



Recherche de nouvelles
ressources en eau potable

Chartres Métropole (Eure-et-Loir, 28)

Rapport de fin de travaux des forages définitifs de St-Prest La Forte Maison



REDACTION		DIFFUSION	
Rédigé par	Document	Rapport Fin Travaux _A	
Xxxxxx	Nombre de pages	36	
	Diffusion le	16/11/2018	





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	COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DES PIEZOMETRES	11
5	COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE D'EXPLOITATION	13
6	PHASE DE NETTOYAGE-DEVELOPPEMENT.....	15
6.1	Acidification.....	15
6.2	Développement à la pompe.....	15
7	MICROMOULINET	16
8	ESSAIS DE POMPAGE	18
8.1	Essais de pompage par paliers	18
8.2	Essais de pompage de longue durée	21
8.3	Incidence du pompage sur les niveaux piézométriques	23
8.4	Incidence sur le niveau d'eau des cours d'eau.....	24
8.5	Suivi physico-chimique lors du pompage	27
9	RESULTATS D'ANALYSES D'EAU	28
10	OPERATIONS DE RECEPTION	30
10.1	Inspection caméra.....	30
10.2	Contrôle de la cimentation par la méthode CBL	30
10.3	Contrôle de la verticalité	30
11	CALCUL DES ISOCHRONES ET DE LA ZONE D'APPEL	31

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 de la forte maison à St-Prest.....	8
Figure 3 : Coupe géologique et technique du forage de La Forte Maison à St-Prest.....	14
Figure 4 : Profil des arrivées d'eau	17
Figure 5 : Suivi piézométrique au droit du forage au cours des essais de pompage par paliers	19
Figure 6 : Fiche d'interprétation de l'essai par paliers	20
Figure 7 : Interprétation du pompage de longue durée.....	22
Figure 8 : Extrait de la carte piézométrique de la nappe de la craie de juillet 1994.....	31
Figure 9 : Zone appel et isochrone 1, 3 et 6 mois et 1 an	33

Tableaux

Tableau 1 : Coordonnées géographiques et cadastrales des forages réalisés.....	8
Tableau 2 : Rabattements observés au droit du forage lors des pompages par paliers	18
Tableau 3 : Résultats d'analyse type « première adduction » sur le prélèvement effectué le 18/10/2018 sur le forage de la forte Maison à St-Prest comparés aux normes de distribution d'eau potable	29
Tableau 4 : Paramètres du cône d'appel et des isochrones du captage de la Forte Maison.....	32

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.

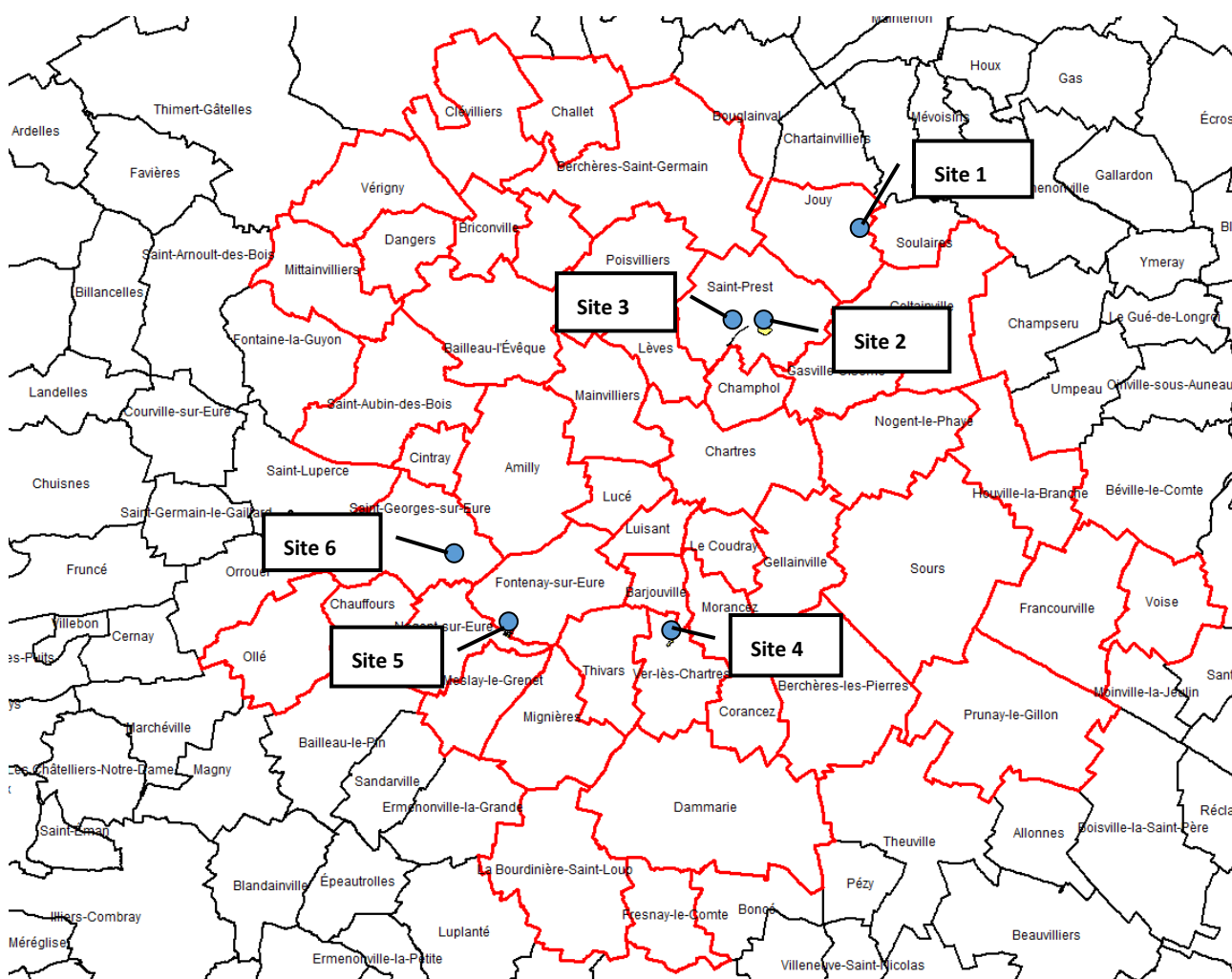


Figure 1 : Campagne de recherche en eau visant la nappe de la craie sur le territoire de Chartres Métropole

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 de la Forte Maison.

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 la Forte Maison	590400 m	6821709 m	117 m	Saint-Prest	ZE	76
Piézomètre Craie de la Forte Maison	590407 m	6821708.69	117 m	Saint-Prest	ZE	76
Piézomètre Alluvions de la Forte Maison	590380 m	6821626 m	117 m	Saint-Prest	ZE	76



Figure 2 : Localisation du forage et piézomètres de la forte maison à St-Prest

3 CHRONOLOGIE DES TRAVAUX REALISES

Pour rappel, le sondage de reconnaissance réalisé en 1977 sur le site de la forte maison à St-Prest avait l'objet de pompages d'essais, d'une inspection caméra et d'un passage au micromoulinet en septembre 2017.

De manière synthétique

1. La caméra avait mis en avant les éléments suivants :

- 0,60 à 12,01 m :	- tube acier plein Ø 503 x 513 mm
12,01 à 23,31 m :	- tube acier crépiné Ø 503 x 513 mm (ouvertures réalisées au chalumeau ou à la disqueuse)

2. Les pompages d'essais avaient mis en avant un débit critique de 175 m³/h et une eau de qualité conforme aux normes distribution d'eau à des fins de consommation humaine
3. Le micromoulinet avait montré des arrivées d'eau situées à 80% entre 13 et 15 m de profondeur et à 20 % entre 13,50 et 13

Il était initialement prévu transformer le sondage existant en retirant le tube acier de 503 mm. Le tubage se déchirant avant d'être retiré, cette solution a été abandonnée et il a été décidé de réaliser un nouveau captage à quelques mètres de ce dernier.

Les travaux de transformation ont débuté le 02 août 2018.

