



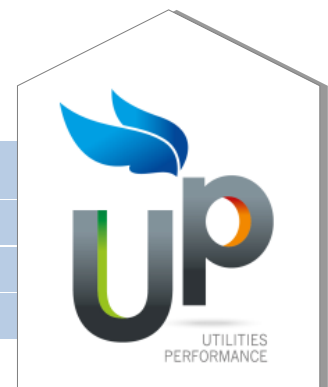
Recherche de nouvelles
ressources en eau potable

Chartres Métropole (Eure-et-Loir, 28)

Rapport de fin de travaux du forage définitif de St-Prest Le Gorget



REDACTION		DIFFUSION	
Rédigé par	Document	Rapport Fin Travaux	
XXXXXXXX	Nombre de pages	38	
	Diffusion le	20/02/2019	





Maître d'ouvrage :

Chartres Métropole

Direction de l'eau

Hôtel de ville - place des Halles

28 000 CHARTRES

Tél : 02 37 91 35 20



Maitrise d'œuvre :

Utilities Performance

26 rue du pont Cotelle

45100 ORLEANS

Tél : 02.38.45.42.42

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	9
4	RAPPELS	12
4.1	Coupe géologique et technique du sondage de reconnaissance	12
4.2	Coupe géologique et technique du piézomètre	14
4.3	Diagraphie gamma-ray réalisée sur le sondage de reconnaissance	15
4.4	Micromoulinet réalisé sur le sondage de reconnaissance	16
5	COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU PIEZOMETRE AUX ALLUVIONS	17
6	COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE DEFINITIF	18
7	PHASE DE NETTOYAGE-DEVELOPPEMENT	20
7.1	Développement à la pompe & pistonage	20
7.2	Acidification	20
8	ESSAIS DE POMPAGE	21
8.1	Essais de pompage par paliers	21
8.2	Essais de pompage de longue durée	24
8.3	Incidence du pompage sur la piézométrie et l'Eure	26
8.4	Suivi physico-chimique lors du pompage	27
9	RESULTATS D'ANALYSES D'EAU	28
10	MICROMOULINET ET PROFIL TEMPERATURE - CONDUCTIVITE	30
11	OPERATIONS DE RECEPTION	31
11.1	Inspection caméra	31
11.2	Contrôle de la cimentation par la méthode CBL	31
11.3	Contrôle de la verticalité	31
12	CALCUL DES ISOCHRONES ET DE LA ZONE D'APPEL	32

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 et piézomètres du Gorget à St-Prest.....	8
Figure 3 : Coupe géologique et technique du forage de reconnaissance du Gorget à St-Prest.....	13
Figure 4 : Coupe géologique et technique du piézomètre de Nogent-sur-Eure 2	14
Figure 5 : Résultats de la diagraphie de la radioactivité naturelle des terrains traversés	16
Figure 6 : Coupe géologique et technique du forage du Gorget à St-Prest	19
Figure 7 : Suivi piézométrique au droit du forage au cours des essais de pompage par paliers	22
Figure 8 : Fiche d'interprétation de l'essai par paliers	23
Figure 9 : Interprétation du pompage de longue durée.....	25
Figure 10 : Evolution du niveau piézométrique au cours de l'essai de pompage de longue durée au droit du forage et des piézomètres.....	26
Figure 11 : Extrait de la carte piézométrique de la nappe de la craie de juillet 1994.....	32
Figure 12 : Zone appel et isochrone 1, 3 et 6 mois et 1 an	34

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 lors des pompages par paliers	21
Tableau 4 : Résultats d'analyse type « première adduction » sur le prélèvement effectué le 04/10/2018 sur le forage du Gorget à St-Prest comparés aux normes de distribution d'eau potable	29
Tableau 5 : Paramètres du cône d'appel et des isochrones du captage du Gorget.....	33

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.

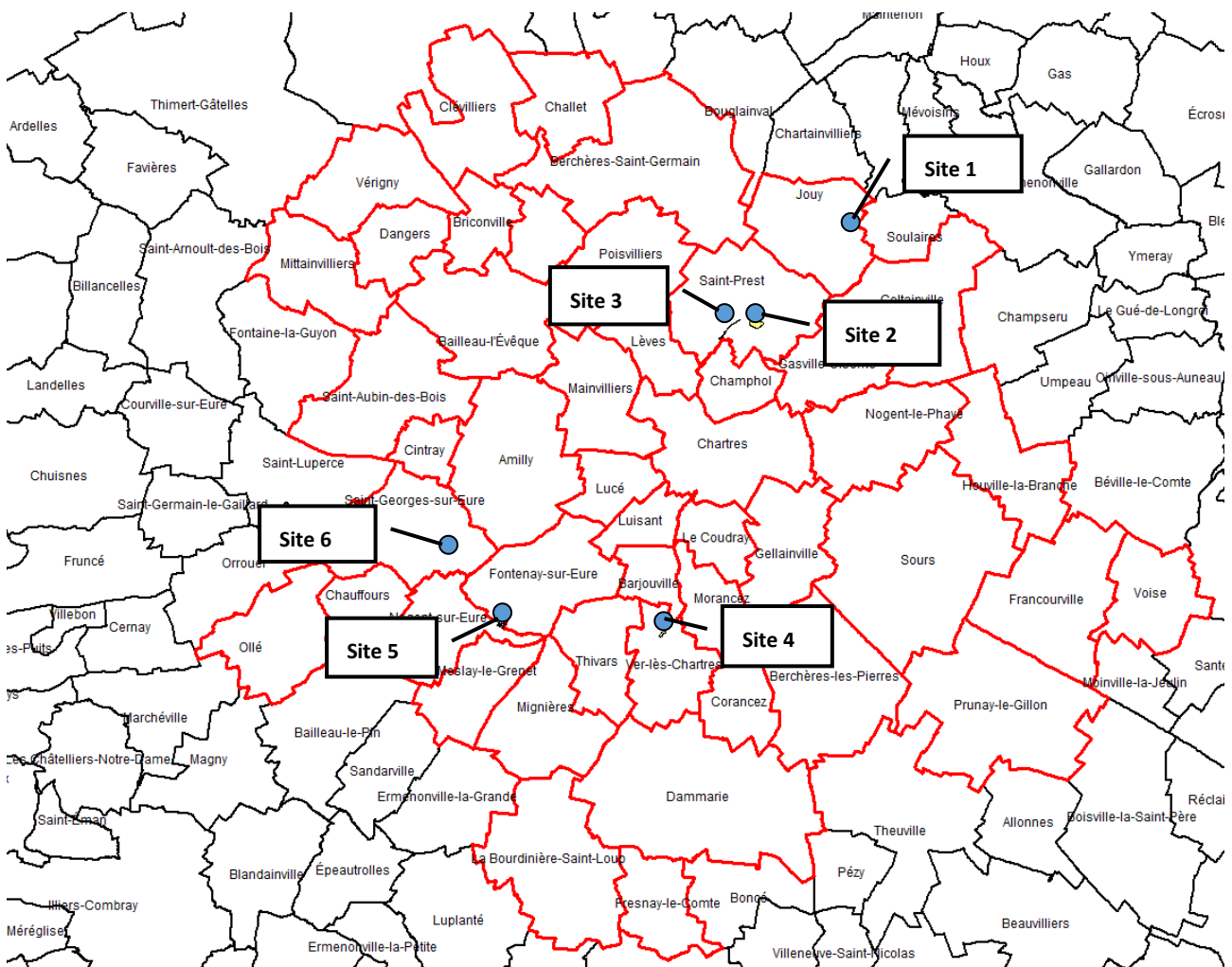


Figure 1 : Campagne de recherche en eau visant la nappe de la craie sur le territoire de Chartres Métropole

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 forage du Gorget à Saint-Prest.

2 LOCALISATION

La localisation du forage et des piézomètres 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 du Gorget	589468.0 m	6821301.2 m	121.7 m	Saint-Prest	AI	35
Piézomètre Craie du Gorget	589467.5 m	6821297.1 m	120.9 m	Saint-Prest	AI	35
Piézomètre Alluvions du Gorget	589480.2 m	6821301.5 m	120.9 m	Saint-Prest	AI	35

