

**Nettoyage par brossage et régénération
à l'azote pulsé Hydropuls[®]
d'un forage à 33 m de profondeur et en Ø 450 mm**

**Château Ville Vieille (05)
Octobre 2022**



Document	Date	Rédacteur	Chef de Projet	Superviseur
FORA/2022/53	14/10/2022	B. LAUGIER	D. BECQUART	B. LE GUAY
				

Table des matières

I. Contexte	3
II. Journal des travaux	4
III. Mesure du débit spécifique avant traitement Hydropuls[®]	5
IV. Brossage avant travaux	6
V. Inspection vidéo avant traitement	6
VI. Traitement par ondes de choc (système Hydropuls[®])	9
VII. Inspection vidéo après traitement	11
VIII. Mesure du débit spécifique après développement Hydropuls[®]	14
IX. Conclusions	16
1.1. Bilan du traitement.....	16
1.2. Recommandations.....	16

I. Contexte

La commune de Château Ville Vieille dispose d'un forage dans la plaine du Guil.

La commune se sert de plusieurs sources naturelles pour alimenter son réseau en eau potable et ce forage n'est qu'une ressource secondaire. Cependant compte tenu de l'été sec et chaud, les sources ont perdu du débit. Il est donc important pour la commune de préserver cette ressource et d'entretenir le forage.

L'identifiant national de cet ouvrage dans la Banque du Sous-Sol (BRGM) est BSS001ZZEW.



Extrait de carte - <https://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>

Les données techniques transmises lors de la consultation sont les suivantes :

- Forage réalisé en 1980 ;
- Tube acier plein en \varnothing 450 mm jusqu' 21 m ;
- Tube acier crépiné en \varnothing 450 mm jusqu' 33 m ;
- Equipé de deux pompes jusqu'à 19 et 23 m de profondeur ;
- Colonnes d'exhaure en \varnothing 90 mm ;
- Niveau d'eau statique : 7,61m/sol ;
- Les colonnes d'exhaure sont très fortement concrétionnées et recouvertes d'un floc gélatineux.

Afin d'évaluer les effets du traitement Hydropuls[®], nous avons procédé à une mesure du débit spécifique avant et après traitement ainsi qu'à une inspection vidéo de l'ouvrage, également avant et après traitement.

De votre côté, vous avez réalisé les manœuvres des deux colonnes et deux pompes.

II. Journal des travaux

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des travaux réalisés sur le forage.

Jour	Heure	Activité
Lundi	9h30	Installation chantier
	10h20	Préparation du brossage
	10h40	Début du brossage Pistonnage tous le 4 m
	11h30	Préparation du pompage
	12h15	Début de l'essai de pompage
	13h30	Inspection vidéo sous pompage
	13h45	Fin du pompage d'essai
	14h00	Fin de remontée du matériel de pompage
	14h10	Descente de la colonne d'air-lift
	14h35	Démarrage du pompage à l'air-lift
	14h40	Préparation de l'Hydropuls [®]
	15h00	Démarrage du traitement Hydropuls [®]
	16h50	Fin de la phase 1 du traitement Hydropuls [®]
	17h00	Préparation du pompage d'éclaircissement
	17h30	Début du pompage d'éclaircissement
18h00	Fin du pompage d'éclaircissement	
Mardi	8h00	Inspection vidéo
	8h30	Préparation de l'Hydropuls [®]
	9h00	Démarrage du traitement Hydropuls [®]
	10h30	Fin de la phase 2 du traitement Hydropuls [®]
	11h00	Fin du nettoyage du fond à l'air-lift et brossage
	11h50	Fin de la remontée de l'air-lift
	12h15	Début de l'essai de pompage à 15m ³ /h
	13h25	Début de l'essai de pompage à 22m ³ /h
	14h25	Fin de l'essai de pompage à 22m ³ /h
	14h45	Inspection vidéo
	15h00	Pompage pour diminuer la turbidité
	16h30	Fin de la séance
Mercredi	8h00	Inspection caméra de réception