02/08/2018

Foration à la tarière en Ø 600 mm de 0 à 5 m/sol
Alésage en Ø 800 mm de 0 à 5 m/sol
Mise en place d'un tube acier Ø 914 mm à 5 m/sol

04/09/2018

Foration à la tarière en Ø 600 mm puis en Ø 800 de 5 à 10 m/sol
Terrain rebouché à 6 m/sol
Pose d'un tube Ø 860 mm

05/09/2018

Nettoyage au godet 800 mm jusque 8.5 m/sol à l'intérieure du tube Ø 860 mm

06/09/2018

Nettoyage au godet Ø 600 mm jusque 10 m
Foration à la tarière en Ø 600 mm puis en Ø 800 de 10 à 20 m/sol

11/09/2018

Descente du carottier jusqu'à 18 m à cause de bloc de silex à 13 m déviant le forage
Redescente de la tarière \varnothing 800 mm à 20 m

12/09/2018

Nettoyage au godet \varnothing 800 mm jusque 20 m
Foration à la tarière en \varnothing 600 mm puis en \varnothing 800 de 20 à 22 m/sol
Descente du carottier \varnothing 800 mm pour redresser le forage à cause d'un deuxième bloc de silex à 18 m

13/09/2018

Nettoyage au godet \varnothing 800 mm jusque 22 m
Descente du carottier \varnothing 800 mm pour redresser le forage à cause du bloc de silex à 18 m

24/09/2018

Nettoyage au godet \varnothing 800 mm jusque 22 m
Descente du carottier \varnothing 800 mm pour redresser le forage à cause du bloc de silex à 18 m

27/09/2018

Mise en place du tube inox crépiné \varnothing 609 mm à 16.5 m/sol (plein de +1.50 à -3.5 m/sol et crépiné de -3.5 à 16.50 m/sol)
Mise en place du massif de gravier 4/8 à l'extrados des crépines

01/10/2018

Poursuite du gravillonnage en remontant le tube \varnothing 860

02 au 08/10/2018

Développement de l'ouvrage à la pompe jusqu'à 220 m³/h

09/10/2018

Cimentation du \varnothing 609 mm en remontant le tube \varnothing 914 mm

10/10/2018

Complément de ciment en remontant le tube \varnothing 914 mm

11/10/2018

Pompage par paliers de 100, 150, 200 et 230 m³/h

15 au 18/10/2018

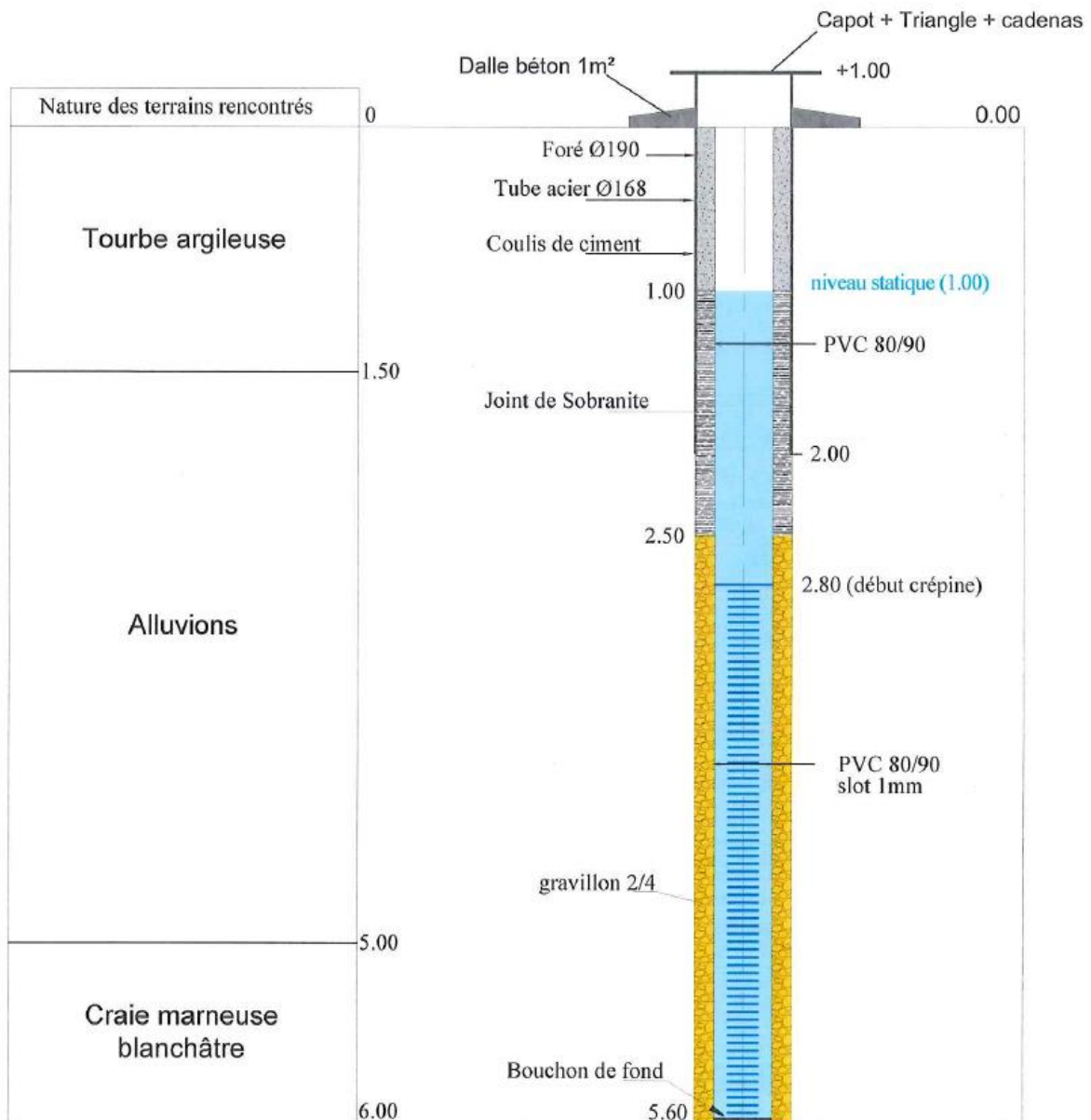
Pompage de longue durée et prélèvement pour analyse type première adduction

Deux piézomètres ont été réalisés sur ce site, un à la craie et un aux alluvions. Le piézomètre à la craie a été réalisé du 23 au 27 juillet 2018 à 20 m de profondeur et le piézomètre aux alluvions le 11 septembre 2018 à 5.6 m de profondeur.

4 COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DES PIEZOMETRES

Le piézomètre aux alluvions est constitué :

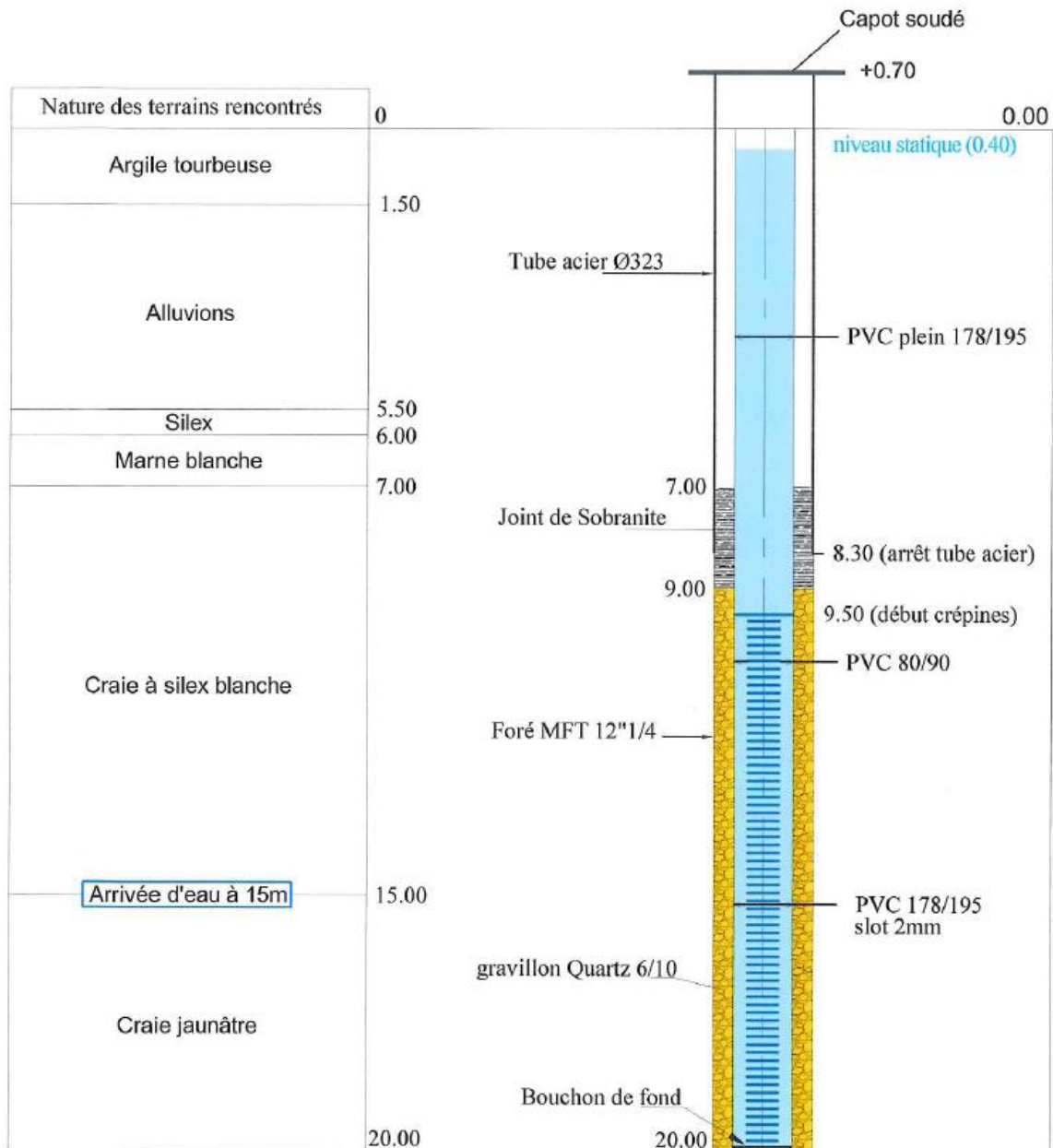
- D'un tubage plein acier de 168 mm de diamètre de +1 à -2 m/sol
- D'un tubage PVC en diamètre 80/90 mm, gravillonné à l'extrados :
 - Plein de 0 à 3.15 m/sol
 - Crépiné de 2.80 à 5.6 m/sol (fente, slot 1 mm)