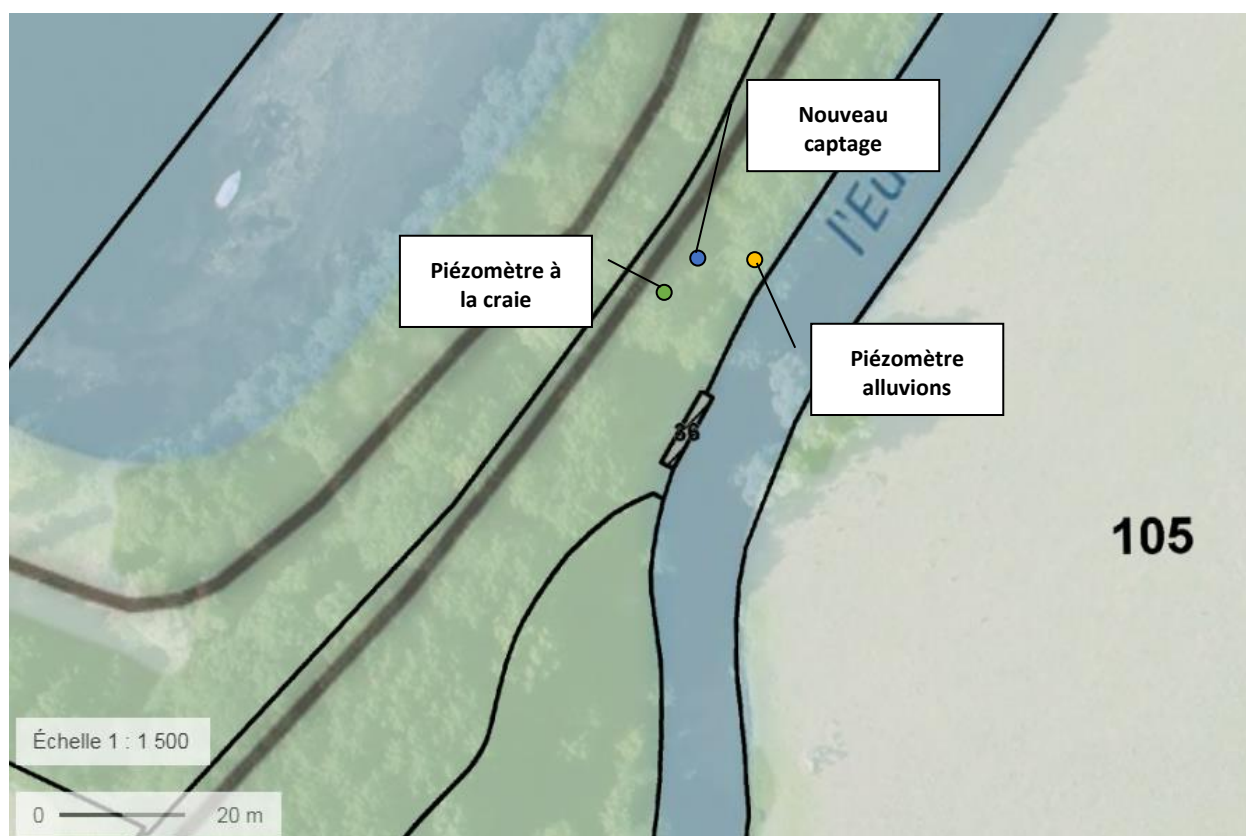


Figure 2 : Localisation du forage et piézomètres du Gorget à St-Prest

3 CHRONOLOGIE DES TRAVAUX REALISES

Pour rappel, le sondage de reconnaissance transformable en forage définitif a été réalisé du 13/07/2017 au 31/08/2017 et le piézomètre en mai 2017.

Le sondage de reconnaissance avait été foré en

- 1200 mm de diamètre de 0 à 8 m, à la tarière,
- 445 mm de 8 à 35 m

Il avait été équipé :

- D'un tubage acier plein de 860 mm de diamètre de 0 à 7.7 m, cimenté à l'extrados
- D'un tubage PVC plein de diamètre 315 mm de 0 à 7.5 m
- D'un tubage PVC crépiné de diamètre 315 mm de 7.5 à 32 m
- D'un tubage PVC plein de diamètre 313 mm de 32 à 35 m

Les travaux de transformation ont débuté le 09 avril 2018.

09/04/2018 :

Mise en place de l'atelier de forage

10/04/2018

Retrait du tubage PVC impossible

Finalisation de la plate-forme de chantier

03 et 04/05/2018

Découpe du tube PVC et nettoyage du trou à l'air-lift

24/05/2018

Mise en place de la foreuse B80

Foration à la tarière en Ø 800 mm jusque 19 m

25/05/2018

Foration à la tarière en Ø 800 mm jusque 20 m et nettoyage du trou au godet

Foration à la tarière en Ø 800 mm jusque 25.5 m et nettoyage du trou au godet

Eboulement des terrains entraînant la modification du programme de travaux initial

12 et 13/07/2018 :

Remblaiement du fond du trou par du gravier puis du sable

Pose tube INOX Ø 610 de +1.33 à -8,17 m/sol (avec centreur diélectrique)

Réalisation d'un bouchon de fond dans l'espace annulaire

16/07/2018

Complément de ciment dans l'espace annulaire

17 et 18/07/2018 :

Complément de ciment dans l'espace annulaire

23/07/2018

Mise en place de la foreuse à l'avancement

24 au 26/07/2018

Foration à l'avancement \varnothing 445 mm jusque 30.75 m/sol

27/07/2018

Mise en place :

- D'un tube INOX \varnothing 273 mm (avec 3 centreurs) :
 - plein de 30.75 à 29.96 m/sol
 - crépiné de 29.96 à 8.72 m/sol, slot 3 mm
- d'un raccord gauche PVC de 8.72 à 7.73 m/sol

Gravillonnage de l'espace annulaire en remontant le tube \varnothing 406 mm avec du gravier 4/8
Nettoyage à l'air-lift

31/07/2018

Poursuite du gravillonnage et complément de gravier

01 et 02/08/2018

Développement du forage à la pompe par phase de marche-arrêt

07 et 09/08/2018

Développement du forage à la pompe par phase de marche-arrêt
Développement du forage par pistonnage à l'air

11/09/2018

Injection d'une tonne d'acide à 23 m et chasse d'eau de 10 m³
Retrait à l'air-lift après quelques heures d'attente

12/09/2018

Pompage par paliers de 40, 60, 80 et 100 m³/h puis développement à la pompe

13/08/2018

Passage au micromoulinet
Développement à la pompe

18/09/2018

Injection d'une tonne d'acide diluée à 50% à 15 m
Retrait à l'air-lift après quelques heures d'attente

19/09/2018

Pompage par paliers de 40, 60, 80 et 100 m³/h puis développement à la pompe

20/09/2018

Injection d'une tonne d'acide à 20 m
Pompage par paliers de 40, 60, 80 et 100 m³/h puis développement à la pompe

25/09/2018

Pompage par paliers de 60, 80, 100 et 120 m³/h puis développement à la pompe

01 au 04/10/2018

Pompage de longue durée et prélèvement pour analyse type première adduction

Un piézomètre supplémentaire à été réalisé le 31 mai et 04 juin 2018. Il a été effectué à une profondeur 6.10 m/sol et captage les alluvions de l'Eure.

4 RAPPELS

4.1 Coupe géologique et technique du sondage de reconnaissance

Au stade reconnaissance, le forage était constitué :

- D'un tubage plein acier de 860 mm de diamètre de 0 à 7.7 m/sol, cimenté à l'extrados
- D'un tubage PVC en diamètre 313 mm, gravillonné à l'extrados (calibre 10/16) :
 - Plein de 0 à 7.5 m/sol
 - Crépiné de 7.5 à 32 m/sol (fil enroulé, slot 2 mm)
 - Plein de 32 à 35 m/sol

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

- 0 à 1 m : argile brun sombre
- 1 à 3 m : silex, traces de sable grossier, très peu d'argile (alluvions)
- 3 à 4 m : idem, plus de silex fin
- 4 à 6 m : idem, avec de l'argile brune
- 6 à 7 m : Silex et argile beige clair, gros silex
- 7 à 8 m : gros silex, craie à 7,8 m
- 8 à 13 m : craie altérée – arrivées d'eau
- 13 à 30 m : craie blanche à silex assez compacte

