'ouvrage Puits

Courbe caractéristique



Légende	
●	Points expérimentaux
- - -	PDC linéaires
—	Courbe caractéristique du puits

Droite des rabattements spécifiques



Légende	
●	Points expérimentaux
—	Rabatement spécifique

Pompage par palier	Débit (m³/h)	Rabatement mesuré (m)	Temps de pompage (min)	Temps de remontée (min)	Rabatement linéaire calculé (m)	Rabatement quadratique calculé (m)	Rabatement spécifique mesuré (h/m²)	Rabatement spécifique calculé (h/m²)	Écart (sim-obs) (m)
Palier 1	60	2.2	60	60	0.43	1.6	3.67×10^{-2}	3.46×10^{-2}	-0.125
Palier 2	70	2.72	60	60	0.5	2.2	3.89×10^{-2}	3.92×10^{-2}	2.11×10^{-2}
Palier 3	80	3.31	60	60	0.57	2.9	4.14×10^{-2}	4.37×10^{-2}	0.188
Palier 4	95	4.9	60	60	0.68	4.1	5.16×10^{-2}	5.06×10^{-2}	-9.45×10^{-2}

Résultats de l'ajustement

Coef. de pertes de charges linéaires (B)	$7.17 \times 10^{-3} \text{ h/m}^2$	25.8 s/m²
Coef. de pertes de charges quadratiques (C)	$4.57 \times 10^{-4} \text{ h}^2/\text{m}^5$	5 920 s²/m⁵
Exposant (n)	2.00	

Figure 10 : Fiche d'interprétation de l'essai par paliers du forage de l'abbaye 2

9.2 Essais de pompage de longue durée

L'essai de pompage de longue durée a été réalisé du 14 au 17 mai 2018 à 100 puis 90 puis 80 m³/h. L'évolution du rabattement mesuré au droit du forage et du piézomètre est présentée par la figure suivante.

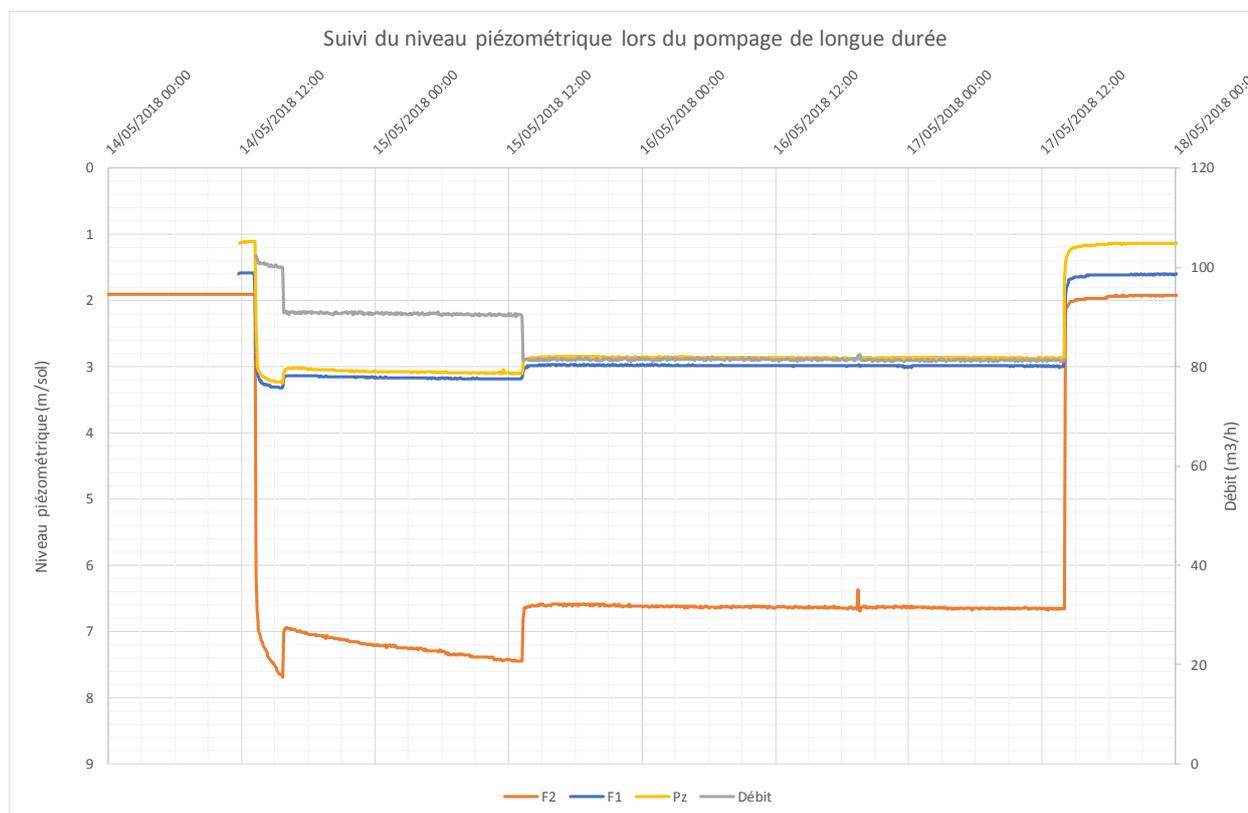


Figure 11 : Évolution du niveau piézométrique au cours de l'essai de pompage de longue durée au droit du forage F2, du sondage F1 et du piézomètre pz

Commentaire concernant l'évolution du niveau piézométrique :

Avant le lancement du pompage de longue durée, le niveau piézométrique statique a été mesuré à 1.80 m/sol au droit du forage 2, 1.60 m/sol au droit du forage 1 et à 1.13 au droit du piézomètre.

Le pompage de longue durée avait été projeté à 100 m³/h. Toutefois à ce débit, le niveau dynamique du forage 2 ne stabilise pas du tout, il a donc été décidé de réduire le débit à 90 m³/h puis à 80 m³/h, débit auquel le niveau dynamique du forage 2 se stabilise à 6.67 m/sol, 3.00 m/sol pour le forage 1 et 2.86 m/sol pour le piézomètre.

Ce qui correspond à un rabattement de 4.87 m pour le forage 2, 1.40 m pour le forage 1 et 1.73 m pour le piézomètre.

Suite à l'arrêt du pompage, le niveau d'eau remonte assez vite mais met un certain temps à retrouver son niveau avant pompage.

Interprétation des caractéristiques hydrodynamiques de la nappe :

L'interprétation de l'évolution du rabattement au droit du forage et du piézomètre, à partir du logiciel de traitement des essais de pompage AquiferTest Pro, donne une **transmissivité** calculée avec la formule de Theis de $5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Voir graphique ci-dessous.