Résultats : Niveau statique : 1 m au sol

Le piézomètre à la craie est constitué :

- D'un tubage plein acier de 323 mm de diamètre de +0.7 à -8.3 m/sol
- D'un tubage PVC en diamètre 178/195 mm, gravillonné à l'extrados :
 - Plein de 0 à 9.5 m/sol
 - Crépiné de 9.5 à 20 m/sol (fente, slot 2 mm)



5 COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE D'EXPLOITATION

Le forage définitif est constitué d'un tubage INOX en diamètre 609 mm :

- Plein de +1.5 à -3.63 m/sol
- Crépiné de -3.63 à -16.77 m/sol (fil enroulé, slot 3 mm)
- d'un fond crépiné.

L'espace annulaire a été rempli de :

- Gravier 4/8 du fond à -3 m/sol
- Gravier 0.8/1.4 de -3 à -2.5 m/sol
- Ciment de -2.5 m/sol à la surface

L'ouvrage a traversé les terrains suivants :

- 0 à 1 : argiles
- 1 à 6 m, silex franc, de 5 à 15 cm de diamètre
- 6 à 21 m : craie plus ou moins marneuse, stable, présence de silex très durs

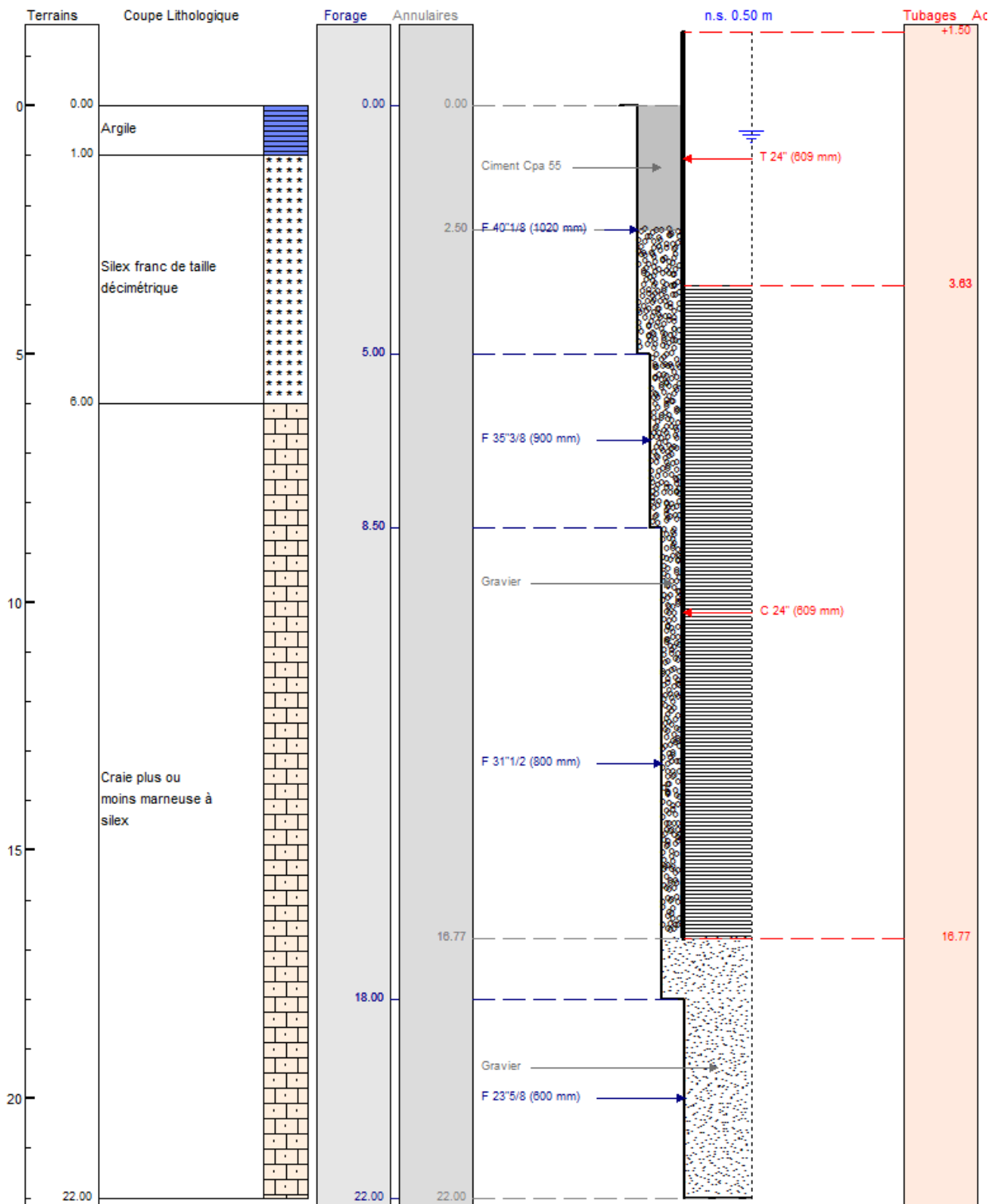


Figure 3 : Coupe géologique et technique du forage de La Forte Maison à St-Prest

6 PHASE DE NETTOYAGE-DEVELOPPEMENT

6.1 Acidification

Au vu de la productivité du forage de la forte maison, l'injection d'acide pour le développer n'a pas été employée.

6.2 Développement à la pompe

L'ouvrage a été développé à la pompe par augmentation progressive du débit.

7 MICROMOULINET

Préalablement à l'équipement du captage, un passage au micromoulinet a été réalisé afin de localiser les arrivées d'eau.

La mesure du flux d'eau a été réalisé en pompage à un débit de 160 m³/h.

D'après le graphe des mesures effectuées (présenté en page suivante) :

- 55 % des arrivées d'eau provient entre 8,5 et 10 m
- 38.75 % des arrivées d'eau provient entre 11 et 14 m
- 6.25 % des arrivées d'eau provient entre 16 et 17 m