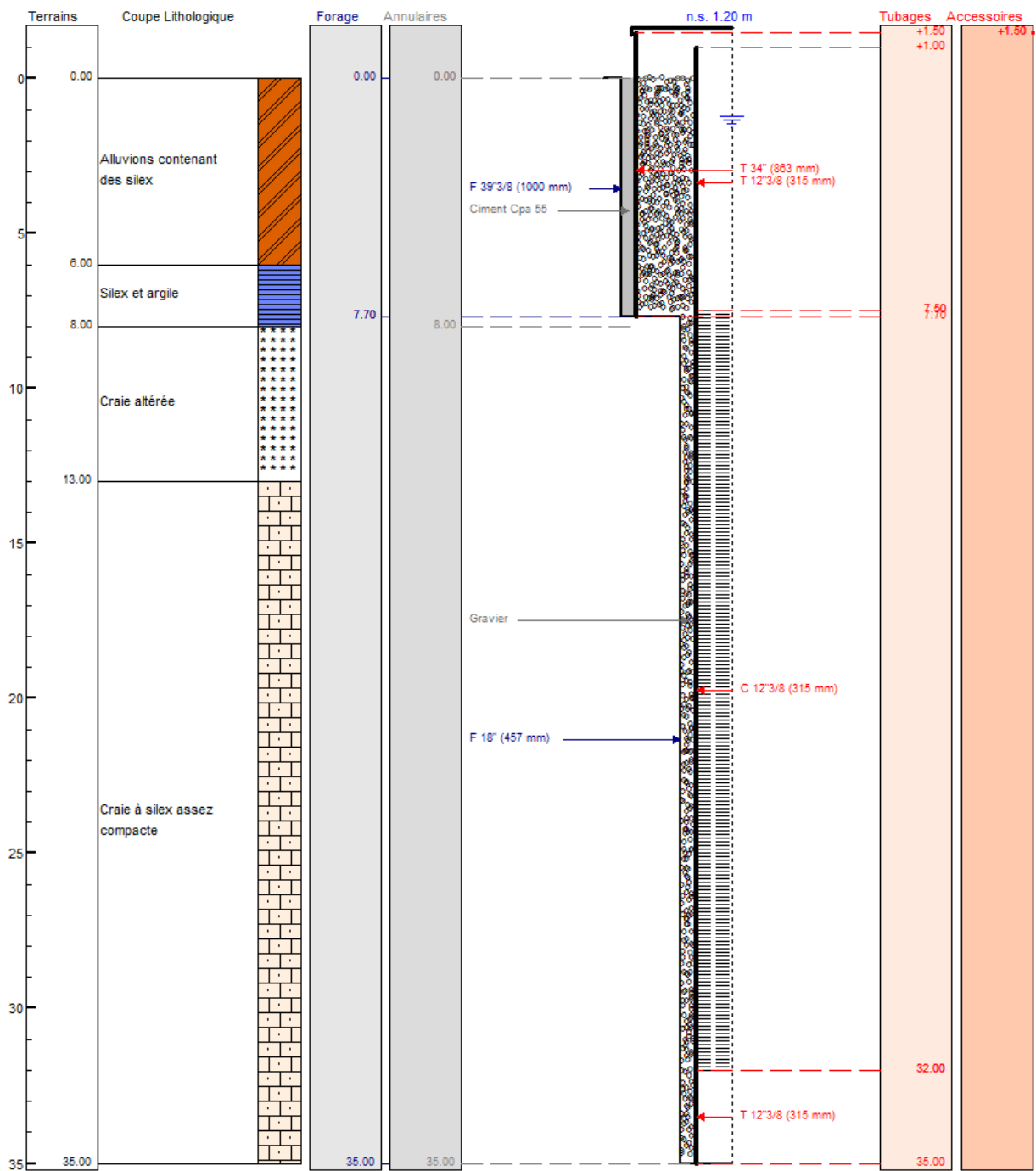


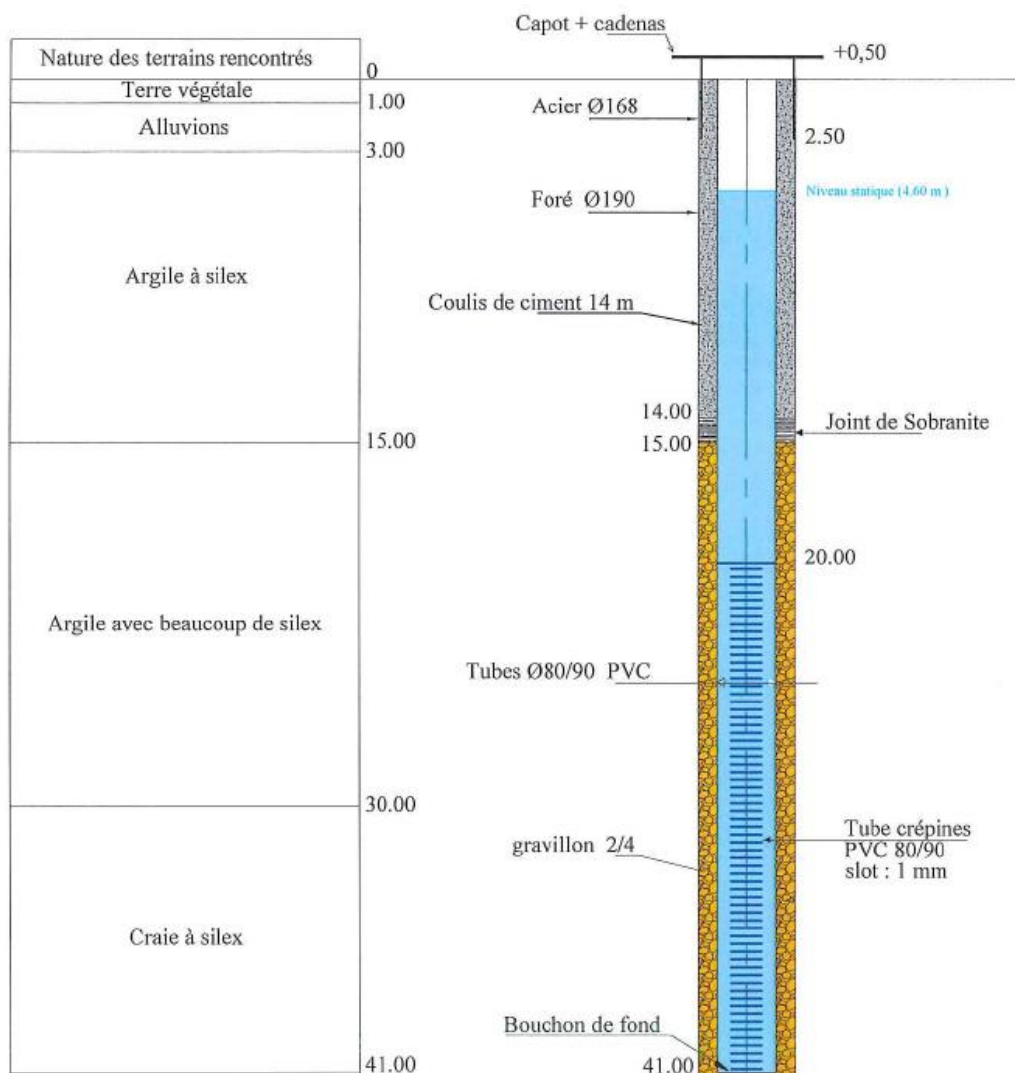
Figure 3 : Coupe géologique et technique du forage de reconnaissance du Gorget à St-Prest

4.2 Coupe géologique et technique du piézomètre

La figure ci-dessous présente la coupe géologique et technique du piézomètre réalisé sur le site du gorget à St-Prest.

Celui-ci a été foré à l'Odex en 190 mm et équipé d'un tube PVC 112/125 plein de +0,5 à 20 m/sol et crépiné de 20 au fond de l'ouvrage.

Le niveau statique a été observé à 4,60 m/sol.



Le Bois Chesneau - 45460 BOUZY LA FORET
TéL : 02.38.58.30.56 - Fax : 02.38.58.30.50
e-mail : exeau@exeau.com
Site : www.exeau-centre.com

Observations :

Section Forage :
fora-st-georges sur eure_2017.dwg

Figure 4 : Coupe géologique et technique du piézomètre de Nogent-sur-Eure 2

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 17 août 2017. Les mesures effectuées permettent de mettre en évidence :

- Limon argileux entre 0 et 1 m de profondeur
- Argiles à silex de 1 à 8,25 m de profondeur
- Craie à silex de 8,25 à 31 m de profondeur

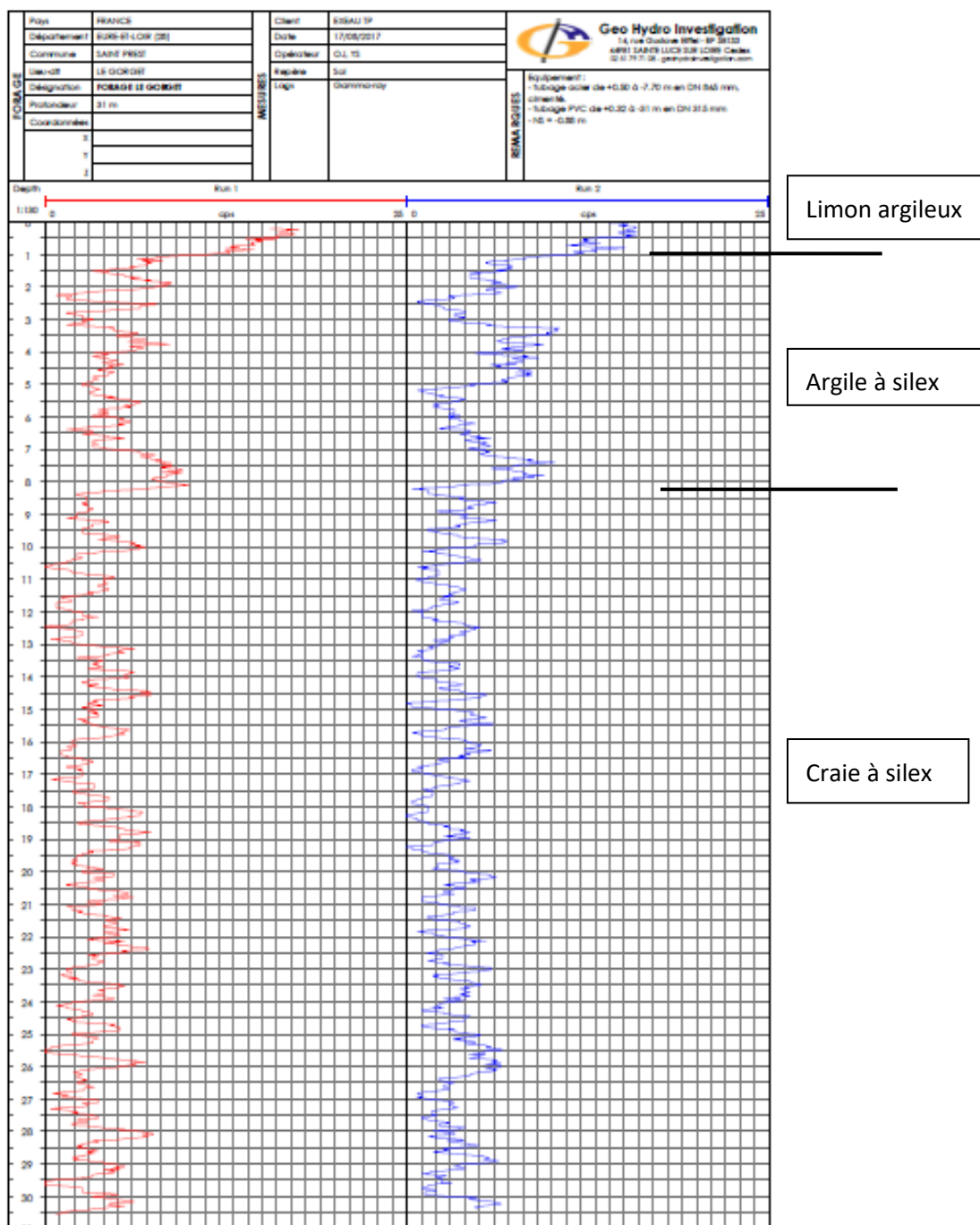


Figure 5 : Résultats de la diagrapie de la radioactivité naturelle des terrains traversés