III. Mesure du débit spécifique avant traitement Hydropuls®

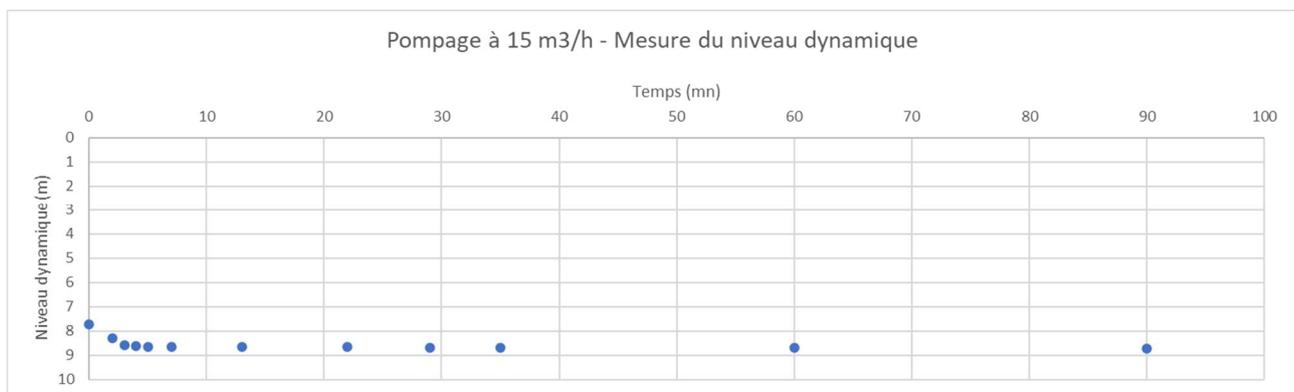
La pompe a été mise en route et la descente du niveau d'eau (niveau dynamique) dans le forage a été suivie et mesurée pendant une heure.

Les données brutes sont consultables ci-dessous.

Le zéro de la profondeur est pris au niveau haut du rebord du capot en fonte.

A un débit de pompage de 15 m³/h, le rabattement est de 1,01 m.

Temps (mn)	Niveau dynamique	Rabattement	Débit	Débit spécifique
	ND en m	S en m	Q (m ³ /h)	Qs (m ³ /h)
0	7,71	0	-	-
2	8,30	0,59	15	25,42
3	8,57	0,86	15	17,44
4	8,62	0,91	15	16,48
5	8,64	0,93	15	16,13
7	8,65	0,94	15	15,96
13	8,65	0,94	15	15,96
22	8,66	0,95	15	15,79
29	8,67	0,96	15	15,63
35	8,67	0,96	15	15,63
60	8,69	0,98	15	15,31
90	8,72	1,01	15	14,85



Pour rappel, nous ne disposons d'aucune donnée sur le fonctionnement de ce forage (temps de fonctionnement des pompes, débit de pompage, rabattement...).

IV. Brossage avant travaux

Un brossage du forage a été réalisé avant le démarrage du traitement afin d'améliorer la qualité de l'inspection vidéo et de fait repérer d'éventuelles anomalies sur le tubage.

Ce brossage a permis d'enlever le floc bactérien sur le tubage ainsi que quelques petites concrétions.



Brosse dans le forage



Brosse après traitement

V. Inspection vidéo avant traitement

Le zéro de la profondeur est pris au niveau haut du rebord du capot en fonte. Les clichés suivants, pris au cours de la descente, permettent de visualiser l'état du forage. La profondeur est indiquée en bas d'image à gauche.



Démarrage de l'inspection



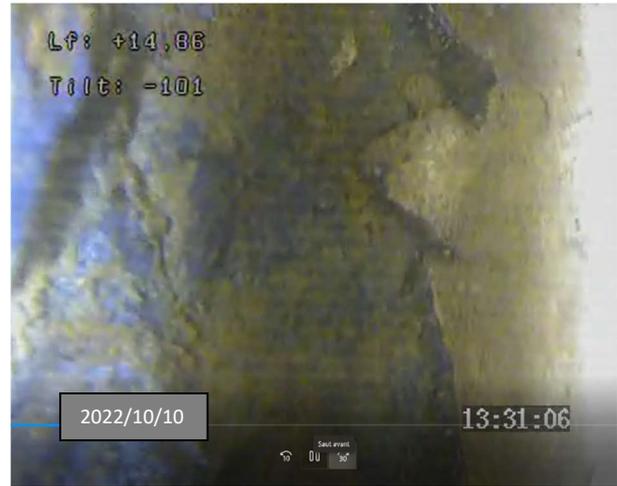
Niveau d'eau statique sous pompe



FORAPULSE



Tube plein avec des concrétions



Tube plein avec des concrétions



Tube plein avec des concrétions



Tube plein avec des concrétions



Concrétions



Tube crépiné



Concrétions importantes



Tube crépiné



Tube crépiné colmaté



Fond de l'ouvrage

Cette inspection vidéo n'a pas mis en évidence de trous ou perforations du tubage.