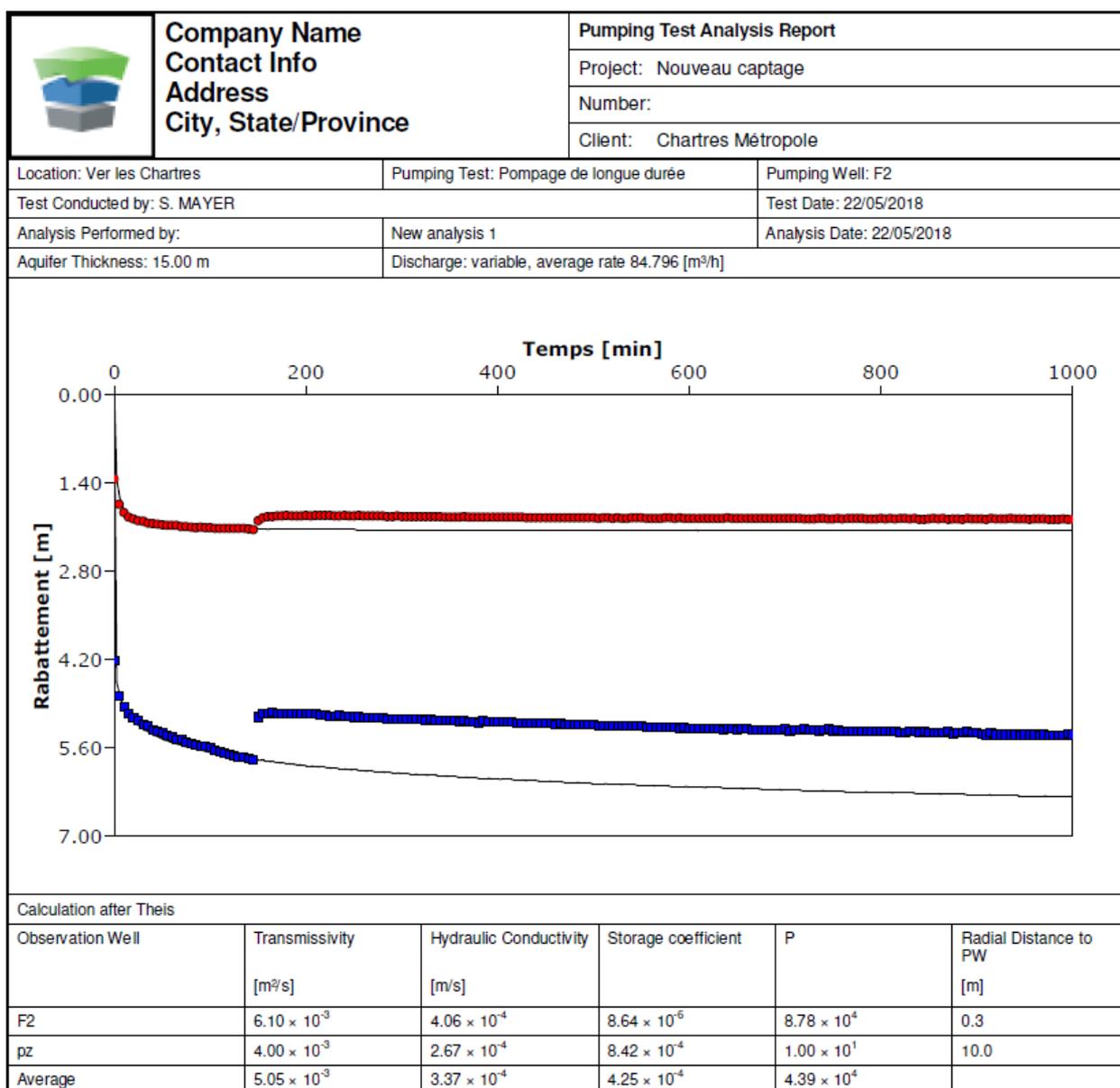


Figure 12 : Interprétation du pompage de longue durée

9.3 Incidence du pompage sur le niveau d'eau de l'Eure et le niveau piézométrique

Le graphique ci-dessous présente l'évolution du niveau piézométrique des forages 1 et 2, du piézomètre ainsi que celle du niveau d'eau de l'Eure.

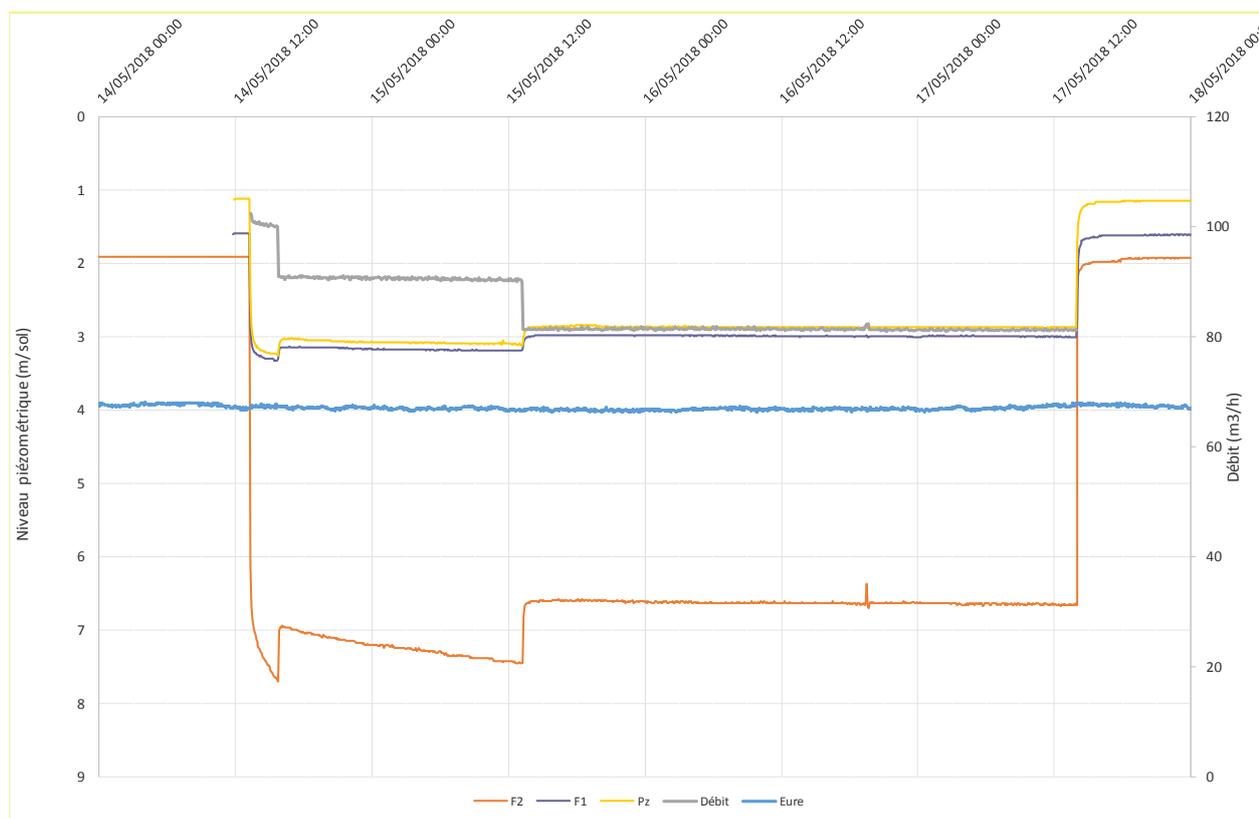


Figure 13 : Évolution du niveau piézométrique au cours de l'essai de pompage de longue durée et du niveau d'eau de l'Eure

Le suivi des niveaux d'eau de l'Eure montre que le pompage réalisé sur le forage 2 n'engendre aucune incidence sur le niveau d'eau de l'Eure dont l'évolution semble suivre une allure opposée à celle de l'évolution des niveaux piézométriques.

Le suivi des niveaux piézométriques montre que l'ensemble des ouvrages est impacté par le pompage réalisé sur le forage 2. La forme des courbes d'évolution du niveau piézométrique est identique.

De manière synthétique, le pompage réalisé sur F2 engendre un rabattement de :

- 1,73 m sur le piézomètre,
- 1,4 sur le forage 1.

10 ESSAIS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F1

Au cours des essais de pompage réalisés sur le forage l'abbaye 1, celui-ci ainsi que le forage 2, et l'Eure ont été équipés de sonde de mesure du niveau d'eau.

10.1 Essais de pompage par paliers

L'essai de pompage par paliers non enchaînés a eu lieu le 12 juillet 2018. Les paliers ont été réalisés aux débits de 60, 80, 100 et 120 m³/h.

Le niveau statique (avant pompage) a été mesuré à 0,88 m/sol.

Les rabattements observés pour chacun des paliers sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Rabattements observés au droit du forage F1 lors des pompages par paliers

Débit testé (m ³ /h)	Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)
60	0.82	2.33	1.51	39.7
80	0.82	3.185	2.365	33.8
100	0.82	4.115	3.295	30.3
120	0.82	5.23	4.41	27.2

La figure suivante présente par ailleurs, l'évolution du niveau piézométrique enregistré au droit du forage, au cours de cet essai de pompage par paliers.