4.4 Micromoulinet réalisé sur le sondage de reconnaissance

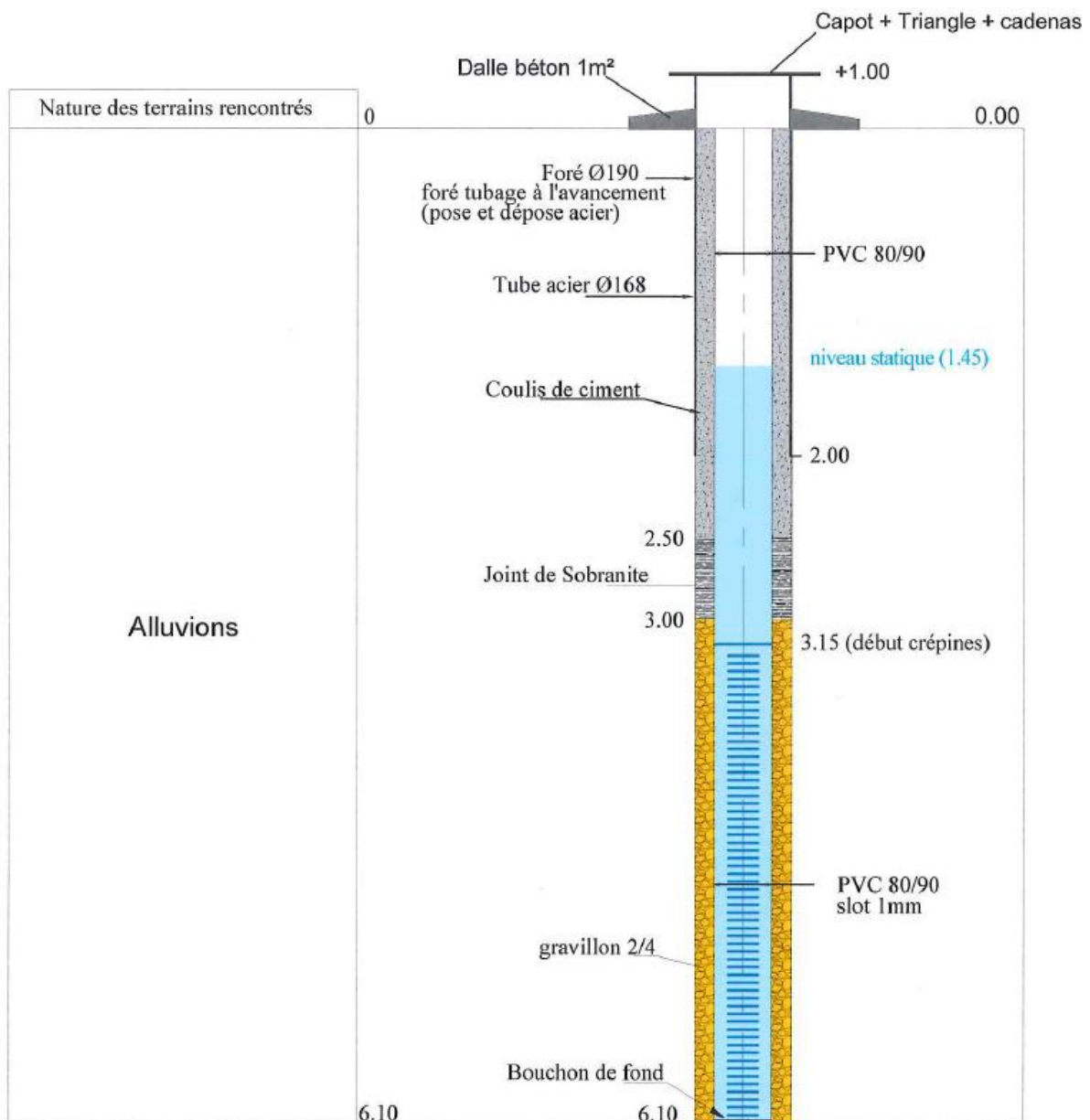
D'après les mesures réalisées au micromoulinet les arrivées d'eau sont réparties comme suit :

- 25 % entre -9,70 et 10,6 m
- 25 % entre 17,2 et 18,5 m
- 50 % entre 24,7 et 28,9 m

5 COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU PIEZOMETRE AUX ALLUVIONS

Le piézomètre aux alluvions est constitué :

- D'un tubage plein acier de 168 mm de diamètre de +1 à -2 m/sol
- D'un tubage PVC en diamètre 80/90 mm, gravillonné à l'extrados :
 - Plein de 0 à 3.15 m/sol
 - Crépiné de 3.15 à 6.10 m/sol (fente, slot 1 mm)



6 COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE DEFINITIF

Le forage définitif est constitué :

- D'un tubage plein acier de 860 mm de diamètre de 0 à 7.7 m/sol
- D'un tubage plein INOX de 609 mm de diamètre de 0 à 8.17 m/sol
- D'un tubage INOX en diamètre 273 mm, gravillonné à l'extrados :
 - Plein de 7.94 à 8.99 m/sol (avec raccord à gauche PVC 250/208)
 - Crépiné de 8.99 à 30.19 m/sol (fil enroulé, slot 3 mm)
 - d'un bouchon de fond de 30.19 à 30.53 m/sol.

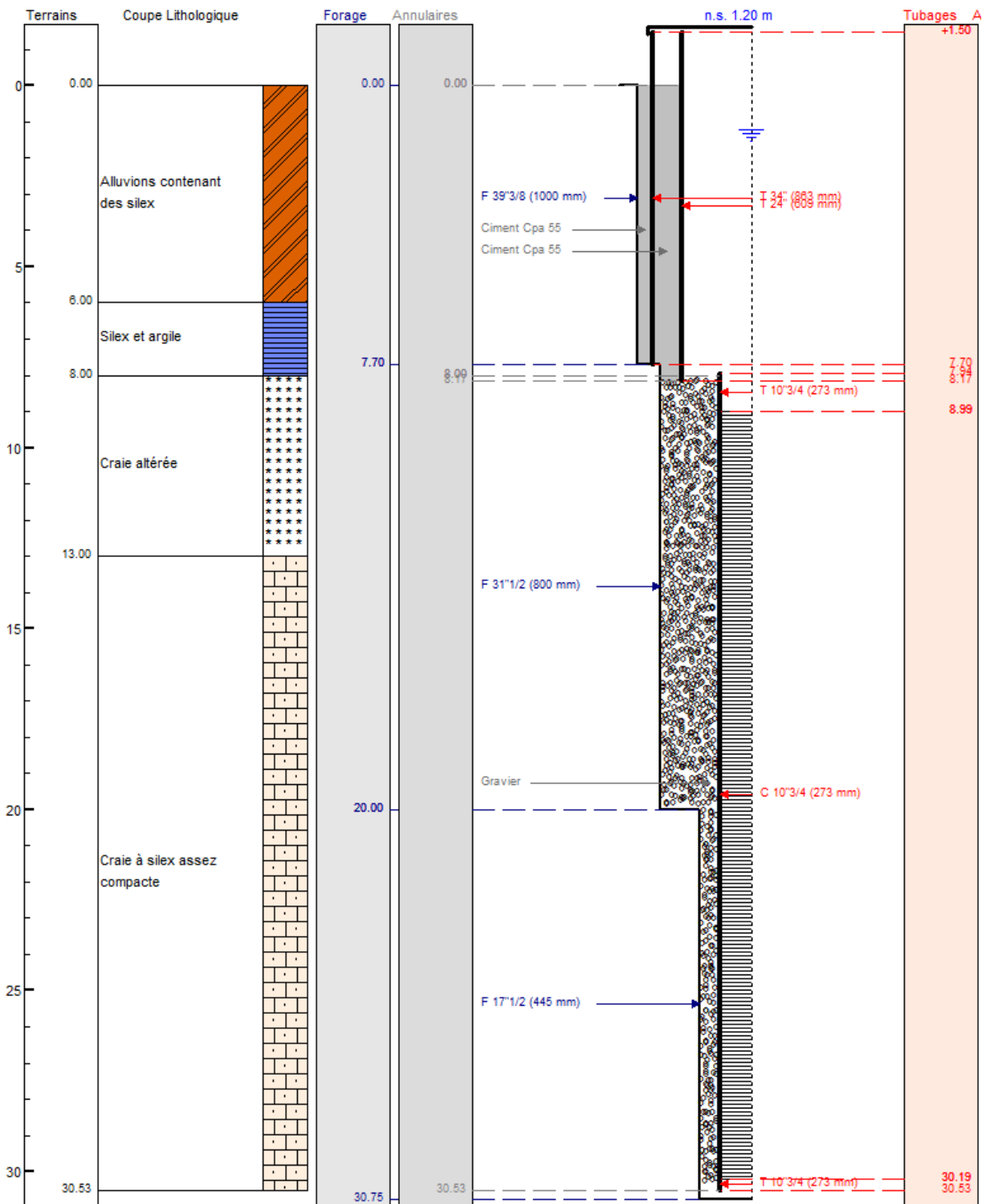


Figure 6 : Coupe géologique et technique du forage du Gorget à St-Prest

7 PHASE DE NETTOYAGE-DEVELOPPEMENT

7.1 Développement à la pompe & pistonnage

L'ouvrage a tout d'abord été développé à la pompe par augmentation progressive du débit et par des séries de marche – arrêt ainsi que par pistonnage à l'air. Les résultats de ces opérations ont été assez limités.

7.2 Acidification

Le forage a été développé à l'acide par l'injection de trois passes d'une tonne d'acide

Avant son développement, le niveau dynamique rabattait de 17.48 m pour un débit de 30 m³/h. Sa productivité était donc de 1,7 m³/h/m.