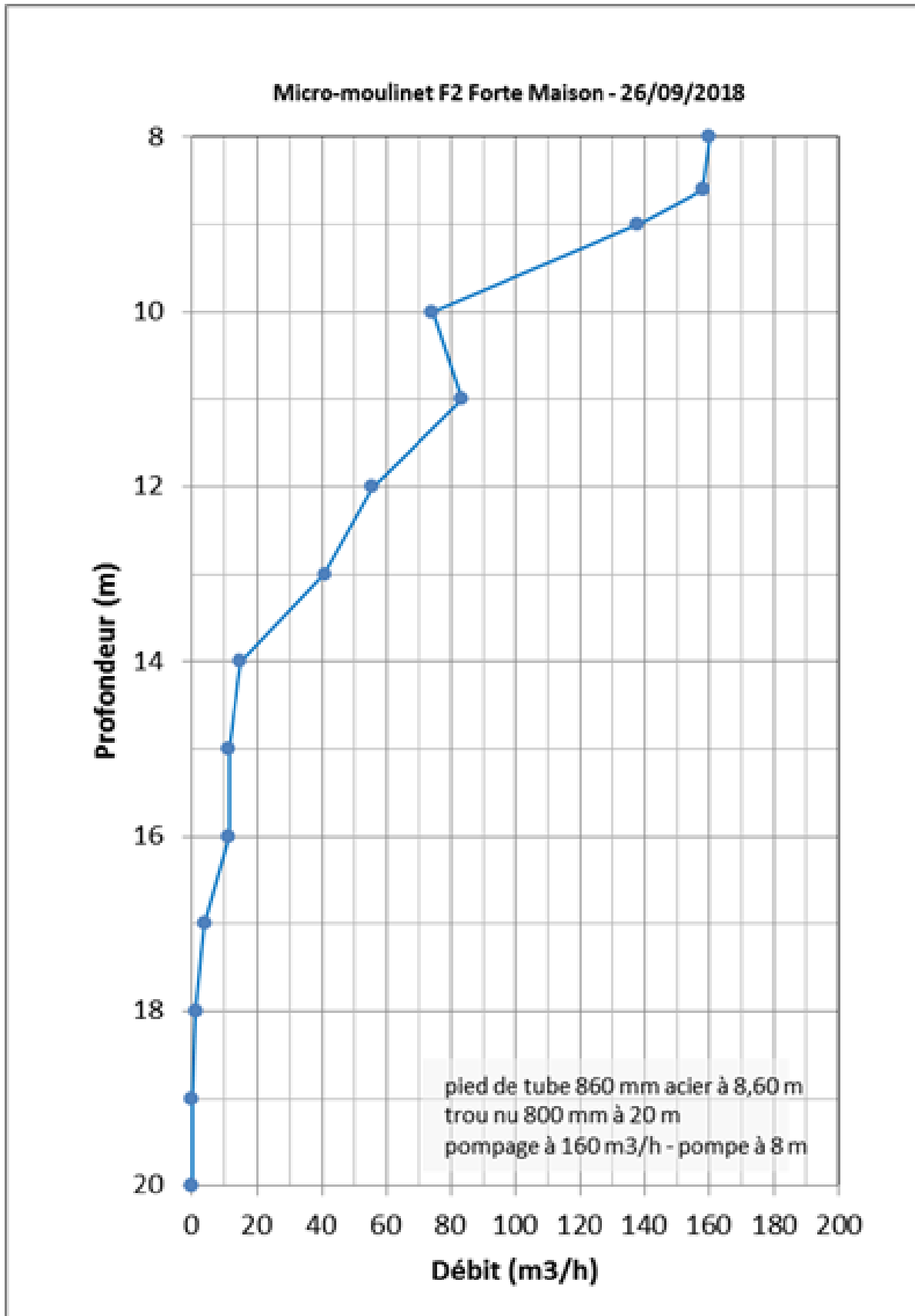


Figure 4 : Profil des arrivées d'eau

8 ESSAIS DE POMPAGE

Au cours des essais de pompage réalisés sur le captage, celui-ci ainsi que l'ancien forage, le piézomètre à la craie, le piézomètre aux alluvions et l'Eure ont été équipés de sonde de niveau d'eau.

Le ru situé au Sud du captage a été équipé d'un déversoir pour mesure du débit.

8.1 Essais de pompage par paliers

L'essai de pompage par paliers non enchaînés a eu lieu le 11 octobre 2018. Les paliers ont été réalisés aux débits de 100, 150, 200 et 230 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)
100	2.02	2.62	0.6	166.7
150	2.05	3.06	1.01	148.5
200	2.05	3.61	1.56	128.2
230	2.1	4	1.9	121.1

Tableau 2 : 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.

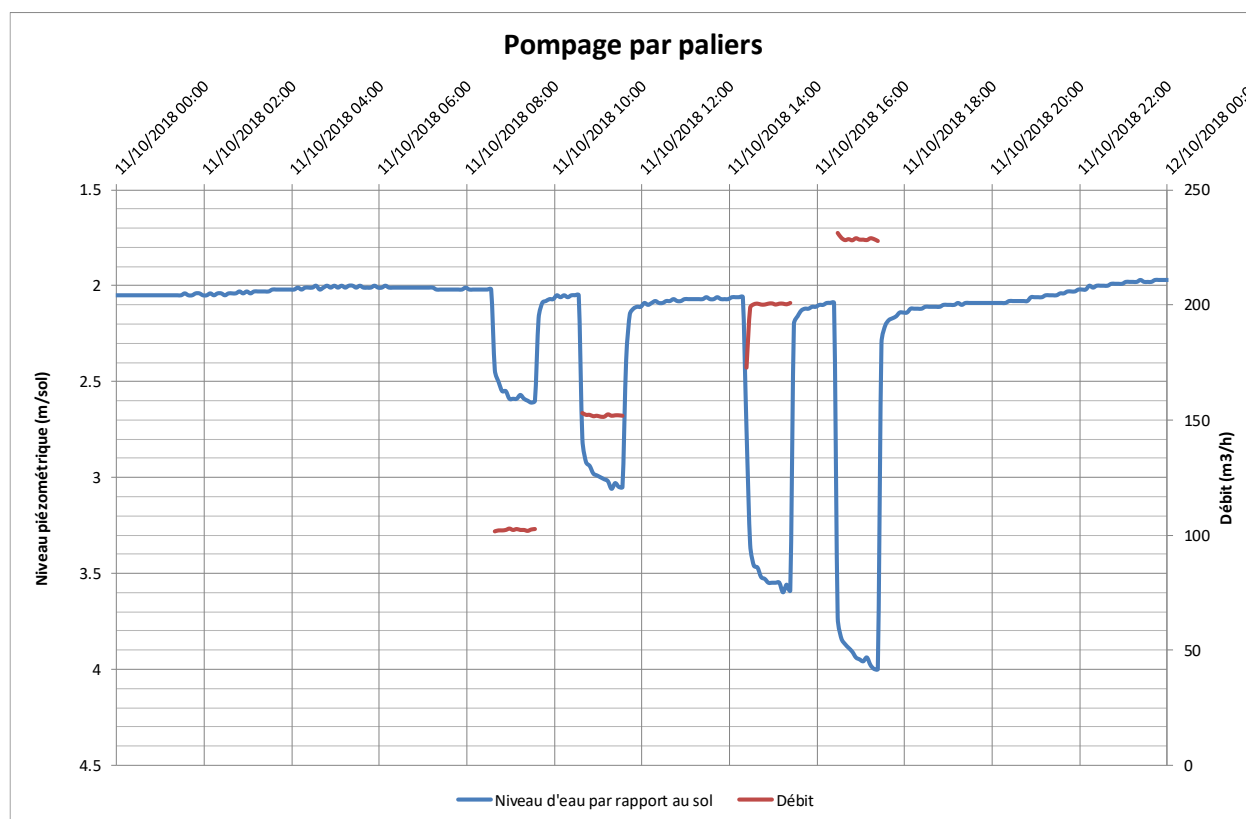


Figure 5 : Suivi piézométrique au droit du forage au cours des essais de pompage par paliers

En fin de chaque paliers, le niveau piézométrique n'est pas stabilisé. 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.

Celle-ci montre que les pertes de charges quadratiques sont inférieures aux pertes de charges linéaires lors de ce pompage par palier hormis pour le dernier palier. Le débit critique de ce forage est donc de 203 m3/h.

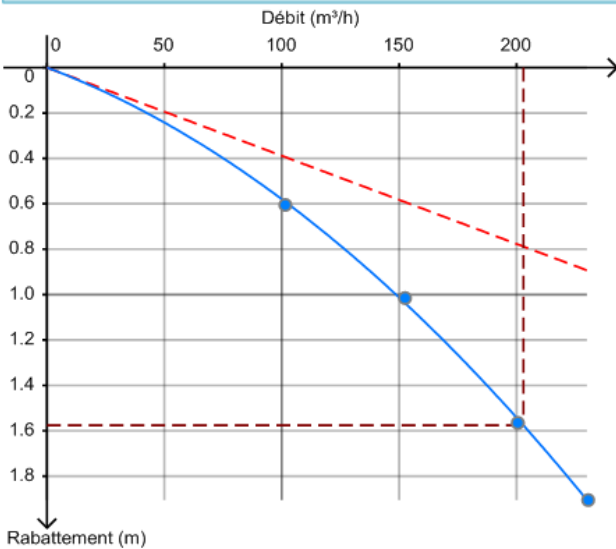


Essai par paliers



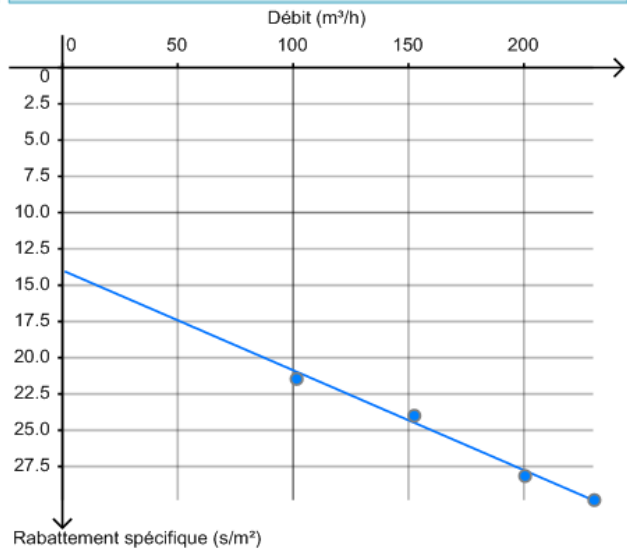
Type d'ouvrage Puits

Courbe caractéristique



Légende	
●	Points expérimentaux
- - -	Débit critique
- - -	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	101	0.6	60	60	0.39	0.2	5.94×10^{-3}	5.82×10^{-3}	-1.26×10^{-2}
Palier 2	152	1.01	60	60	0.59	0.44	6.64×10^{-3}	6.79×10^{-3}	2.24×10^{-2}
Palier 3	200	1.56	60	60	0.78	0.77	7.8×10^{-3}	7.71×10^{-3}	-1.79×10^{-2}
Palier 4	230	1.9	60	60	0.89	1	8.26×10^{-3}	8.28×10^{-3}	5.45×10^{-3}