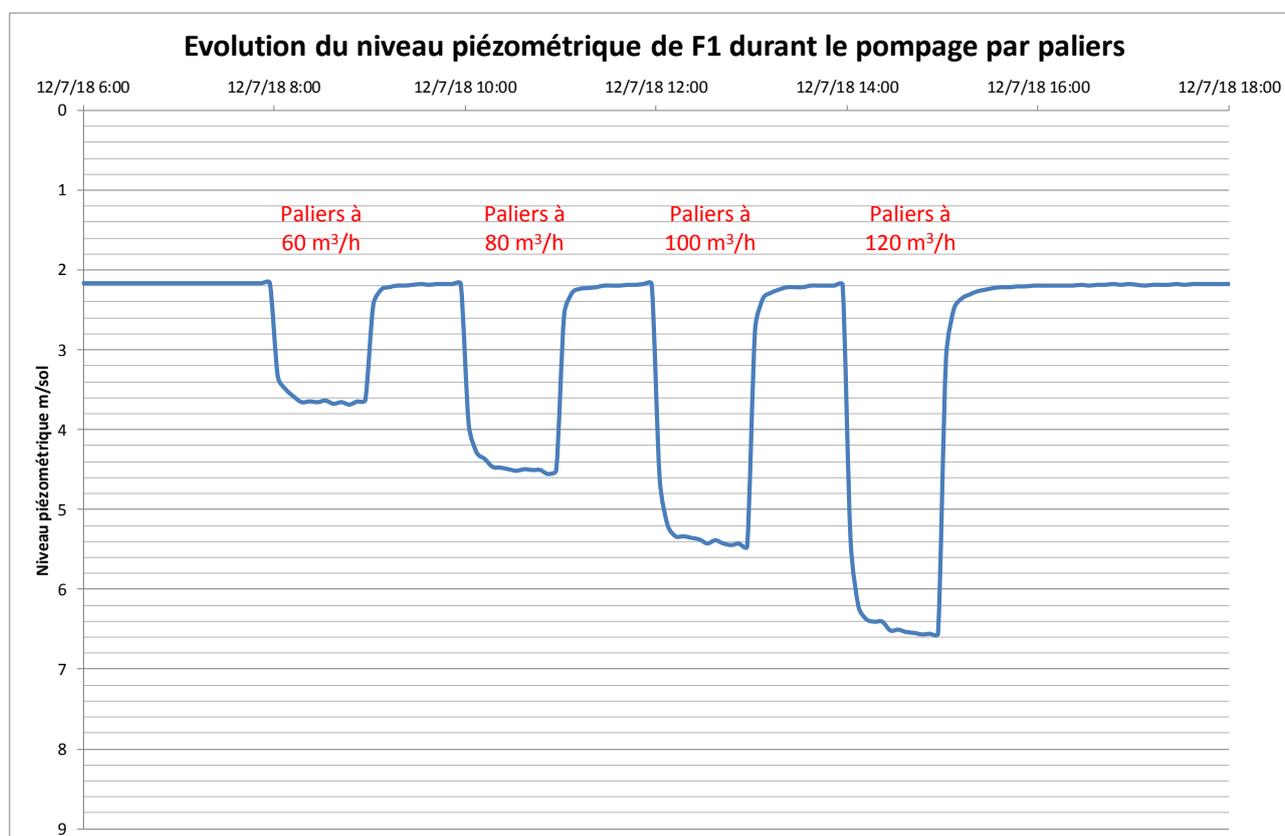


Figure 14 : Évolution du niveau piézométrique au droit du forage de l'abbaye 1 durant l'essai de pompage par paliers

En fin des trois premiers paliers de débit, le niveau dynamique est pseudo-stabilisé contrairement au dernier palier. A la fin de chaque palier, le niveau d'eau remonte très vite à son état de repos.

La fiche d'interprétation des essais de pompage par paliers réalisés est présentée page suivante.

D'après celle-ci les pertes de charges quadratiques sont supérieures aux pertes de charges linéaires dès le deuxième palier. Toutefois, au vu de l'allure de la courbe caractéristique et des rabattements observés, le forage peut être exploité à 120 m³/h.

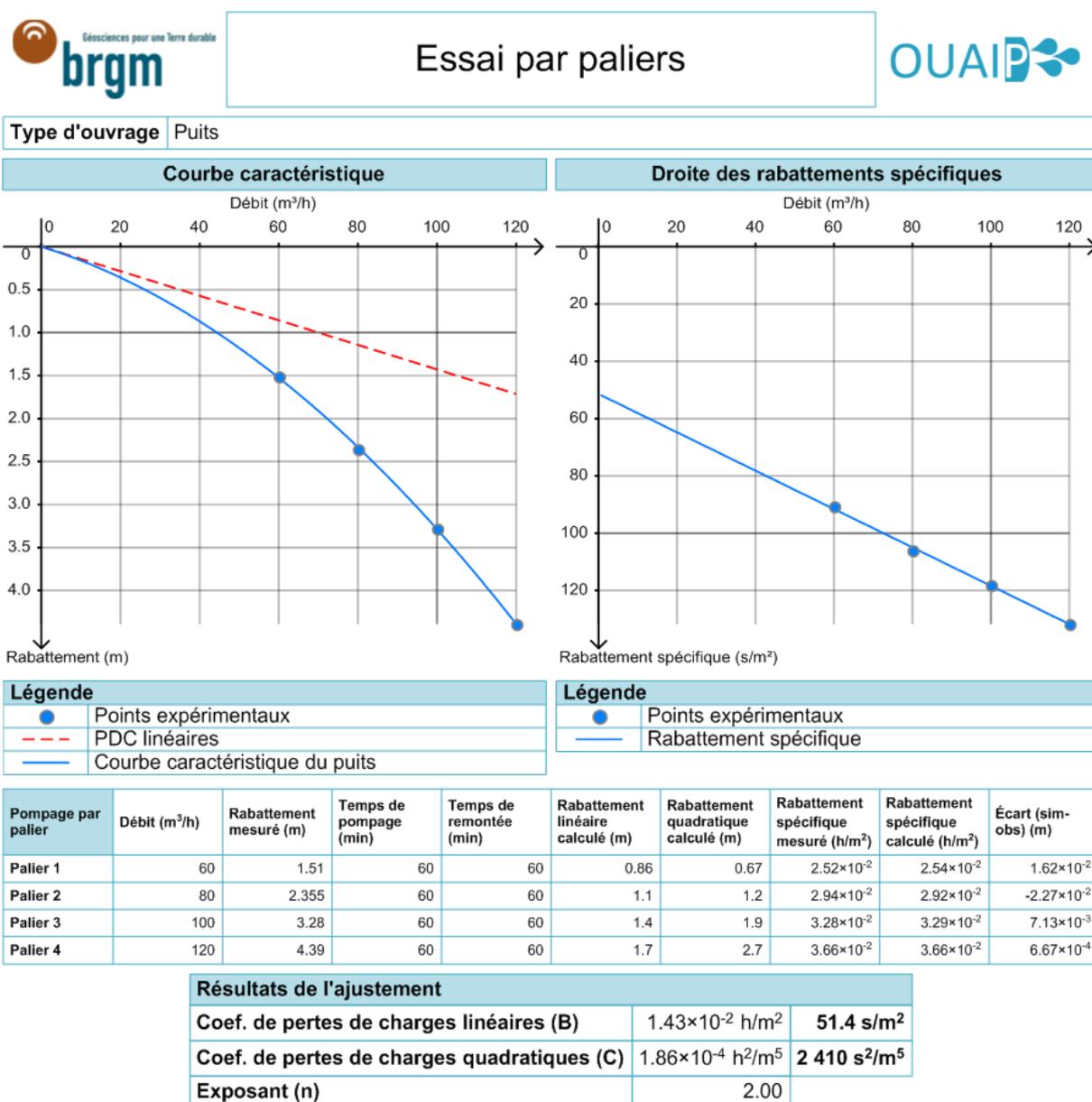


Figure 15 : Fiche d'interprétation de l'essai par paliers du forage de l'abbaye 1

10.2 Essais de pompage de longue durée

L'essai de pompage de longue durée du forage 1 a été réalisé du 16 au 19 juillet 2018 à 123 m³/h.
L'évolution du niveau piézométrique mesuré au droit du forage est présentée par la figure suivante.