L'injection d'acide a été réalisée sous pression en trois passes d'une tonne :

- La première à 23 m,
- La deuxième à 20 m,
- La troisième au fond du forage.

Après chaque injection, l'acide a été chassée à l'eau et après 3 heures d'attente, un nettoyage à l'air-lift a été réalisé. Afin des pompages par paliers ont été réalisés pour observer le gain de productivité.

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

Tableau 2 : Résultats obtenus après acidification

Date	Quantité d'acide injectée (t)	Rabattement (m)	Débit (m ³ /h)	Débit spécifique (m ³ /h/m)	Durée pompage (min)
09/09/2018	1	17.48	30	1.7	60
12/09/2018	1	11.46	100	8.7	60
19/09/2018	1	6.5	100	15.4	60
20/09/2018	1	1.99	100	50.3	60

Ces résultats montrent un gain de productivité après chaque passe d'acide.

Ces injections ont permis d'obtenir une productivité de 50 m³/h/m sur ce forage.

8 ESSAIS DE POMPAGE

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

Sur le piézomètre à la craie, la sonde de mesure s'est avérée défectueuse. Nous disposons donc uniquement de quelques données mesurées manuellement sur cet ouvrage.

8.1 Essais de pompage par paliers

L'essai de pompage par paliers non enchaînés a eu lieu le 25 septembre 2018. Les paliers ont été réalisés aux débits de 60, 80, 100 et 120 m³/h.

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

Débit testé (m ³ /h)	Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)
60	2.58	3.45	0.87	69.0
80	2.58	3.9	1.32	60.6
100	2.58	4.56	1.98	50.5
120	2.58	5.37	2.79	43.0

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

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.

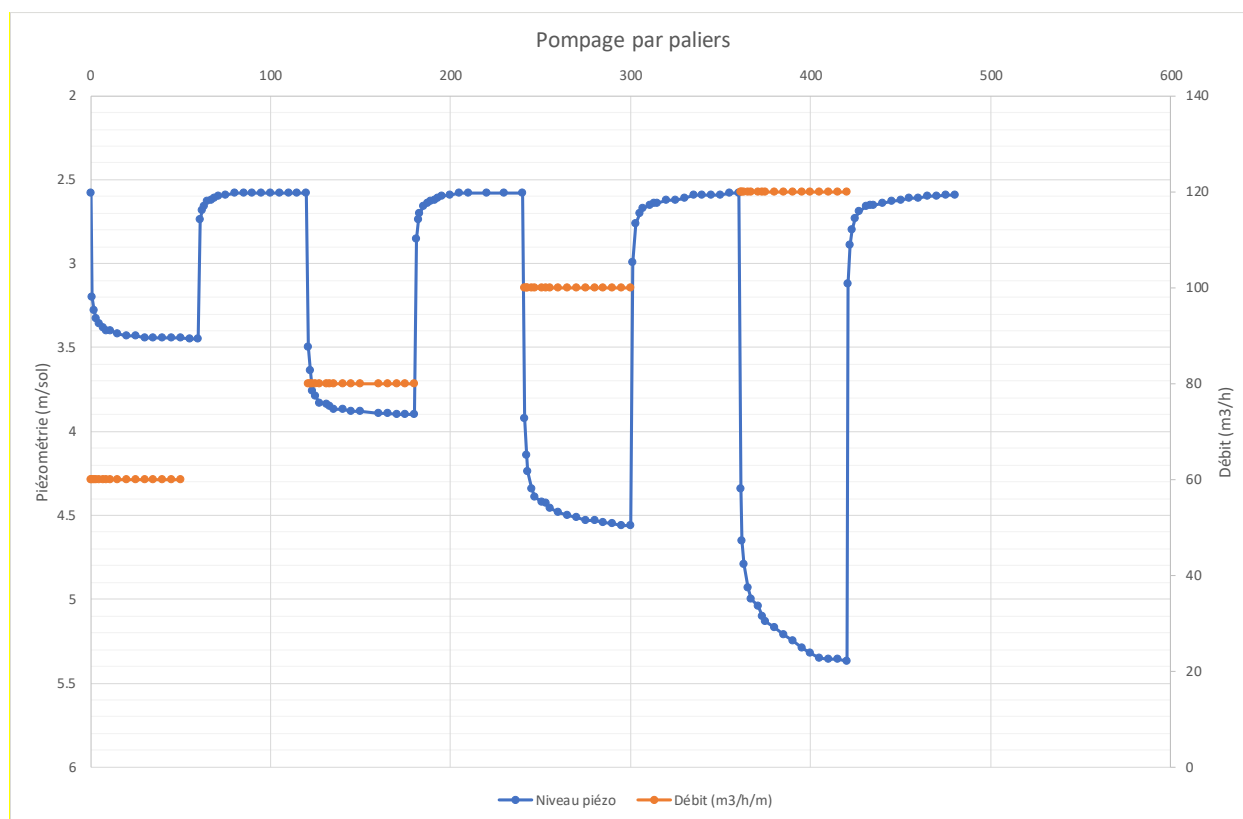


Figure 7 : Suivi piézométrique au droit du forage au cours des essais de pompage par paliers

En fin des deux premiers paliers de débit, le niveau dynamique est pseudo-stabilisé et à la fin des deux derniers, le niveau dynamique n'est pas stabilisé. A la fin de chaque palier, le niveau d'eau remonte très vite à son état de repos pour les deux premiers paliers et un peu moins vite pour les deux derniers.

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

Celle-ci montre que les pertes de charges quadratiques sont supérieures aux pertes de charges linéaires dès le 1er palier. Toutefois, au vu des faibles rabattements observés, l'ouvrage peut être exploité à 120 m³/h.

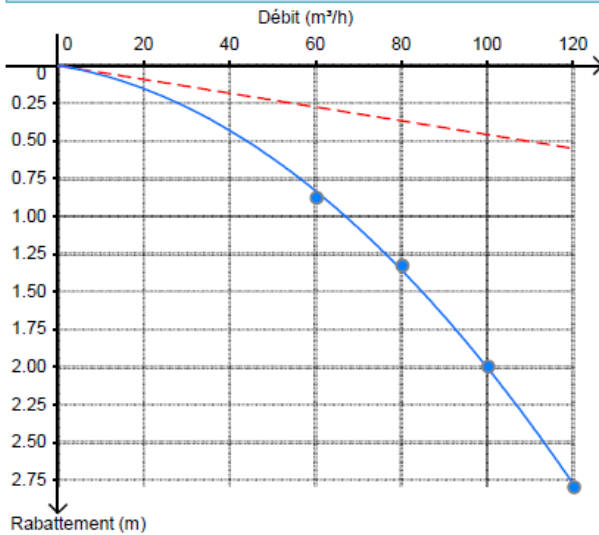


Essai par paliers



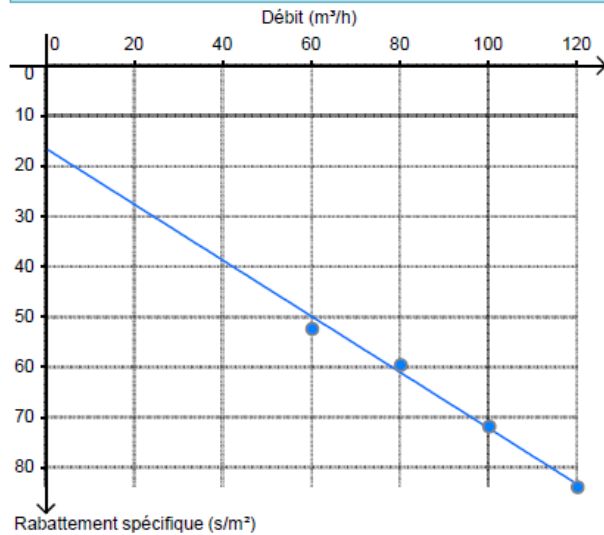
Site	Le Gorget	Client	Chartres Métropole
Projet	Création de nouveau captage d'eau potable	Type d'ouvrage	Puits

Courbe caractéristique



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

Droite des rabattements spécifiques



Légende	
●	Points expérimentaux
—	Rabattement spécifique

Pompage par palier	Débit (m³/h)	Rabattement mesuré (m)	Temps de pompage (min)	Temps de remontée (min)	Rabattement linéaire calculé (m)	Rabattement quadratique calculé (m)	Rabattement spécifique mesuré (h/m²)	Rabattement spécifique calculé (h/m²)	Écart (sim-obs) (m)
Palier 1	60	0.87	60	60	0.27	0.56	1.45×10^{-2}	1.39×10^{-2}	-3.88×10^{-2}
Palier 2	80	1.32	60	60	0.37	0.99	1.65×10^{-2}	1.69×10^{-2}	3.56×10^{-2}
Palier 3	100	1.99	60	60	0.46	1.5	1.99×10^{-2}	2×10^{-2}	1.36×10^{-2}
Palier 4	120	2.79	60	60	0.55	2.2	2.33×10^{-2}	2.31×10^{-2}	-1.48×10^{-2}