Résultats de l'ajustement

Coef. de pertes de charges linéaires (B)	$3.88 \times 10^{-3} \text{ h/m}^2$	14 s/m²
Coef. de pertes de charges quadratiques (C)	$1.91 \times 10^{-5} \text{ h}^2/\text{m}^5$	248 s²/m⁵
Exposant (n)	2.00	

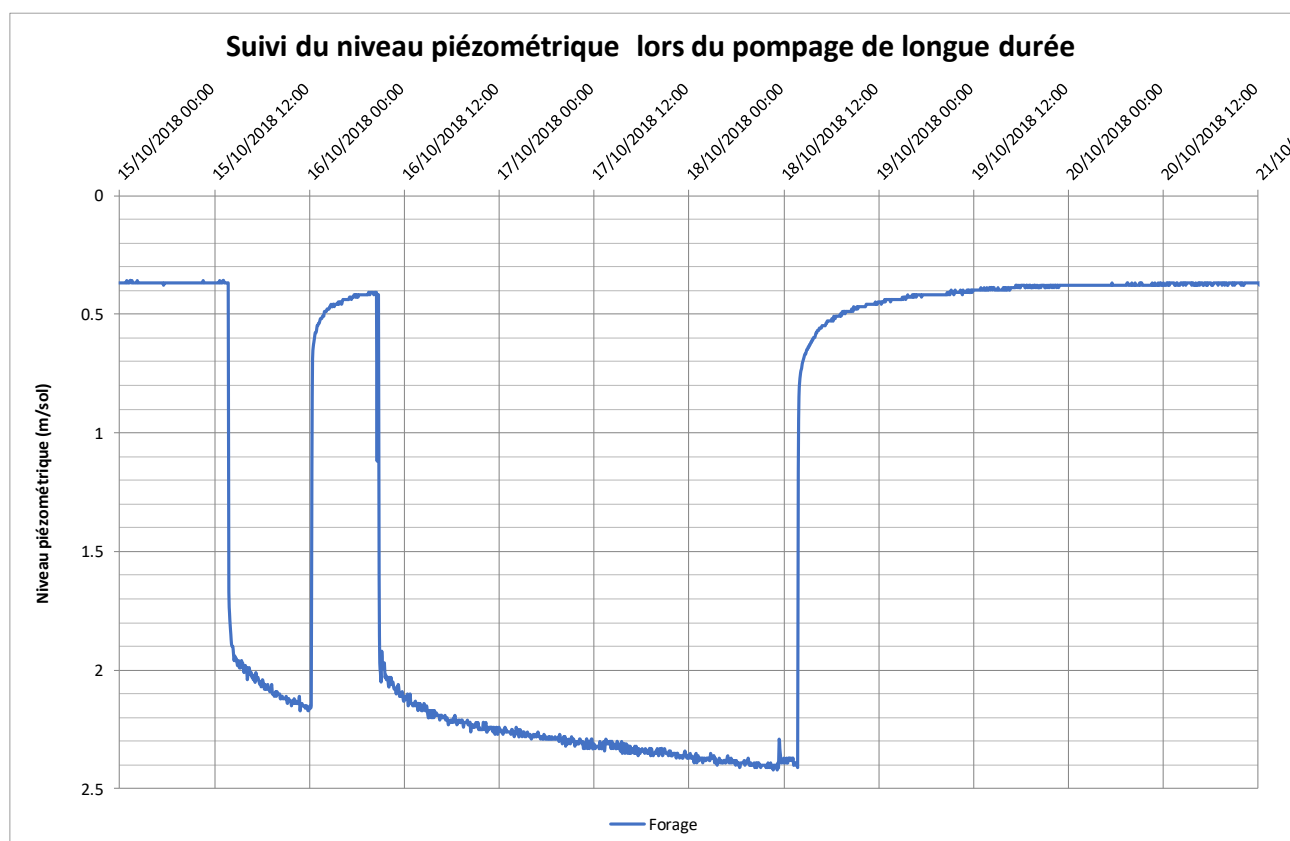
Débit critique 203 m³/h

Figure 6 : 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 15 au 18 octobre 2018 à 200 m³/h. Un arrêt de la pompe est survenu le 16 octobre à minuit dû à une coupure du groupe électrogène. Celle-ci a pu être remise en route à 9h le même jour.

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 au droit du captage :

Avant le lancement du pompage de longue durée, le niveau piézométrique statique a été mesuré à 0.7 m/sol au droit du forage.

En fin de pompage, le niveau piézométrique dynamique atteint 2.38 m/sol.

Le rabattement observé est de 1.78 m sur le forage, le débit spécifique du forage est donc de 112 m³/h/m.

Suite à l'arrêt du pompage, le niveau d'eau retrouve son état initial après un peu plus d'une journée.

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

L'interprétation de l'évolution du rabattement au droit du piézomètre et du forage, à partir du logiciel de traitement des essais de pompage AquiferTest Pro, donne une **transmissivité** calculée avec la formule de Theis de **$2.8 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$** , ce qui traduit une productivité relativement importante de l'aquifère sollicité, au droit du forage. Voir graphique ci-dessous.