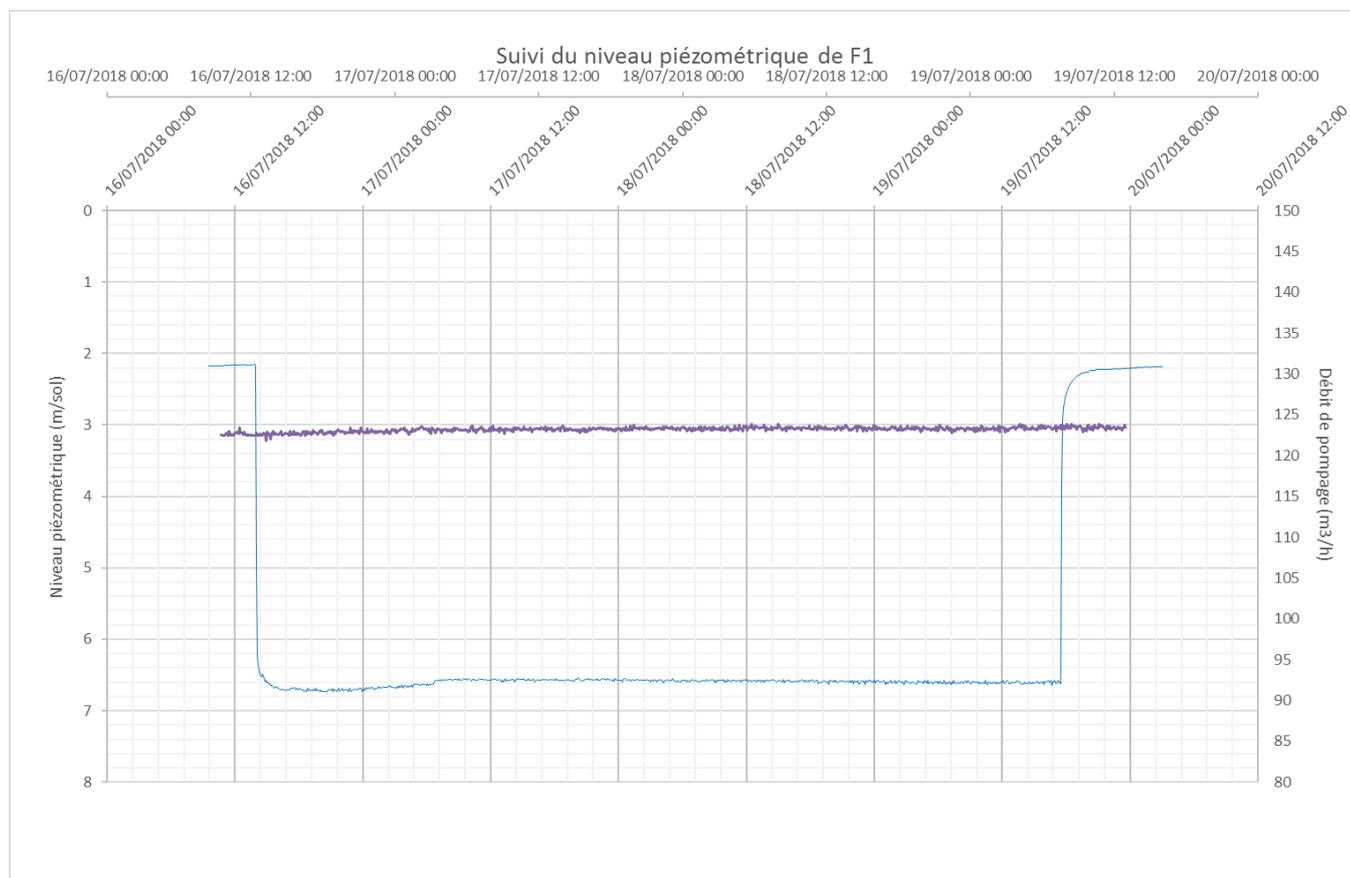


Figure 16 : Évolution du niveau piézométrique au cours de l'essai de pompage de longue durée au droit du forage F1

Commentaire concernant l'évolution du niveau piézométrique :

Avant le lancement du pompage de longue durée, le niveau piézométrique statique a été mesuré à 2.16 m/sol au droit du forage 1.

Au débit de 123 m³/h, le niveau dynamique se stabilise à 6.62 m/sol.

Le rabattement induit est donc de 4.46 m pour le forage 1. Ce qui correspond à une productivité de 27,6 m³/h/m.

Suite à l'arrêt du pompage, le niveau d'eau remonte assez vite mais met un certain temps à retrouver son niveau avant pompage.

Interprétation des caractéristiques hydrodynamiques de la nappe :

L'interprétation de l'évolution du rabattement au droit des forages F1 (pompé) et F2 (utilisé comme piézomètre), à partir du logiciel de traitement de pompage d'essais AquiferTest Pro, donne une **transmissivité de $3,22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$** (calculée avec la formule de Theis). Cette transmissivité est calculée en imposant une recharge P de **8.89**. Le coefficient d'emmagasinement réel S est celui de F2 : **$9,50 \cdot 10^{-3}$** . Voir graphique ci-dessous.

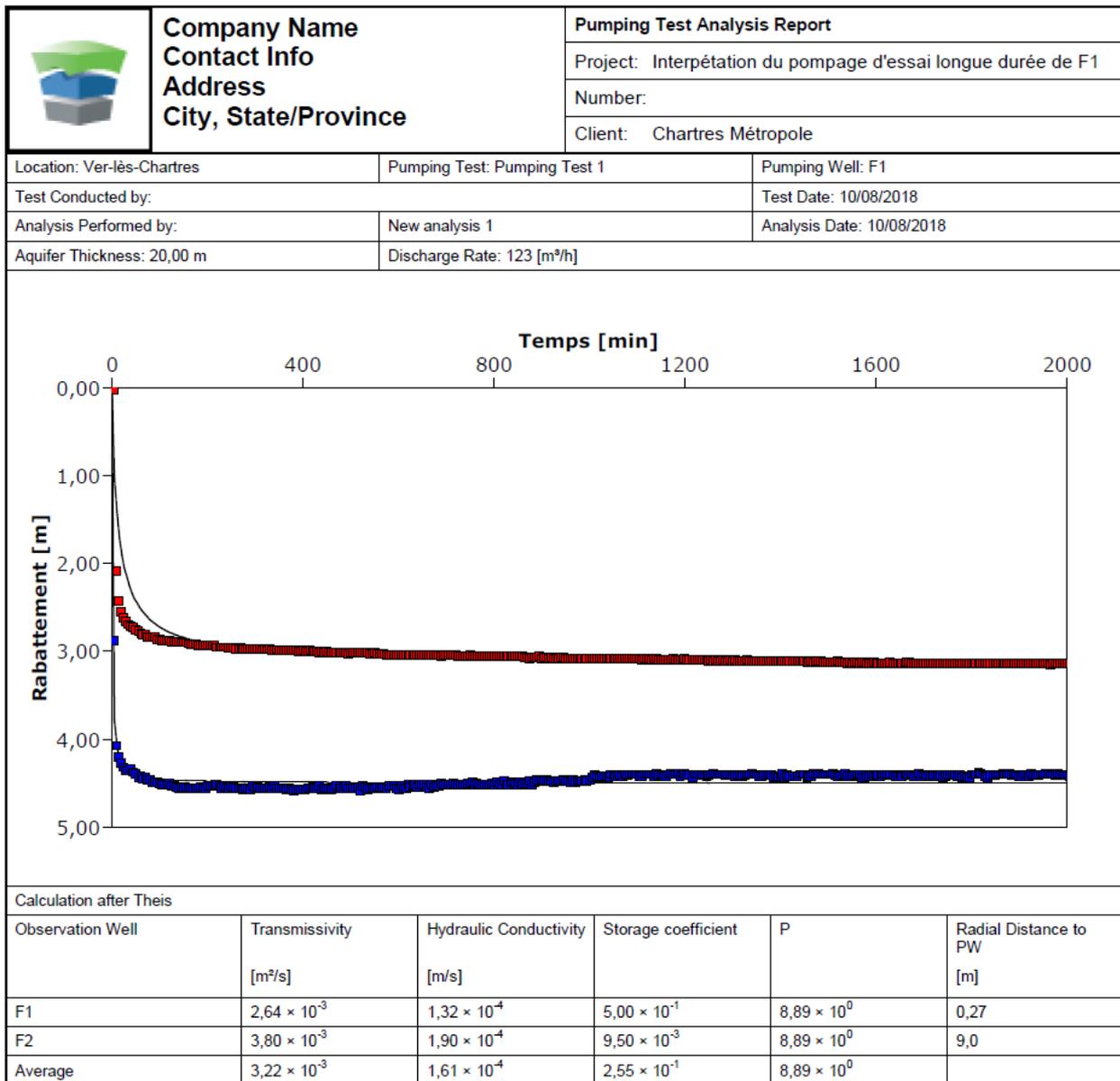


Figure 17 : Interprétation du pompage de longue durée

10.3 Incidence du pompage sur le niveau d'eau de l'Eure et le niveau piézométrique

Le graphique ci-dessous présente l'évolution du niveau piézométrique des forages 1 et 2 ainsi que le niveau d'eau de l'Eure lors du pompage de longue durée de F1.