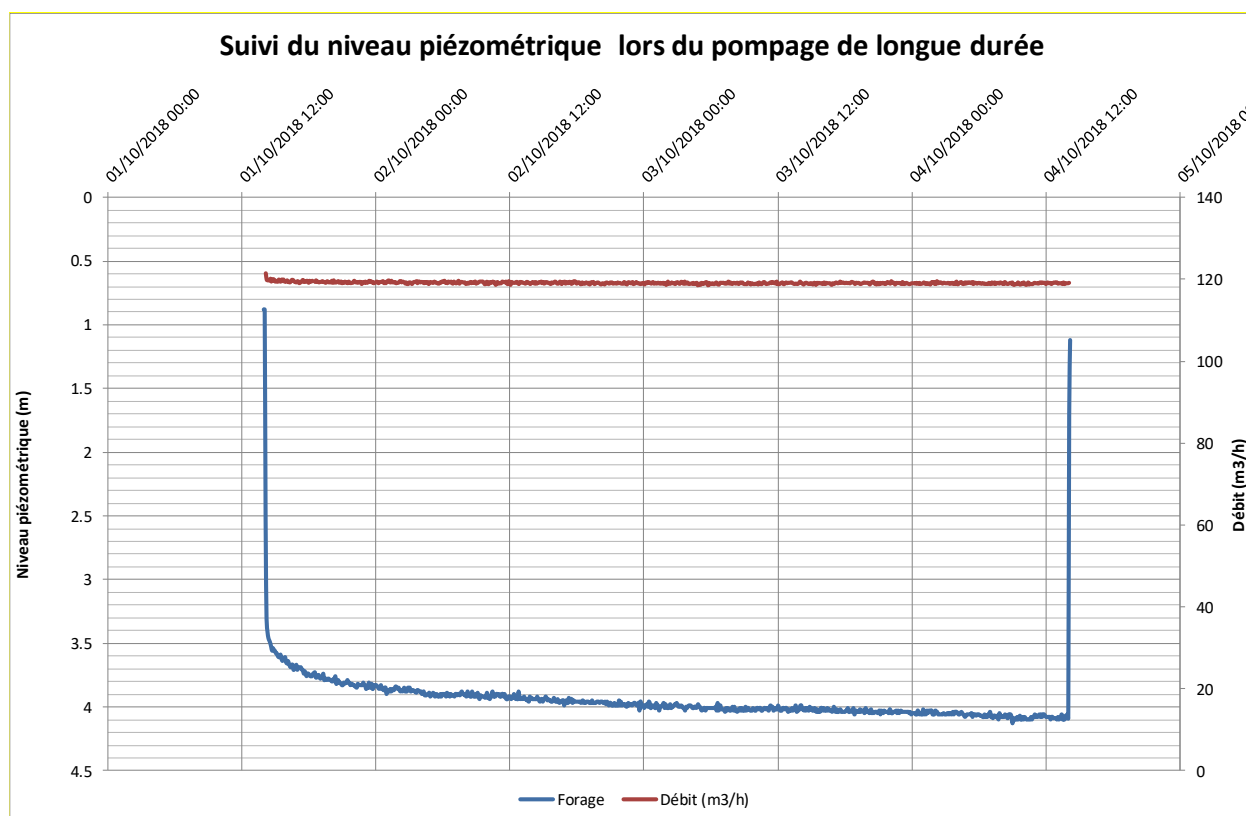
Résultats de l'ajustement		
Coef. de pertes de charges linéaires (B)	$4.58 \times 10^{-3} \text{ h/m}^2$	16.5 s/m²
Coef. de pertes de charges quadratiques (C)	$1.55 \times 10^{-4} \text{ h}^2/\text{m}^5$	2 000 s²/m⁵
Exposant (n)	2.00	

Figure 8 : Fiche d'interprétation de l'essai par paliers

8.2 Essais de pompage de longue durée

L'essai de pompage de longue durée a été réalisé du 01 au 04 octobre 2018 à 119 m³/h.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution du niveau piézométrique enregistré dans le forage au cours du pompage de longue durée.



Commentaire concernant l'évolution du niveau piézométrique du forage :

Avant le lancement du pompage de longue durée, le niveau piézométrique statique a été mesuré à 0.88 m/sol au droit du forage.

En fin de pompage, le niveau piézométrique dynamique atteint 4.08 m/sol.

Le rabattement observé est de 3.2 m sur le forage, le débit spécifique du forage est donc de 37 m³/h/m.

Suite à l'arrêt du pompage, le niveau d'eau retrouve son état initial assez rapidement.

Interprétation des caractéristiques hydrodynamiques au droit du piézomètre et du forage :

L'interprétation de l'évolution du rabattement au droit du forage, à partir du logiciel de traitement des essais de pompage AquiferTest Pro, donne une **transmissivité** calculée avec la formule de Theis de **$2.2 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$** , ce qui traduit une productivité relativement importante de l'aquifère sollicité, au droit du forage. Voir graphique ci-dessous.

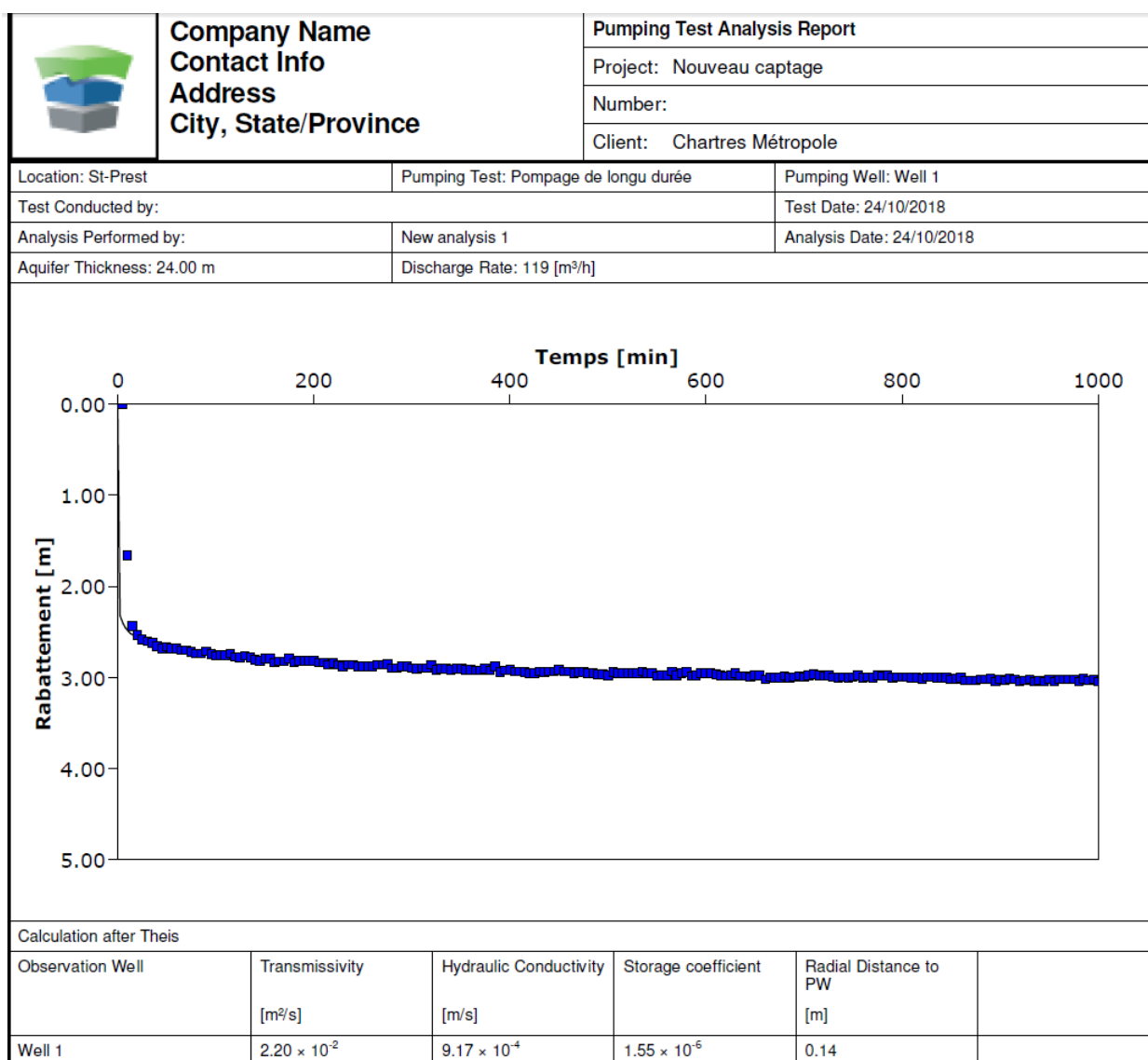


Figure 9 : Interprétation du pompage de longue durée

8.3 Incidence du pompage sur la piézométrie et l'Eure

Le graphique ci-dessous présente l'évolution du niveau piézométrique mesuré au droit du piézomètre à la craie (manuellement) et celui aux alluvions (automatiquement), ainsi que le niveau d'eau de l'Eure, au cours du pompage de longue durée sur le forage.