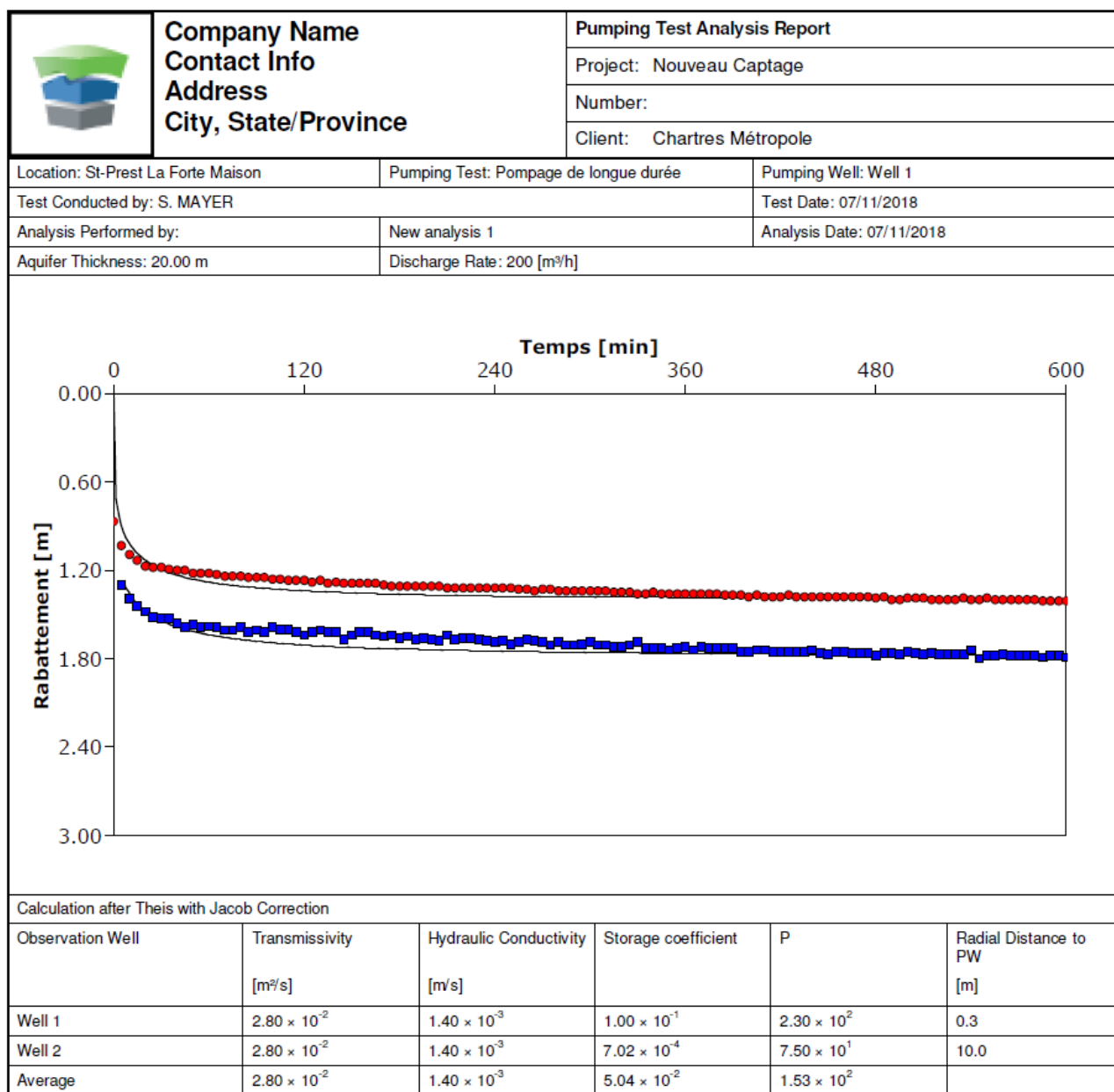
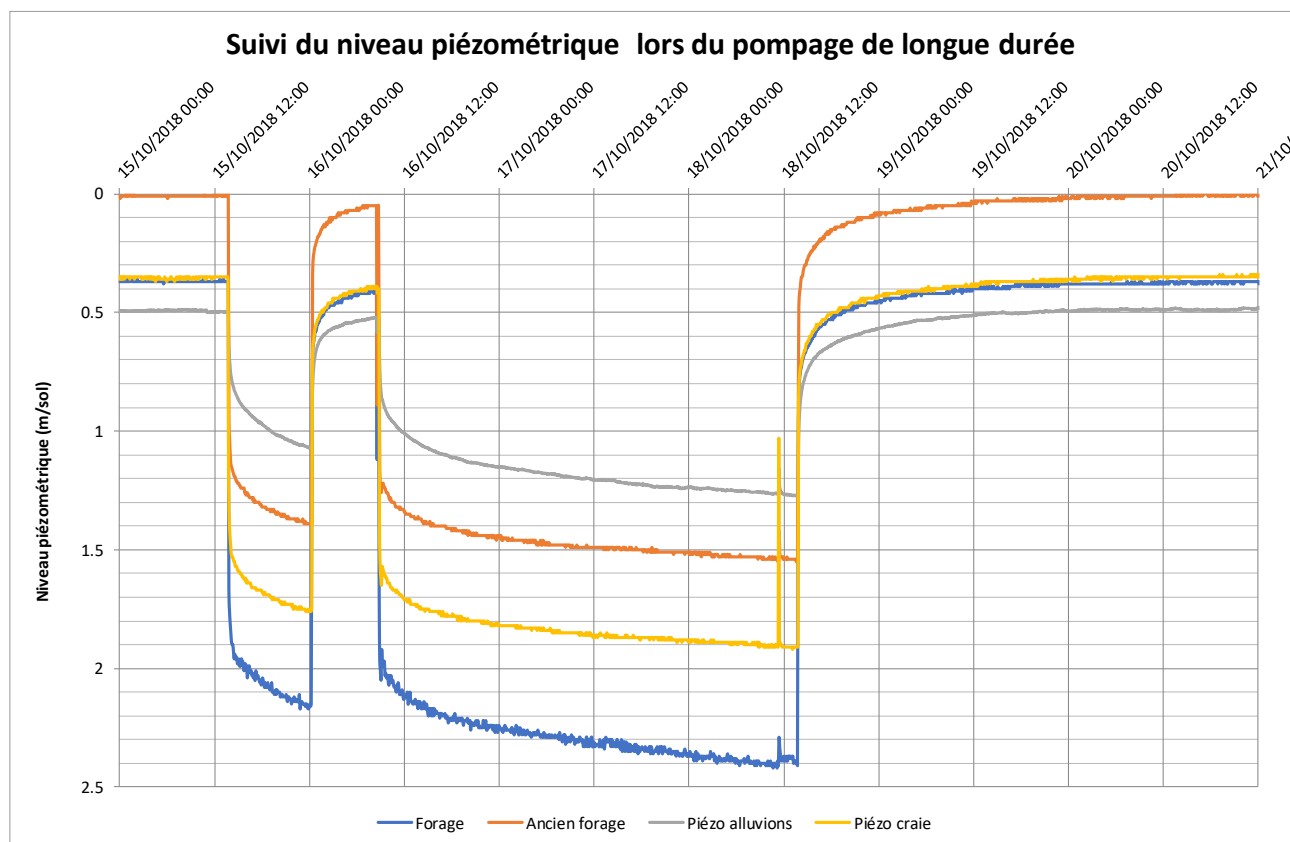


Figure 7 : Interprétation du pompage de longue durée

8.3 Incidence du pompage sur les niveaux piézométriques



Avant le lancement du pompage de longue durée, le niveau piézométrique statique a été mesuré à 0 m/sol au droit de l'ancien sondage, à 0,35 m/sol au droit du piézomètre à la craie et à 0,5 m/sol au droit du piézomètre aux alluvions.

En fin de pompage, le niveau piézométrique dynamique atteint 1,54 m/sol au droit de l'ancien sondage, 1.91 m/sol au droit du piézomètre à la craie et 1.27 m/sol au droit du piézomètre aux alluvions.

Le rabattement observé est donc de 1.54 m sur l'ancien sondage, 1.56 m sur le piézomètre à la craie et de 0.77 m au droit du piézomètre aux alluvions.

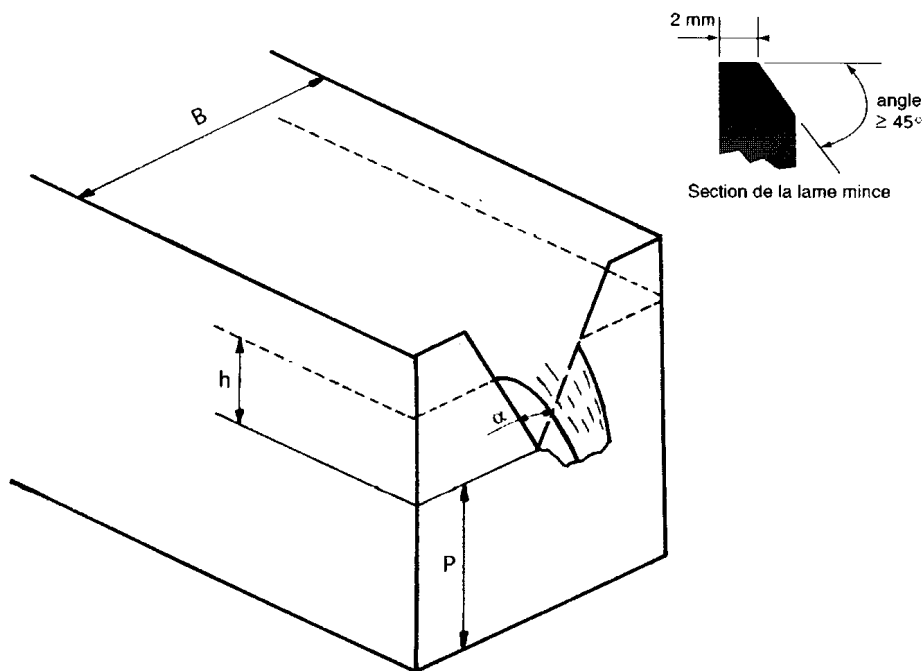
8.4 Incidence sur le niveau d'eau des cours d'eau

Les photographies ci-dessous présente le déversoir mis en place sur le cours d'eau situé au Sud du captage.



Ce déversoir a permis de mesurer le débit de ce cours d'eau et ainsi suivre l'incidence du pompage sur le nouveau captage sur le niveau d'eau de ce dernier.

Il s'agit d'un déversoir en paroi mince respecte les normes de mesures en canaux découverts.



La hauteur de pelle P a été posée à 20 cm pour assurer une section de contrôle indépendant des écoulements aval.

Le point d'enregistrement de niveau a été positionné à 2,5 m latéralement par rapport à l'échancrure, pour éviter l'effet d'abaissement de niveau à proximité de cette dernière.

Le canal est rectiligne et perpendiculaire au déversoir, avec un écoulement laminaire.

La nature du lit du ruisseau semble assez homogène sur la section et le long du canal en amont du déversoir.

Le débit du cours d'eau chute de 22 à 2 m³/h entre le démarrage du pompage sur le nouveau captage de la Forte Maison et l'arrêt imprévu du 16/10/2018 à minuit. Il remonte à 12 m³/h jusqu'au redémarrage du pompage à partir duquel il redescend.