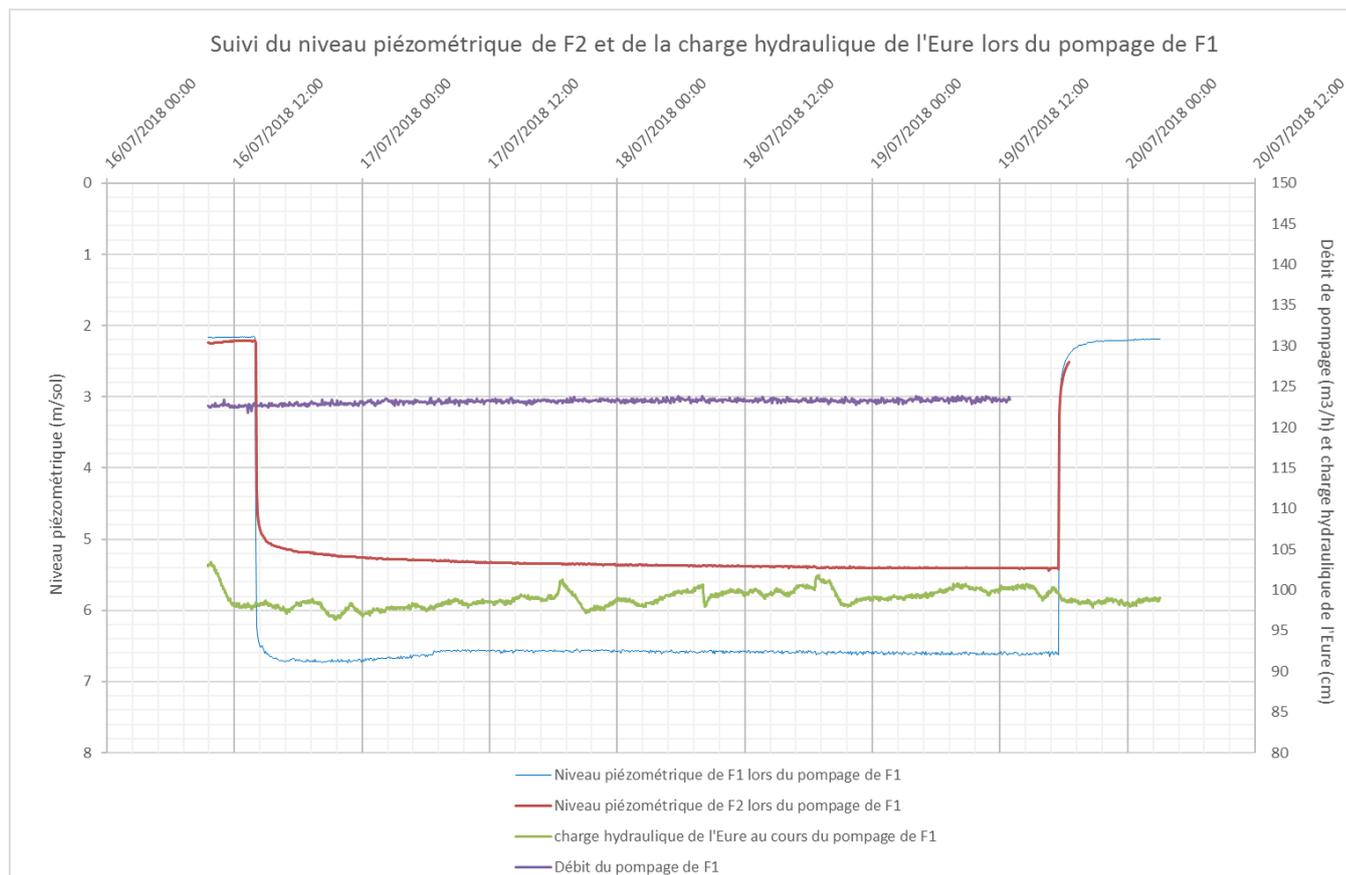


Figure 18 : Évolution du niveau piézométrique de F1 et F2 au cours de l'essai de pompage de longue durée et du niveau d'eau de l'Eure

Le suivi du niveau d'eau de l'Eure montre que le pompage réalisé sur le forage 1 n'engendre aucune incidence sur le niveau d'eau de l'Eure dont l'évolution semble indépendante de celle des forages 1 et 2. Les variations visibles sur le graphique de la charge hydraulique ne sont pas dues au pompage d'essai de longue durée de F1.

Le suivi du niveau piézométrique de F2 montre que le pompage réalisé sur F1 possède une incidence sur le niveau d'eau du forage 2.

La forme des courbes d'évolution du niveau piézométrique est identique pour F1 et F2 mise à part pour le début du pompage où le niveau d'eau du forage F1 remonte avant de diminuer légèrement pour se stabiliser. Le rabattement observé dans le forage 2 en réponse au pompage du forage 1 est de 3.69 m (contre un rabattement de 4.46m pour F1).

11 ESSAIS DE POMPAGE DE LONGUE DUREE SIMULTANE SUR F1 ET F2

L'essai de pompage de longue durée simultané sur les forages F1 et F2 a été réalisé du 23 au 26 juillet 2018 au débit de 68 m³/h pour F1 et de 63 m³/h pour F2.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de ces niveaux enregistrés au cours de ce pompage de longue durée.

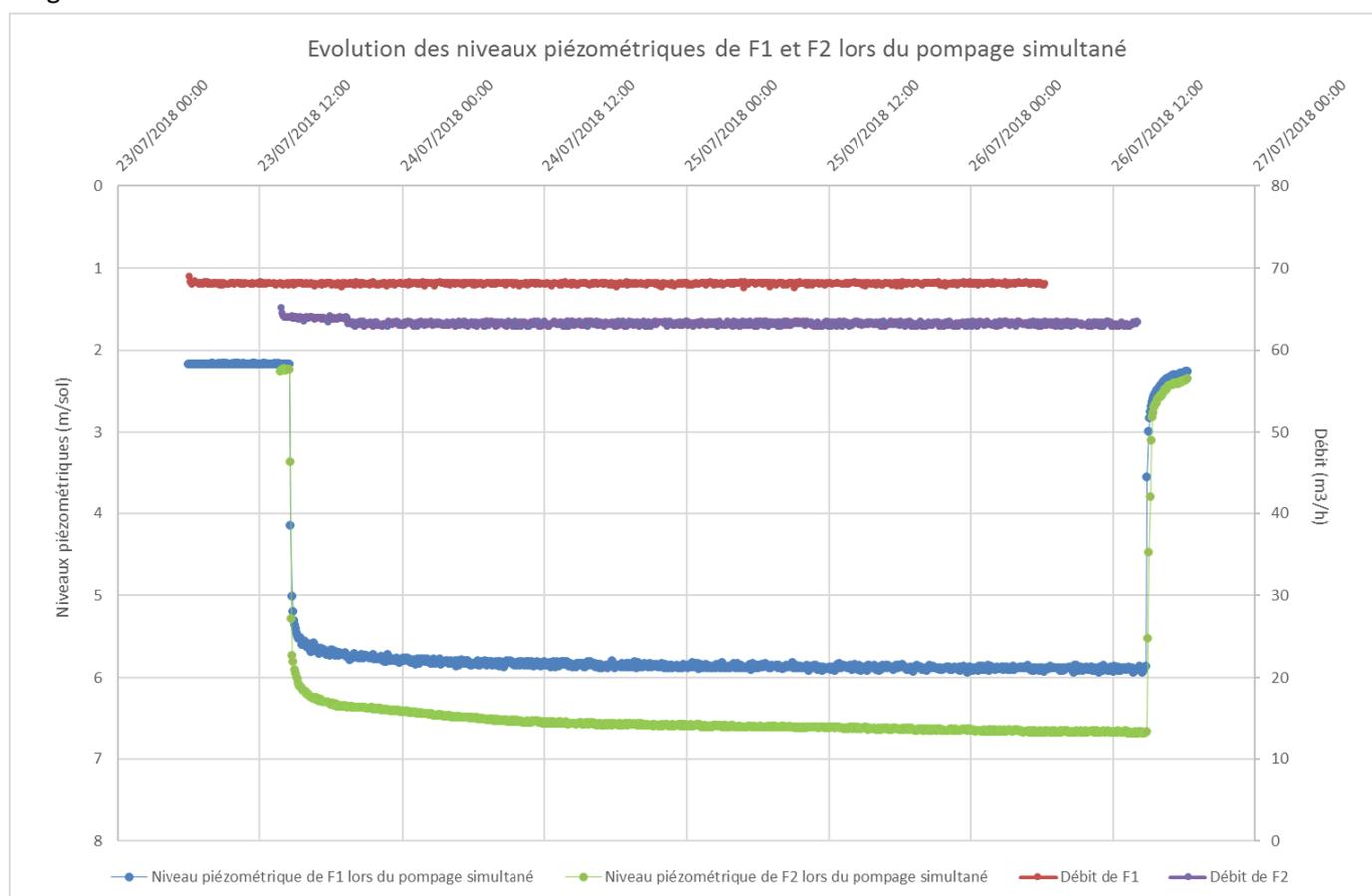


Figure 19 : Evolution du niveau piézométrique au cours de l'essai de pompage de longue durée simultané au droit des forages F1 et F2

Commentaire concernant l'évolution du niveau piézométrique :

Avant le lancement du pompage de longue durée, le niveau piézométrique statique a été mesuré à 2.17 m/sol au droit du forage F1 et à 2.24 m/sol au droit du forage F2, soit à un niveau assez proche.