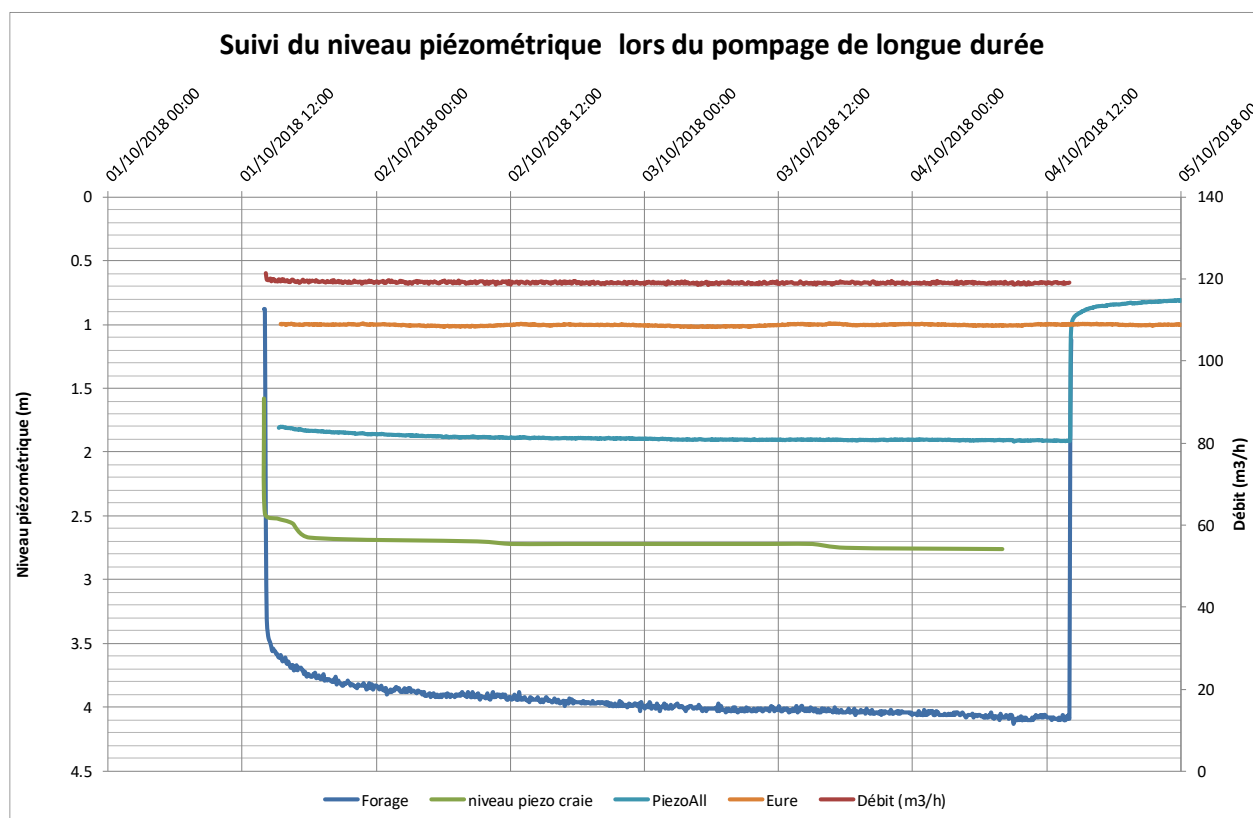


Figure 10 : Evolution du niveau piézométrique au cours de l'essai de pompage de longue durée au droit du forage et des piézomètres

Commentaire concernant l'évolution du niveau piézométrique :

Avant le lancement du pompage de longue durée, le niveau piézométrique statique a été mesuré à 1.58 m/sol au droit du piézomètre à la craie et à 0.81 m/sol au droit du piézomètre aux alluvions.

En fin de pompage, le niveau piézométrique dynamique atteint 2.76 m/sol au droit du piézomètre à la craie et 1.91 m/sol au droit du piézomètre aux alluvions.

Le rabattement observé est donc de 1.18 m sur le piézomètre à la craie et de 1.10 m au droit du piézomètre aux alluvions de l'Eure.

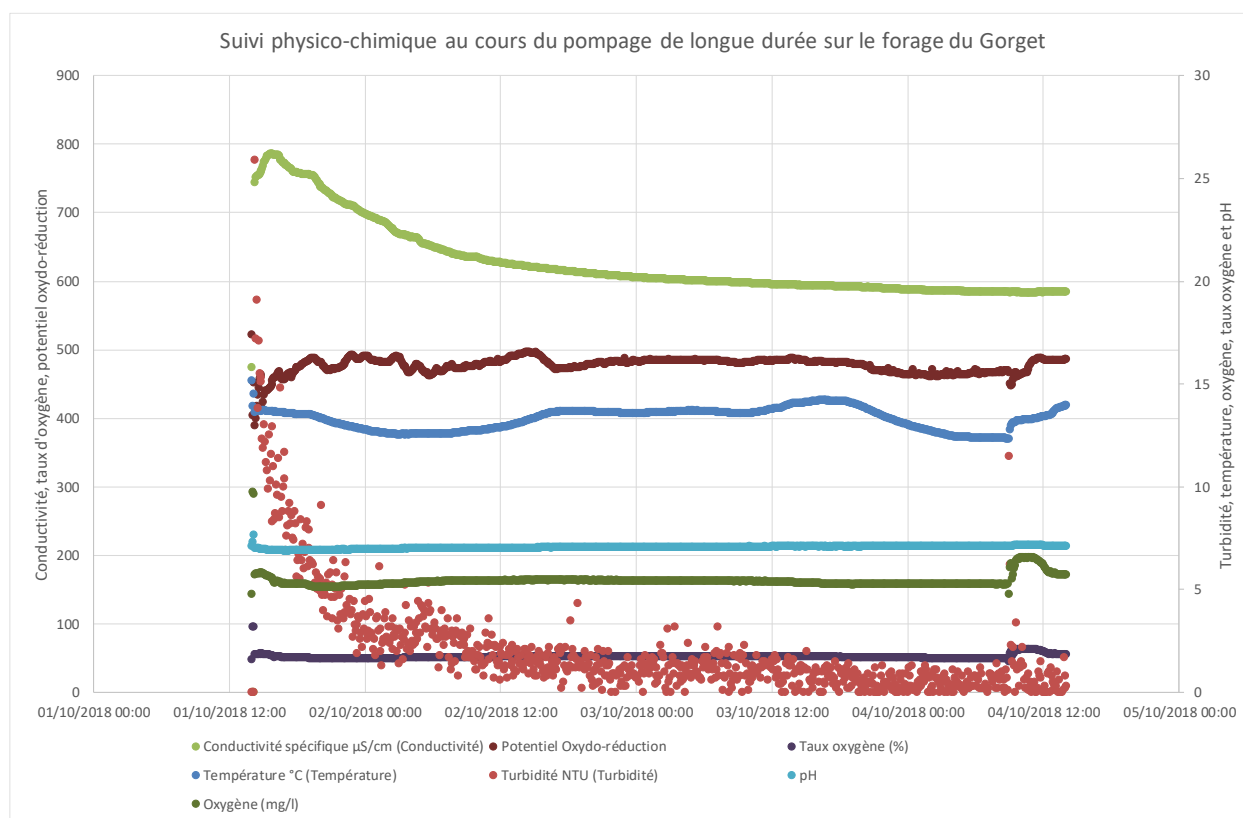
Commentaire concernant l'évolution du niveau d'eau de l'Eure :

D'après les enregistrements du niveau d'eau de l'Eure au cours du pompage de longue durée, le niveau de l'Eure n'est pas influencé par ce pompage réalisé sur le forage du Gorget. Le niveau de l'Eure ne fluctue pas durant le pompage.

8.4 Suivi physico-chimique lors du pompage

Une sonde physico-chimique a été placée dans le forage du Gorget lors du pompage longue durée dans ce forage 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.



La turbidité est de 25 NTU en début de pompage de longue durée. Elle décroît de manière régulière au cours du pompage jusqu'à être proche de 0 en fin de pompage.

La conductivité de l'eau décroît également de manière régulière au cours du pompage de 785 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en début de pompage à 584 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en fin de pompage. Ce qui semble signifier que la minéralisation des arrivées d'eau diminue au cours du pompage ou que la contribution des arrivées d'eau moins minérales augmente au cours du pompage.

Le potentiel d'oxydo-réduction varie de manière aléatoire autour d'une moyenne de 477 mV.

Le pH, la température et le taux d'oxygène de l'eau sont relativement stables au cours du pompage avec :

- Une moyenne de 7 pour le pH,
- Une moyenne de 13,3 °C pour la température
- Une moyenne de 52 % pour le taux d'oxygène.

9 RESULTATS D'ANALYSES D'EAU

Un prélèvement d'eau type première adduction après 72 heures de pompage a été réalisé le 04 octobre 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 6 UFC/100 ml et les bactéries coliformes avec 36 UFC/100 ml**. Le tableau présenté en page suivante met en regard les teneurs de l'eau brute avec ces seuils de distribution.

L'eau brute de ce forage contient également 26.5 mg/l de nitrates et est exempte de pesticides.

Tableau 4 : Résultats d'analyse type « première adduction » sur le prélèvement effectué le 04/10/2018 sur le forage du Gorget à St-Prest comparés aux normes de distribution d'eau potable

Paramètres	Unités	Valeurs mesurées	Limites et références de qualité
Paramètres microbiologiques			
Escherichia coli	UFC/100 ml	6	0
Entérocoques	UFC/100 ml	< 1	0
Oocystes de Cryptosporidium totaux	UFC/100 ml	<1	
Bactéries coliformes	UFC/100 ml	36	0
Bactéries sulfitoréductrices	UFC/100 ml	<1	0
Numération de germes aérobies revivifiables à 22 °C	UFC/ml	140	
Numération de germes aérobies revivifiables à 36 °C	UFC/ml	150	
physico-chimie de base			
Carbone organique total	mg/L	0.4	2
Conductivité à 25 °C	µS/cm	620	entre 200 et 1100
Cyanures totaux	µg/l	<10.0	50
Fluorures	mg/L	0.1	1.5
pH		7.28	compris entre 6.5 et 9
Température	°C	13.1	25
Turbidité	NFU	0.42	1
Cations			
Ammonium	mg/L	<0.05	0.1
Sodium	mg/L	13.4	200
Anions			
Chlorures	mg/L	35.2	250
Nitrates (NO3)	mg/L	26.5	50
Nitrites (NO2)	mg/L	<0.02	0.5
Sulfates	mg/L	12.9	250
Pesticides			
Pesticides (par substance individuelle)	µg/l	< au seuil de détection	0.1
Somme des pesticides	µg/l	<0.5	0.5
Aldrine, Dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde (par substance)	µg/l	<0.005	0.03
Métaux			
Aluminium	µg/l	22	200
Antimoine	µg/l	<1	5
Arsenic	µg/l	<2	10
Baryum	mg/L	0.029	0.7
Bore	mg/L	0.019	1
Cadmium	µg/l	<1	5
Chrome	µg/l	<5	50
Cuivre	mg/L	<0.010	2
Fer total	µg/l	25	200
Manganèse	µg/l	<10	50
Mercuré	µg/l	<0.01	1
Nickel	µg/l	<5	20
Plomb	µg/l	<2	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	0.1
Tritium	Bq/l	<9	100
Radon	Bq/l	6.4	100

10 MICROMOULINET ET PROFIL TEMPERATURE - CONDUCTIVITE

La mesure du flux d'eau a été réalisée selon 3 runs successifs en régime statique et en pompage au débit de 44 m³/h puis de 60 m³/h.