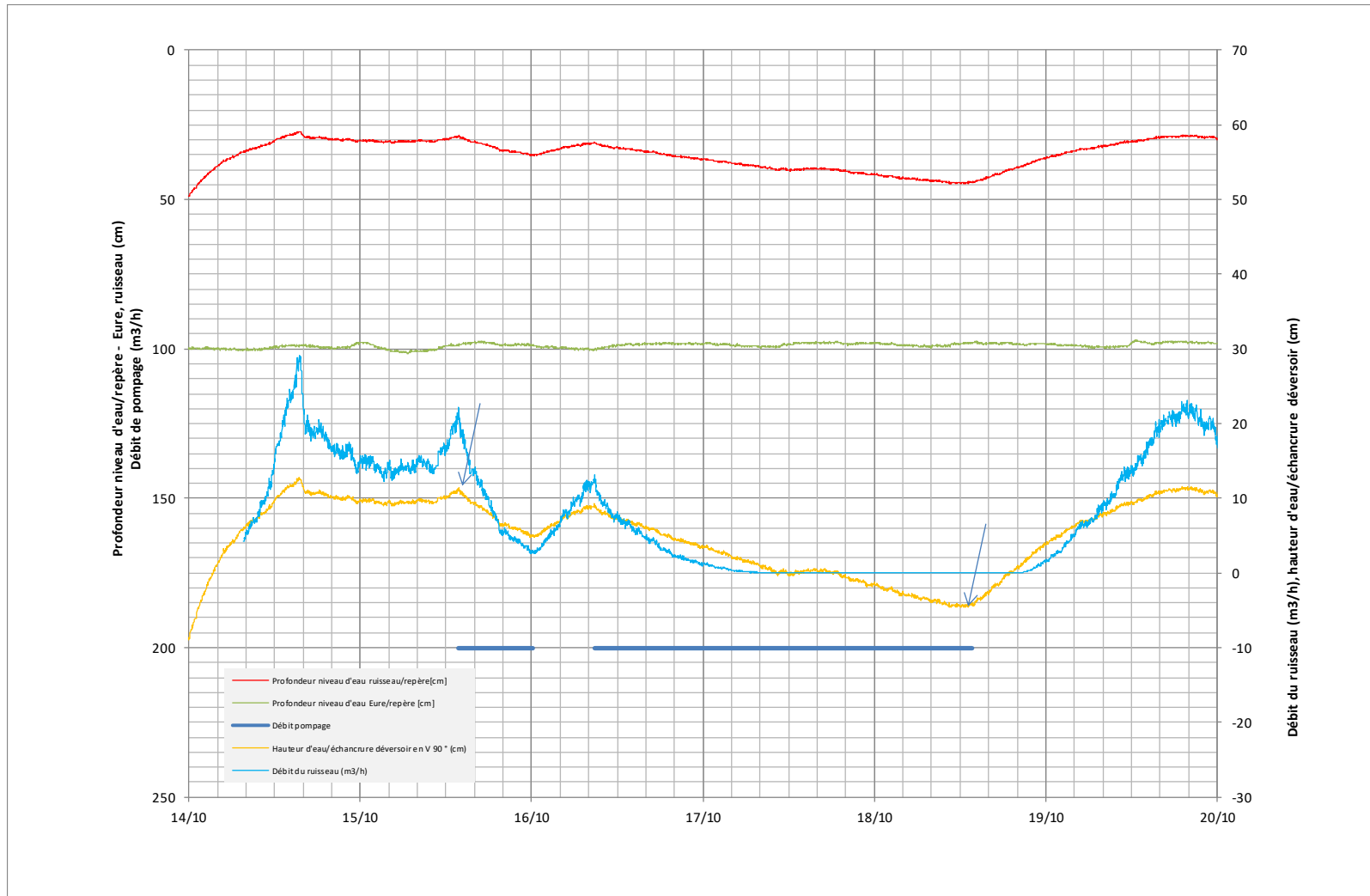
A 8h le 17 octobre, il n'y a plus d'écoulement dans le déversoir, le niveau d'eau du cours d'eau est inférieur à la hauteur de pelle.

Le niveau d'eau continue de baisser dans le canal jusqu'à l'arrêt du pompage.

Après l'arrêt du pompage, le cours d'eau retrouve son niveau d'eau et débit initial après 29 heures d'arrêt.

L'incidence du pompage à 200 m³/h effectué au droit du le nouveau captage sur le ruisseau est incontestable. Il est d'au moins 20 m³/h.

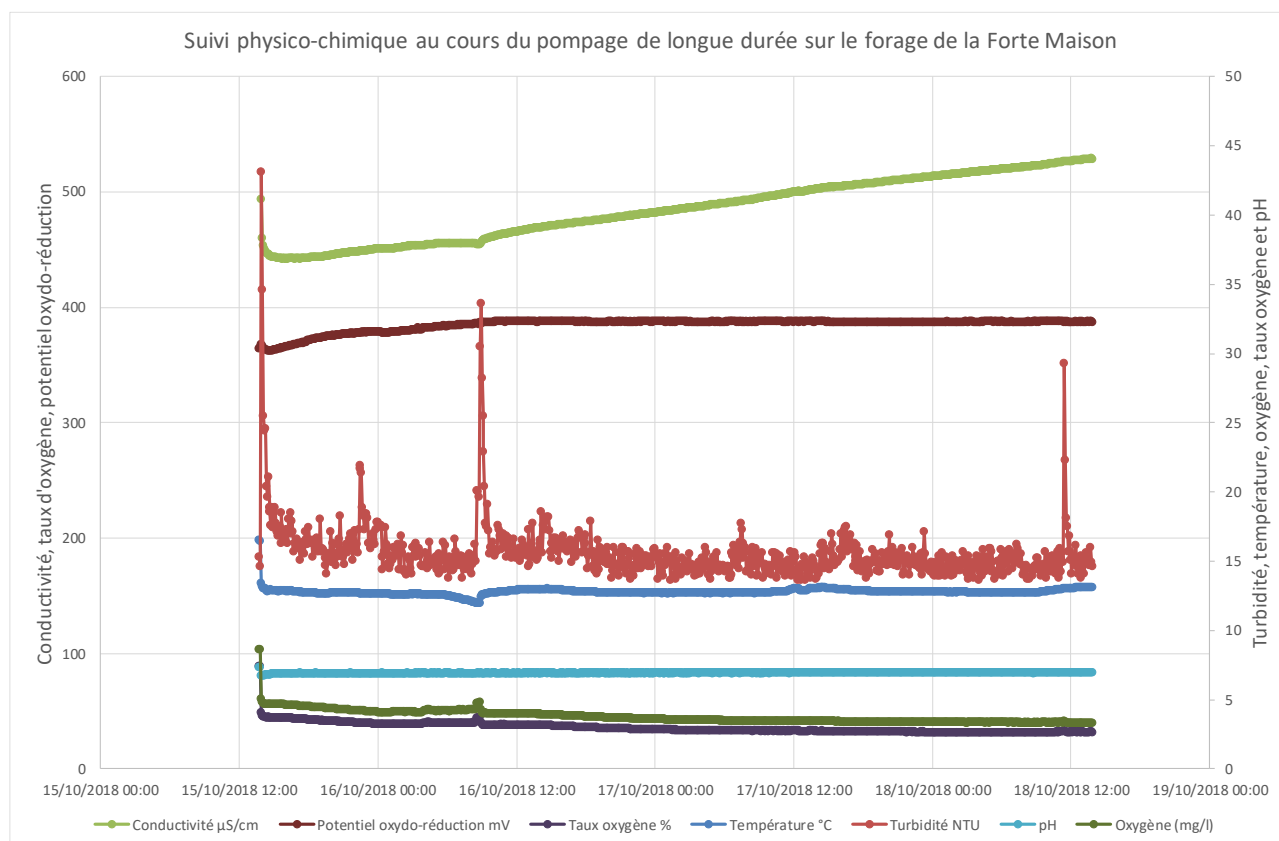
Quant aux niveaux d'eau enregistrés sur l'Eure, ceux-ci ne sont pas influencés par le pompage effectué sur le niveau captage.



8.5 Suivi physico-chimique lors du pompage

Une sonde physico-chimique a été placée dans le forage de la Forte Maison 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 relativement stable autour d'une valeur de 15 NTU, au cours du pompage.

La conductivité de l'eau augmente de manière régulière au cours du pompage de 450 µS/cm en début de pompage à 530 µS/cm en fin de pompage. Ce qui semble signifier que la minéralisation des arrivées d'eau augmente au cours du pompage ou que la contribution des arrivées d'eau plus minérales augmente au cours du pompage.

Le potentiel d'oxydo-réduction augmente légèrement au cours de la 1^{ère} journée de pompage puis se stabilise à 390 mV.

Le teneur (et le taux d'oxygène) diminue au cours du pompage de 4,8 à 3,3 mg/l (et de 46 à 32 %).

Le pH est d'environ 6,9 tout au long du pompage et la température est de 12,7 °C en moyenne.

9 RESULTATS D'ANALYSES D'EAU

Un prélèvement d'eau type première adduction après 72 heures de pompage a été réalisé le 18 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 5 UFC/100 ml, Entérocoques avec 2 UFC/100 ml et les bactéries coliformes avec 15 UFC/100 ml**. 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 31.5 mg/l ainsi que la trace du pesticide suivant : Cyproconazole à 0.008 µg/l.