Le courbe d'évolution du niveau piézométrique au droit du forage 2 est légèrement plus pentue que celle du niveau piézométrique au droit du forage F1.

Le niveau dynamique se stabilise à 5.86 m/sol au droit du forage F1 et à 6.66 m/sol au droit du forage F2, soit à 0.80 m de différence. Le rabattement induit est donc de 3.69 m pour F1 et de 4.42 m pour F2. Le rabattement au droit de F2 est plus important pour un débit de pompage légèrement inférieure à celui de F1.

Le tableau ci-dessous compare les rabattements en mètres de F1 et F2 au cours des pompages de F1, de F2, et du pompage simultané de F1 et F2.

	En pompage	Hors pompage (incidence)	Pompage simultané
F1	4.46	1.40	3.69
F2	4.87	3.69	4.42

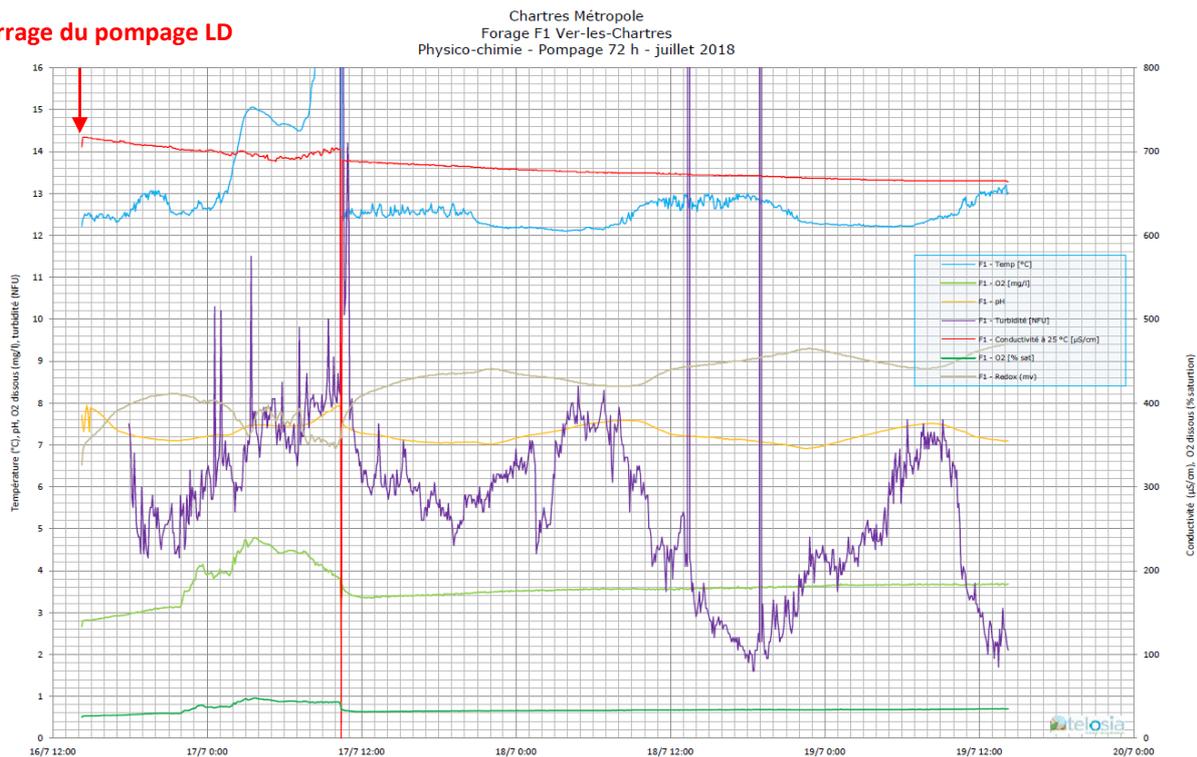
Les rabattements observés dans le forage F1 sont moins importants que ceux du forage F2, que cela soit au cours de son propre pompage, lors de la réponse au pompage de F2 ou lors du pompage simultané F1 et F2.

12 SUIVI PHYSICO-CHEMIQUE LORS DU POMPAGE LONGUE DUREE DE F1

Une sonde physico-chimique a été placée dans le forage F1 lors du pompage longue durée de F1 afin d'enregistrer les paramètres suivants : température, oxygène dissous, pH, turbidité, conductivité à 25°C et potentiel redox.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de ces paramètres de l'eau brute du forage au cours du pompage de longue durée.

Démarrage du pompage LD



La température de l'eau ainsi que le pourcentage d'oxygène dissous augmentent lors des premières 22 heures de pompage. Leurs valeurs se stabilisent ensuite avec 3.7 mg/l d'O₂ dissous et une température comprise entre 12 et 13°C.

La conductivité diminue légèrement de 720 à 660 µS/cm. Le potentiel redox augmente, passant de 352 mV en début de pompage à 470 mV en fin de pompage.

Le pH quant à lui oscille légèrement entre 7 et 8.

La turbidité varie au cours du pompage sans tendance particulière, principalement entre 2 et 9 NFU.

13 RESULTATS D'ANALYSES D'EAU

13.1 Lors du pompage de longue durée sur F2

Un prélèvement d'eau type première adduction après 72 heures de pompage sur F2 a été réalisé le 17 mai 2018. Les résultats d'analyse sont joints en annexe.

Les résultats d'analyses d'eau brute type première adduction sont non conformes aux seuils définis par l'annexe I (**seuils de distribution**) de l'arrêté du 11 Janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité **des eaux destinées à la consommation humaine sur les paramètres Escherichia Coli avec 1 UFC/100 ml et les bactéries coliformes avec 1 UFC/100 ml également**. Le tableau présenté en page suivante met en regard les teneurs de l'eau brute avec ces seuils de distribution.

À noter également la teneur en nitrates de **38 mg/l** ainsi que la trace des pesticides suivants : **atrazinedéséthyl à 0.065 µg/l** et **atrazine déséthyl déisopropyl 0.049 µg/l**.

Tableau 5 : Résultats d'analyse type « première adduction » sur le prélèvement effectué le 17/05/2018 sur le forage de l'abbaye F2 comparés aux normes de distribution d'eau potable

Paramètres	Unités	Valeurs mesurées	Limites et références de qualité
Paramètres microbiologiques			
Escherichia coli	UFC/100 ml	1	0
Entérocoques	UFC/100 ml	< 1	0
Oocystes de Cryptosporidium totaux	UFC/100 ml	<1	
Bactéries coliformes	UFC/100 ml	1	0
Bactéries sulfitoréductrices	UFC/100 ml	<1	0
Numération de germes aérobies revivifiables à 22 °C	UFC/ml	3	
Numération de germes aérobies revivifiables à 36 °C	UFC/ml	<1	
physico-chimie de base			
Carbone organique total	mg/L	0.5	2
Conductivité à 25 °C	µS/cm	686	entre 200 et 1100
Cyanures totaux	µg/l	<10.0	50
Fluorures	mg/L	0.06	1.5
pH		7.23	compris entre 6.5 et 9
Température	°C	10.9	25
Turbidité	NFU	0.19	1
Cations			
Ammonium	mg/L	<0.05	0.1
Sodium	mg/L	13	200
Anions			
Chlorures	mg/L	48.1	250
Nitrates (NO3)	mg/L	38	50
Nitrites (NO2)	mg/L	<0.02	0.5
Sulfates	mg/L	24.5	250
Pesticides			
Pesticides (par substance individuelle)	µg/l	atrazinedéséthyl (0.065), Atrazine déséthyl déisopropyl (0.049)	0.1
Somme des pesticides	µg/l	0.114	0.5
Aldrine, Dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde (par substance)	µg/l	<0.01	0.03
Métaux			
Aluminium	µg/l	<10	200
Antimoine	µg/l	<1	5
Arsenic	µg/l	<2	10
Baryum	mg/L	0.023	0.7
Bore	mg/L	0.012	1
Cadmium	µg/l	<1	5
Chrome	µg/l	<5	50
Cuivre	mg/L	<0.010	2
Fer total	µg/l	17	200
Manganèse	µg/l	<10	50
Mercurure	µg/l	<0.01	1
Nickel	µg/l	<5	20
Plomb	µg/l	<3	10
Sélénium	µg/l	<2	10
Composés organiques			
Benzène	µg/l	<0.5	1
Chlorure de vinyle	µg/l	<0.5	0.5
1,2-dichloroéthane	µg/l	<0.5	3
Tétrachloroéthylène et trichloroéthylène	µg/l	<0.5	10
Benzo[a]pyrène	µg/l	<0.005	0.01
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	µg/l	<0.005	0.1
Paramètres	Unités	Valeurs mesurées	Limites et références de qualité
Radioactivité			
Activité alpha globale	Bq/l	< 0.03	En cas de valeur supérieure à 0.10, il est procédé à l'analyse des radionucléides spécifiques définis dans l'arrêté mentionné à l'article R.1321-20
Activité bêta globale résiduelle	Bq/l	<0.07	En cas de valeur supérieure à 1.0, il est procédé à l'analyse des radionucléides spécifiques définis dans l'arrêté mentionné à l'article R.1321-20
Dose totale indicative (DTI)	mSv/an	<0.1	0.1
Tritium	Bq/l	<9	100
Radon	Bq/l	<4.4	100