L'analyse du log du flux d'eau (joint en annexe) permet de mettre en évidence :

- Entre 9 et 11.4 m : 52 % des arrivées d'eau
- Entre 15.25 et 18.1 m : 14 % des arrivées d'eau
- Entre 21.9 et 23 m : 15 % des arrivées d'eau
- Entre 29.2 et 29.6 m : 19 % des arrivées d'eau

La mesure du paramètre de température montre une légère chute de 0.4 ° en régime dynamique correspondant à l'arrivée d'eau principale situé entre 9 et 11.4 m.

Le paramètre de conductivité montre une augmentation de celui-ci avec la profondeur quel que soit le régime de mesure et sur des valeurs très élevées, de 700 à 3600 µS/cm.

11 OPERATIONS DE RECEPTION

Les opérations de réception suivantes ont été réalisées le 22 octobre 2018 par la société SOLEO :

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

Le rapport de diagraphie est joint en annexe.

11.1 Inspection caméra

L'inspection caméra du nouveau forage du Gorget 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 0.39 m/sol, la réduction à 8.99 m/sol et le fond à 30.53 m/sol. Elle montre également des crépines bien propres.

Par ailleurs, le massif de gravier est visible au travers des crépines. L'inspection caméra a permis de mettre en évidence un manque de graviers dans l'espace annulaire qui a été complété.

11.2 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.

11.3 Contrôle de la verticalité

D'après les mesures de verticalité, l'inclinométrie du forage est de l'ordre de 0.2 à 0.3°. 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.**

12 CALCUL DES ISOCHRONES ET DE LA ZONE D'APPEL

La zone d'appel ainsi que les isochrones ont été calculés à partir de la formule de Wyssling sur la base d'un débit fictif de $100 \text{ m}^3/\text{h}$, correspondant à un débit d'exploitation de $120 \text{ m}^3/\text{h}$ sur 20 heures par jour lissé sur 24 heures.

Les paramètres de la nappe de la craie, retenus pour ce calcul, sont les suivants :

- Transmissivité : $0,028 \text{ m}^2/\text{s}$
- Porosité : 5 %
- Epaisseur captée : 13.5 m
- Gradient hydraulique : 1.4 ‰ d'après la carte piézométrique de 1994 ci-dessous



Figure 11 : Extrait de la carte piézométrique de la nappe de la craie de juillet 1994

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

<u>Calcul des dimensions de la zone d'appel</u>		
soit :		
B	la largeur du front d'appel (mètres)	708.6
Xo	le rayon d'appel (mètres)	112.8
B'	la largeur du front d'appel à hauteur du captage (mètres)	354.3
Calcul des isochrones		
soit :		
So	: Distance en amont du captage depuis le forage jusqu'à la distance correspondant au temps t souhaité (m).	
Su	: Distance en aval du captage, sur l'axe d'écoulement , depuis le forage jusqu'à la distance correspondant au temps souhaité (m).	
Débit de prélèvement	100	(m ³ /h)
Dimension des isochrones		
	So	Su
Isochrone 1 jour	36.2	31.2
Isochrone 7 jours	108.3	108.3
Isochrone 30 jours	274.3	112.8
Isochrone 50 jours	394.4	112.8
Isochrone 100 jours	670.5	112.8
Isochrone 180 jours	1090.1	112.8
Isochrone 365 jours	2034.5	112.8

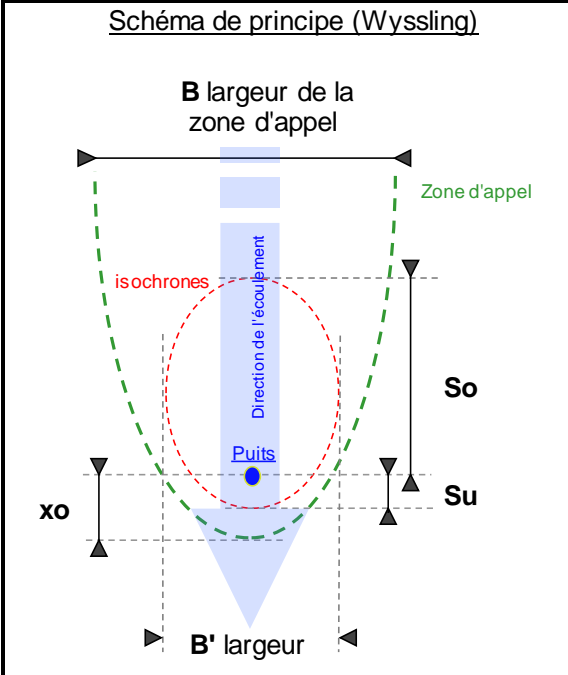


Tableau 5 : Paramètres du cône d'appel et des isochrones du captage du Gorget

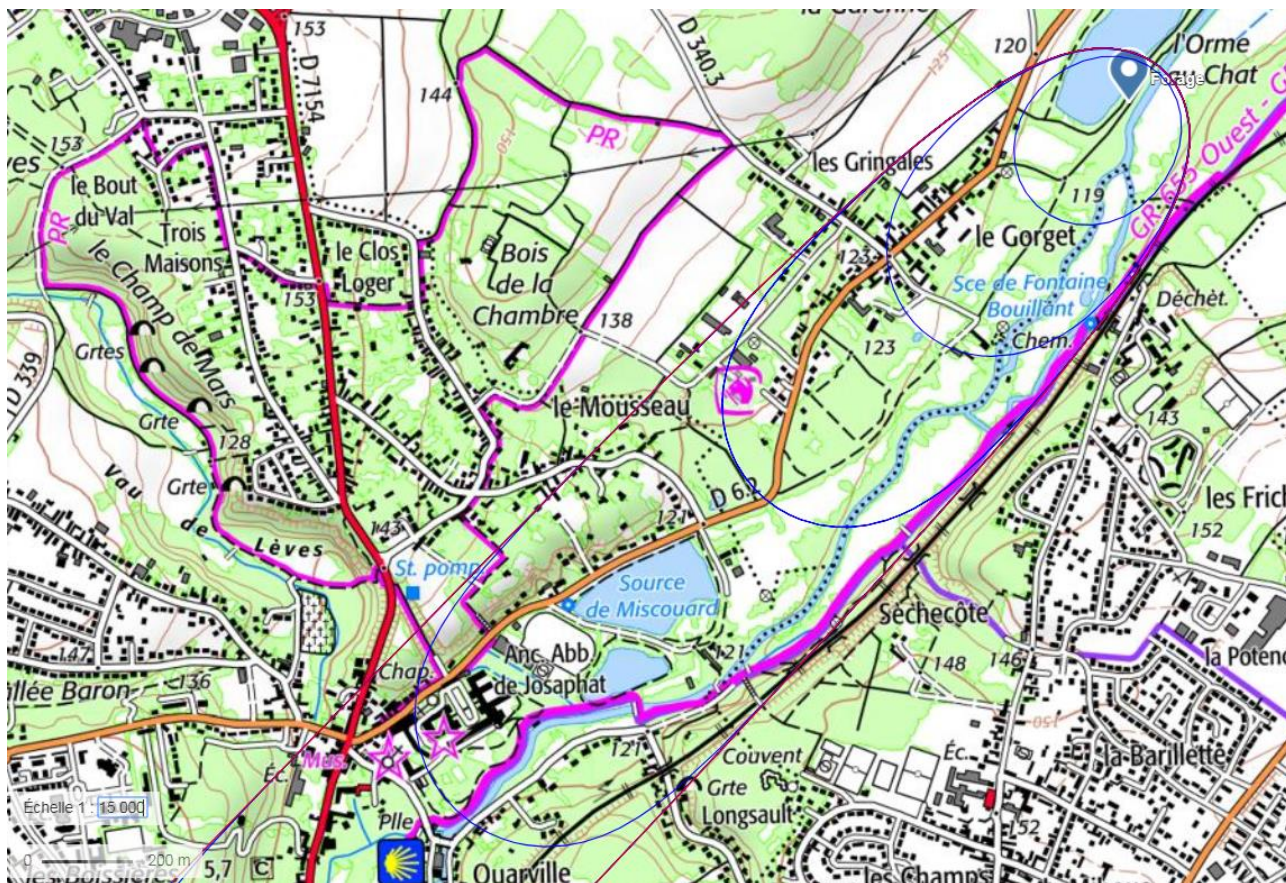


Figure 12 : Zone appel et isochrone 1, 3 et 6 mois et 1 an

ANNEXES :

ANNEXE 1 :
Micromoulinet – température / conductivité
Le Gorget

ANNEXE 2 :

Résultats d'analyse type première adduction des eaux brutes du Gorget

ANNEXE 3 : Rapport de diagrapie