Tableau 3 : Résultats d'analyse type « première adduction » sur le prélèvement effectué le 18/10/2018 sur le forage de la forte Maison 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	5	0
Entérocoques	UFC/100 ml	2	0
Oocystes de Cryptosporidium totaux	UFC/100 ml	<1	
Bactéries coliformes	UFC/100 ml	15	0
Bactéries sulfitoréductrices	UFC/100 ml	<1	0
Numération de germes aérobies revivifiables à 22 °C	UFC/ml	69	
Numération de germes aérobies revivifiables à 36 °C	UFC/ml	84	
physico-chimie de base			
Carbone organique total	mg/L	0.6	2
Conductivité à 25 °C	µS/cm	619	entre 200 et 1100
Cyanures totaux	µg/l	<10.0	50
Fluorures	mg/L	0.06	1.5
pH		7.27	compris entre 6.5 et 9
Température	°C	14.2	25
Turbidité	NFU	0.66	1
Cations			
Ammonium	mg/L	<0.05	0.1
Sodium	mg/L	15.3	200
Anions			
Chlorures	mg/L	32	250
Nitrates (NO3)	mg/L	31.5	50
Nitrites (NO2)	mg/L	<0.02	0.5
Sulfates	mg/L	18.1	250
Pesticides			
Pesticides (par substance individuelle)	µg/l	Cyproconazole 0.008 µg/l	0.1
Somme des pesticides	µg/l	0.008	0.5
Aldrine, Dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde (par substance)	µg/l	<0.005	0.03
Métaux			
Aluminium	µg/l	31	200
Antimoine	µg/l	<1	5
Arsenic	µg/l	<2	10
Baryum	mg/L	0.025	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	37	200
Manganèse	µg/l	<10	50
Mercure	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	0.05	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	100

10 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.

10.1 Inspection caméra

L'inspection caméra du nouveau forage de La Forte Maison 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, le haut des crépines à 3.63 m/sol et le fond à 16.77 m/sol. Elle montre également des crépines bien propres.

Par ailleurs, le massif de gravier est visible au travers des crépines.

10.2 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 \varnothing 609 mm.

10.3 Contrôle de la verticalité

D'après les mesures de verticalité, l'inclinométrie du forage est de l'ordre de 0.3 à 0.8°. 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.**

11 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 d'exploitation de $120 \text{ m}^3/\text{h}$.

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

- Transmissivité : $0,022 \text{ m}^2/\text{s}$
- Porosité : 5 %
- Epaisseur captée : 22 m
- Gradient hydraulique : 2.7 ‰ d'après la carte piézométrique de 1994 ci-dessous



Figure 8 : 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)	561.2
Xo	le rayon d'appel (mètres)	89.3
B'	la largeur du front d'appel à hauteur du captage (mètres)	280.6
<u>Calcul des isochrones</u>		
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	120	(m ³ /h)
Dimension des isochrones		
	<u>So</u>	<u>Su</u>
Isochrone 1 jour	31.3	26.6
Isochrone 7 jours	94.4	89.3
Isochrone 30 jours	242.9	89.3
Isochrone 50 jours	351.7	89.3
Isochrone 100 jours	604.4	89.3
Isochrone 180 jours	991.2	89.3
Isochrone 365 jours	1866.0	89.3

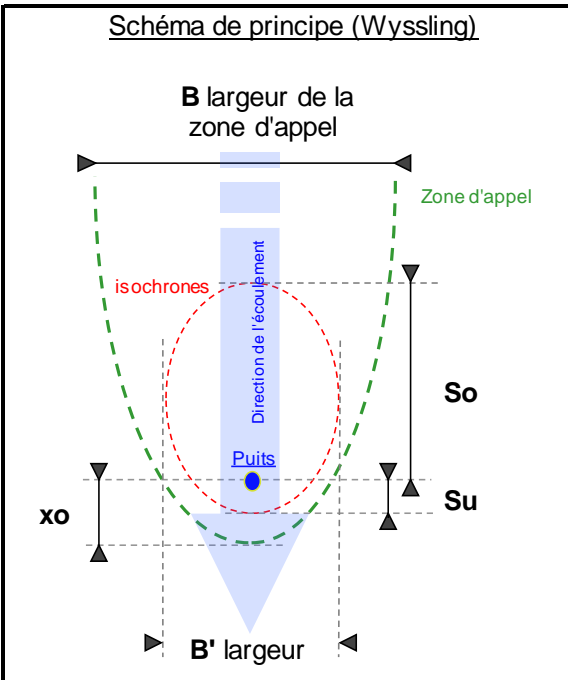


Tableau 4 : Paramètres du cône d'appel et des isochrones du captage de la Forte Maison

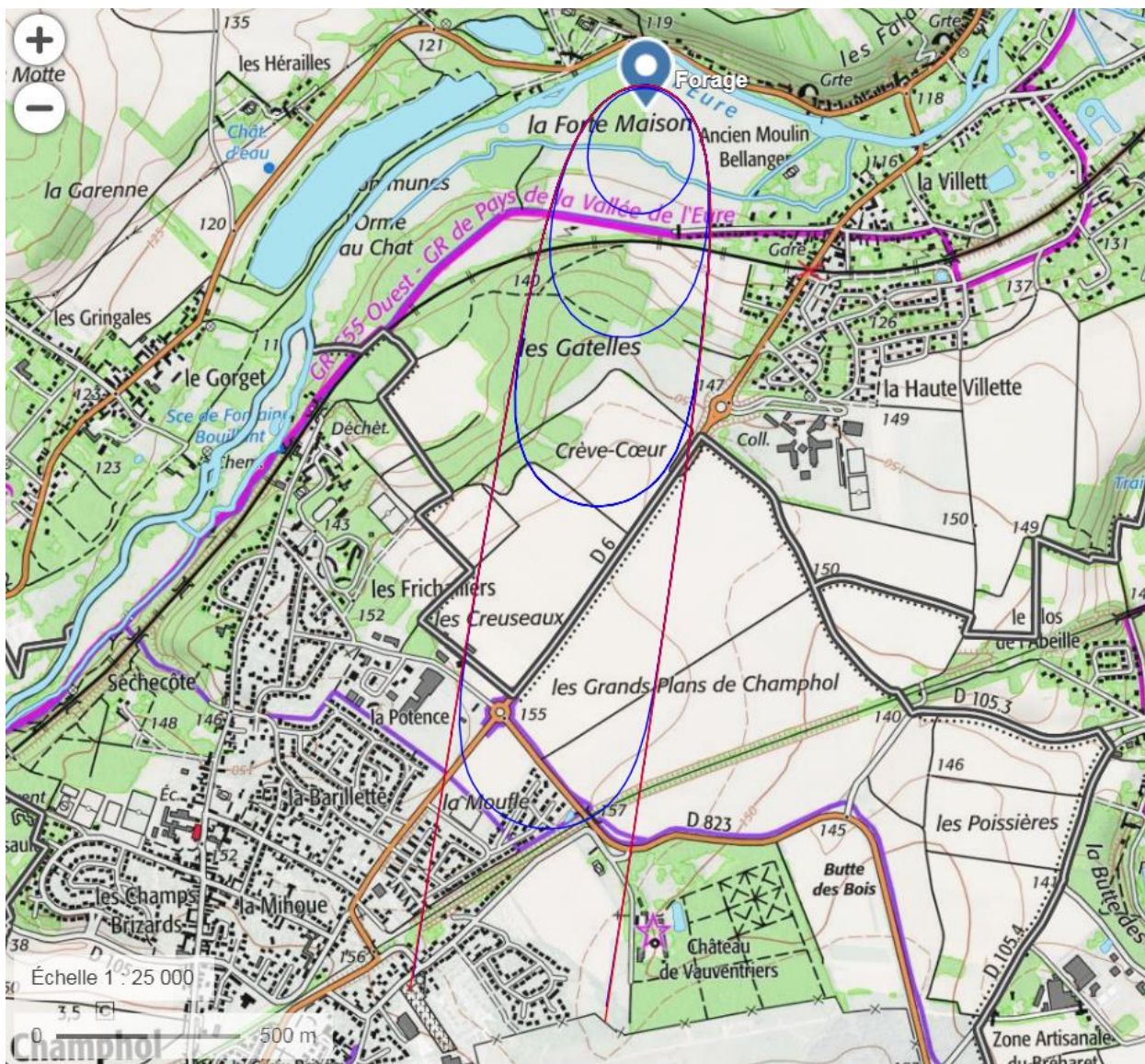


Figure 9 : Zone appel et isochrone 1, 3 et 6 mois et 1 an

ANNEXES :

ANNEXE 1 :

Résultats d'analyse type première adduction des eaux brutes de la Forte Maison

ANNEXE 2 :

Rapport de diagraphie du forage de La Forte Maison