13.2 Lors du pompage de longue durée sur F1

Un prélèvement d'eau type première adduction après 72 heures de pompage sur F1 a été réalisé le 19 juillet 2018. Les résultats d'analyse sont joints en annexe.

Les résultats d'analyses d'eau brute type première adduction sont non conformes aux seuils définis par l'annexe I (**seuils de distribution**) de l'arrêté du 11 Janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité **des eaux destinées à la consommation humaine sur les paramètres Escherichia Coli avec 2 UFC/100 ml et les bactéries coliformes avec 10 UFC/100 ml également**. Le tableau présenté en page suivante met en regard les teneurs de l'eau brute avec ces seuils de distribution.

À noter également la teneur en nitrates de 36.8 mg/l ainsi que la trace des pesticides suivants : atrazinedéséthyl à 0.047 µg/l, atrazine déséthyl déisopropyl à 0.033 µg/l et simazine à 0.006 µg/l.

Paramètres	Unités	Valeurs mesurées	Limites et références de qualité
Paramètres microbiologiques			
Escherichia coli	UFC/100 ml	2	0
Entérocoques	/100 litres	< 1	0
Oocystes de Cryptosporidium totaux	UFC/100 ml	<1	
Bactéries coliformes	UFC/100 ml	10	0
Bactéries sulfitoréductrices	UFC/100 ml	<1	0
Numération de germes aérobies revivifiables à 22 °C	UFC/ml	6	
Numération de germes aérobies revivifiables à 36 °C	UFC/ml	4	
physico-chimie de base			
Carbone organique total	mg/L	0,6	2
Conductivité à 25 °C	µS/cm	662	entre 200 et 1100
Cyanures totaux	mg/L	<0,010	50
Fluorures	mg/L	0,06	1,5
pH		7,33	compris entre 6.5 et 9
Température	°C	19,9	25
Turbidité	NFU	0,43	1
Cations			
Ammonium	mg/L	<0.05	0,1
Sodium	mg/L	12	200
Anions			
Chlorures	mg/L	38,9	250
Nitrates (NO3)	mg/L	36,8	50
Nitrites (NO2)	mg/L	<0.02	0,5
Sulfates	mg/L	23,3	250
Pesticides			
Pesticides (par substance individuelle)	µg/l	atrazinedéséthyl (0.047), simazine (0,006), atrazine déséthyl déisopropyl (0,033)	0,1
Somme des pesticides	µg/l	0,086	0,5
Aldrine, Dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde (par substance)	µg/l	<0.005	0,03
Métaux			
Aluminium	mg/l	0,012	200
Antimoine	µg/l	<1	5
Arsenic	µg/l	<2	10
Baryum	mg/L	0,022	0,7
Bore	mg/L	0,015	1
Cadmium	µg/l	<1	5
Chrome	mg/l	<0,005	50
Cuivre	mg/L	<0.010	2
Fer total	µg/l	<10	200
Manganèse	µg/l	<10	50
Mercuré	µg/l	<0.01	1
Nickel	µg/l	<5	20
Plomb	mg/l	<0,002	10
Sélénium	µg/l	<2	10
Composés organiques			
Benzène	µg/l	<0.5	1
Chlorure de vinyle	µg/l	<0.5	0,5
1,2-dichloroéthane	µg/l	<0.5	3
Tétrachloroéthylène et trichloroéthylène	µg/l	<0.5	10
Benzo[a]pyrène	µg/l	<0.005	0,01
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	µg/l	<0.005	0,1
Paramètres	Unités	Valeurs mesurées	Limites et références de qualité
Radioactivité			
Activité alpha globale	Bq/l	< 0.04	En cas de valeur supérieure à 0.10, il est procédé à l'analyse des radionucléides spécifiques définis dans l'arrêté mentionné à l'article R.1321-20
Activité bêta globale résiduelle	Bq/l	<0.05	En cas de valeur supérieure à 1.0, il est procédé à l'analyse des radionucléides spécifiques définis dans l'arrêté mentionné à l'article R.1321-20
Dose totale indicative (DTI)	mSv/an	-	0,1
Tritium	Bq/l	<9	100
Radon	Bq/l	3,6	100

Tableau 6 : Résultats d'analyse type « première adduction » sur le prélèvement effectué le 19/07/2018 sur le forage de l'abbaye F1 comparés aux normes de distribution d'eau potable

13.3 Lors du pompage de longue durée simultanée

13.3.1 Résultats d'analyses de F1 lors du pompage simultanée

Un prélèvement d'eau a été réalisé le 26 juillet 2018 sur le forage F1, après le pompage de longue durée simultanée sur les forages F1 et F2. Les résultats d'analyse sont joints en annexe.

Les résultats d'analyses d'eau brute type première adduction sont non conformes aux seuils définis par l'annexe I (**seuils de distribution**) de l'arrêté du 11 Janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité **des eaux destinées à la consommation humaine sur les paramètres Escherichia Coli avec 2 UFC/100 ml, les bactéries coliformes avec 4 UFC/100 ml et les bactéries sulfitoréductrices avec 5 UFC/100**. Le tableau présenté en page suivante met en regard les teneurs de l'eau brute avec ces seuils de distribution.

À noter également la teneur en nitrates de 38.3 mg/l ainsi que la trace des pesticides suivants : atrazinedéséthyl à 0.057 µg/l et atrazine déséthyl déisopropyl à 0.038 µg/l.

Paramètres	Unités	Valeurs mesurées	Limites et références de qualité
Paramètres microbiologiques			
Escherichia coli	UFC/100 ml	2	0
Entérocoques	/100 litres	< 1	0
Oocystes de Cryptosporidium totaux	UFC/100 ml	<1	
Bactéries coliformes	UFC/100 ml	4	0
Bactéries sulfitoréductrices	UFC/100 ml	5	0
Numération de germes aérobies revivifiables à 22 °C	UFC/ml	4	
Numération de germes aérobies revivifiables à 36 °C	UFC/ml	10	
physico-chimie de base			
Carbone organique total	mg/L	0,6	2
Conductivité à 25 °C	µS/cm	617	entre 200 et 1100
Cyanures totaux	mg/L	<0,010	50
Fluorures	mg/L	<0,05	1,5
pH		7,4	compris entre 6.5 et 9
Température	°C	20,6	25
Turbidité	NFU	0,12	1
Cations			
Ammonium	mg/L	<0.05	0,1
Sodium	mg/L	12,1	200
Anions			
Chlorures	mg/L	35	250
Nitrates (NO3)	mg/L	38,3	50
Nitrites (NO2)	mg/L	<0.02	0,5
Sulfates	mg/L	21,9	250
Pesticides			
Pesticides (par substance individuelle)	µg/l	atrazinedéséthyl (0.057), atrazine déséthyl déisopropyl (0,038)	0,1
Somme des pesticides	µg/l	0,095	0,5
Aldrine, Dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde (par substance)	µg/l	<0.005	0,03
Métaux			
Aluminium	mg/l	<0,010	200
Antimoine	µg/l	<1	5
Arsenic	µg/l	<2	10
Baryum	mg/L	0,02	0,7
Bore	mg/L	0,014	1
Cadmium	µg/l	<1	5
Chrome	mg/l	<0,005	50
Cuivre	mg/L	<0.010	2
Fer total	µg/l	<10	200
Manganèse	µg/l	<10	50
Mercuré	µg/l	<0.01	1
Nickel	µg/l	<5	20
Plomb	mg/l	<0,002	10
Sélénium	µg/l	<2	10
Composés organiques			
Benzène	µg/l	<0.5	1
Chlorure de vinyle	µg/l	<0.5	0,5
1,2-dichloroéthane	µg/l	<0.5	3
Tétrachloroéthylène et trichloroéthylène	µg/l	<0.5	10
Benzo[a]pyrène	µg/l	<0.005	0,01
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	µg/l	<0.005	0,1
Paramètres	Unités	Valeurs mesurées	Limites et références de qualité
Radioactivité			
Activité alpha globale	Bq/l	< 0.03	En cas de valeur supérieure à 0.10, il est procédé à l'analyse des radionucléides spécifiques définis dans l'arrêté mentionné à l'article R.1321-20
Activité bêta globale résiduelle	Bq/l	0,056	En cas de valeur supérieure à 1.0, il est procédé à l'analyse des radionucléides spécifiques définis dans l'arrêté mentionné à l'article R.1321-20
Dose totale indicative (DTI)	mSv/an	-	0,1
Tritium	Bq/l	<10	100
Radon	Bq/l	<6,1	100

Tableau 7 : Résultats d'analyse sur le prélèvement effectué le 26/07/2018 sur le forage de l'abbaye F1 comparés aux normes de distribution d'eau potable

13.3.2 Résultats d'analyses de F2 lors du pompage simultané

Un prélèvement d'eau a été réalisé le 26 juillet 2018 sur le forage F2, après le pompage de longue durée simultané sur les forages F1 et F2. Les résultats d'analyse sont joints en annexe.

Les résultats d'analyses d'eau brute type première adduction sont non conformes aux seuils définis par l'annexe I (**seuils de distribution**) de l'arrêté du 11 Janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité **des eaux destinées à la consommation humaine sur les paramètres Escherichia Coli avec 1 UFC/100 ml, les bactéries coliformes avec 1 UFC/100 ml et les bactéries sulfitoréductrices avec 8 UFC/100**. Le tableau présenté en page suivante met en regard les teneurs de l'eau brute avec ces seuils de distribution.

À noter également la teneur en nitrates de 38.1 mg/l ainsi que la trace des pesticides suivants : atrazinedéséthyl à 0.053 µg/l et atrazine déséthyl déisopropyl à 0.039 µg/l.

Paramètres	Unités	Valeurs mesurées	Limites et références de qualité
Paramètres microbiologiques			
Escherichia coli	UFC/100 ml	1	0
Entérocoques	/100 litres	<1	0
Oocystes de Cryptosporidium totaux	UFC/100 ml	<1	
Bactéries coliformes	UFC/100 ml	1	0
Bactéries sulfitoréductrices	UFC/100 ml	8	0
Numération de germes aérobies revivifiables à 22 °C	UFC/ml	32	
Numération de germes aérobies revivifiables à 36 °C	UFC/ml	5	
physico-chimie de base			
Carbone organique total	mg/L	0,6	2
Conductivité à 25 °C	µS/cm	681	entre 200 et 1100
Cyanures totaux	mg/L	<0,010	50
Fluorures	mg/L	<0,05	1,5
pH		7,26	compris entre 6.5 et 9
Température	°C	20,5	25
Turbidité	NFU	0,38	1
Cations			
Ammonium	mg/L	<0.05	0,1
Sodium	mg/L	12,6	200
Anions			
Chlorures	mg/L	37,9	250
Nitrates (NO3)	mg/L	38,1	50
Nitrites (NO2)	mg/L	<0.02	0,5
Sulfates	mg/L	24,8	250
Pesticides			
Pesticides (par substance individuelle)	µg/l	atrazinedéséthyl (0.053), atrazine déséthyl déisopropyl (0,039)	0,1
Somme des pesticides	µg/l	0,092	0,5
Aldrine, Dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde (par substance)	µg/l	<0.005	0,03
Métaux			
Aluminium	mg/l	0,026	200
Antimoine	µg/l	<1	5
Arsenic	µg/l	<2	10
Baryum	mg/L	0,023	0,7
Bore	mg/L	0,014	1
Cadmium	µg/l	<1	5
Chrome	mg/l	<0,005	50
Cuivre	mg/L	<0.010	2
Fer total	µg/l	33	200
Manganèse	µg/l	<10	50
Mercure	µg/l	<0.01	1
Nickel	µg/l	<5	20
Plomb	mg/l	<0,002	10
Sélénium	µg/l	<2	10
Composés organiques			
Benzène	µg/l	<0.5	1
Chlorure de vinyle	µg/l	<0.5	0,5
1,2-dichloroéthane	µg/l	<0.5	3
Tétrachloroéthylène et trichloroéthylène	µg/l	<0.5	10
Benzo[a]pyrène	µg/l	<0.005	0,01
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	µg/l	<0.005	0,1
Paramètres	Unités	Valeurs mesurées	Limites et références de qualité
Radioactivité			
Activité alpha globale	Bq/l	< 0.03	En cas de valeur supérieure à 0.10, il est procédé à l'analyse des radionucléides spécifiques définis dans l'arrêté mentionné à l'article R.1321-20
Activité bêta globale résiduelle	Bq/l	<0,04	En cas de valeur supérieure à 1.0, il est procédé à l'analyse des radionucléides spécifiques définis dans l'arrêté mentionné à l'article R.1321-20
Dose totale indicative (DTI)	mSv/an	-	0,1
Tritium	Bq/l	<10	100
Radon	Bq/l	3,6	100

Tableau 8 : Résultats d'analyse sur le prélèvement effectué le 26/07/2018 sur le forage de l'abbaye F2 comparés aux normes de distribution d'eau potable

14 OPERATIONS DE RECEPTION

Les opérations de réception suivantes ont été réalisées le 24 octobre 2018 par la société SOLEO :

- Inspection caméra ;
- Verticalité ;
- Contrôle de cimentation.

Le rapport de diagraphie est joint en annexe.

14.1 Inspection caméra

14.1.1 F1

L'inspection caméra du nouveau forage de L'abbaye F1 est détaillée dans le rapport de diagraphie. Toutefois, de manière synthétique, elle montre que le tubage plein et crépiné sont en bon état et n'ont subi aucun dégât. On observe une couronne de ciment en 12 et 12,19 m/repère correspondant au sabot de cimentation du tube Ø 863 mm foré en 445 mm lors de la phase de reconnaissance. Le niveau statique a été observé à 0.87 m/sol, la réduction à 11.09 m/sol et le fond à 16.9 m/sol. Elle montre également des crépines relativement propres, avec un léger dépôt probablement bactérien. Par ailleurs, le massif de gravier est visible au travers des crépines.

14.1.2 F2

L'inspection caméra du nouveau forage de L'abbaye F2 est détaillée dans le rapport de diagraphie. Toutefois, de manière synthétique, elle montre que le tubage plein et crépiné sont en bon état et n'ont subi aucun dégât. Le niveau statique a été observé à 0.87 m/sol, le haut des crépines à 10.11 m/sol et le fond à 20.76 m/sol. Elle montre également des crépines relativement propres, avec un léger dépôt probablement bactérien. Par ailleurs, le massif de gravier est visible au travers des crépines.

14.2 Contrôle de la cimentation par la méthode CBL

Les mesures de résonance mécanique du tubage sous l'effet d'une excitation acoustique permettent de confirmer la bonne cimentation du tubage en Ø 609 mm pour le F1 et du tubage Ø 863 mm pour le F2.

14.3 Contrôle de la verticalité

D'après les mesures de verticalité, l'inclinométrie du forage F1 est de l'ordre de 0.3 à 0.5° et celle du forage F2 est de l'ordre de 0.3 à 0.7°. Ce qui est acceptable car **la déviation d'un forage ne doit pas dépasser 1° par tranche de 30 mètres d'après la norme forage.**

14.4 Micromoulinet sur le forage F2

Les mesures réalisées montrent que la totalité des arrivées d'eau se situent entre 10.01 et 12,86 m/sol.

ANNEXE 1 :
**Résultats d'analyse type première adduction des eaux
brutes des forages F1 et F2**

ANNEXE 2 :

Rapport de diagraphie des forages F1 et F2