VI. Traitement par ondes de choc (système Hydropuls[®])

FORAGE BSS001ZZEW	
Origine des mesures	Haut du rebord du capot en fonte
Type tubage	Acier noir probablement
Type de crépines	Crépines à fentes verticales
Emplacement des crépines	24,40 m
Niveau statique	7,74 m
Diamètre du tubage	440 mm
Gaz utilisé	Azote
Quantité de gaz prévue	2 bouteilles
Protocole de pompage	Un air-lift double colonne a été mis en place dans le forage. Il était positionné en fond de forage et alimenté par un compresseur.
Protocole de traitement	<p>Le développement s'est déroulé en 2 phases avec un air-lift double colonne positionné sur le fond (+/- 3,50 m³/h).</p> <p><u>PHASE 1</u> : nous avons utilisé l'appareil Hydropuls[®] GIII (pression interne 30 bars / pression de tir 60 bars). Nous avons fait 4 séances de tirs de 10 mn avec des tirs espacés de 50 cm. Le temps d'éclaircissement entre chaque séance était de 0h30 mn.</p> <p><u>PHASE 2</u> : nous avons utilisé l'appareil Hydropuls[®] GIII (pression interne 35 bars / pression de tir 70 bars). Nous avons fait 4 séances de tirs de 10 mn avec des tirs espacés de 50 cm. Le temps d'éclaircissement entre chaque séance était de 0h20 mn.</p> <p>Nous n'avons pas tiré à la pression maximale (100 bars) volontairement, de crainte de voir apparaître des trous et perforations sous les concrétions.</p>

Type de matériaux remontés lors des traitements

Les matériaux remontés se composent de sable moyen, de particules fines limoneuses et de morceaux d'oxydes de fer.



Cône Imhoff pendant la Phase 1



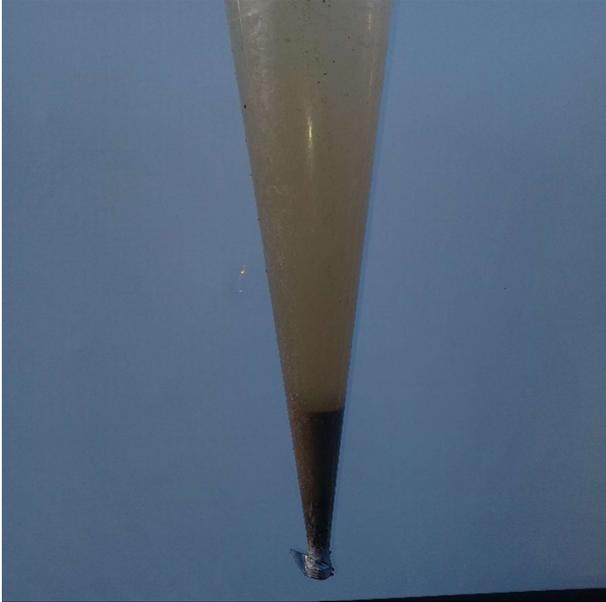
Cône Imhoff pendant la Phase 1



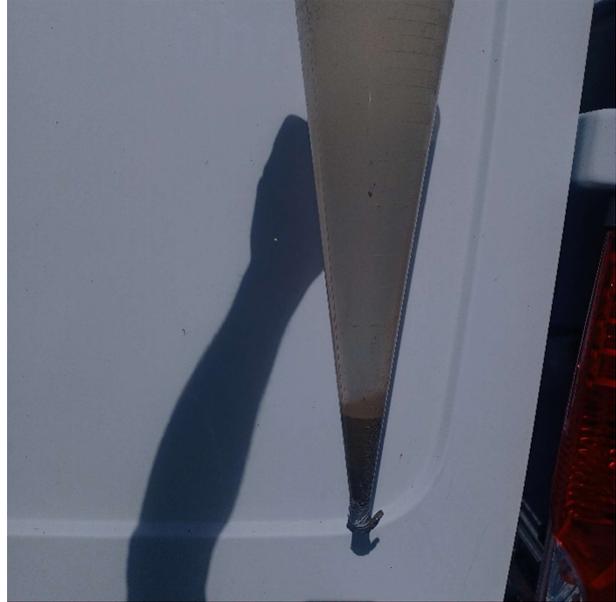
Cône Imhoff pendant la Phase 1



Cône Imhoff pendant la Phase 2



Cône Imhoff pendant la Phase 2



Cône Imhoff pendant la Phase 2



Morceaux d'oxydes de fer au sol

VII. Inspection vidéo après traitement

Le zéro de la profondeur est pris au niveau haut du rebord du capot en fonte. Les clichés suivants, pris au cours de la descente, permettent de visualiser l'état du forage. La profondeur est indiquée en bas d'image à gauche.



FORAPULSE



Démarrage de l'inspection



Niveau d'eau statique



Tube plein sans dépôt bactérien



Tube plein avec traces de brossage



Tube plein avec concrétions



Tube plein avec concrétions



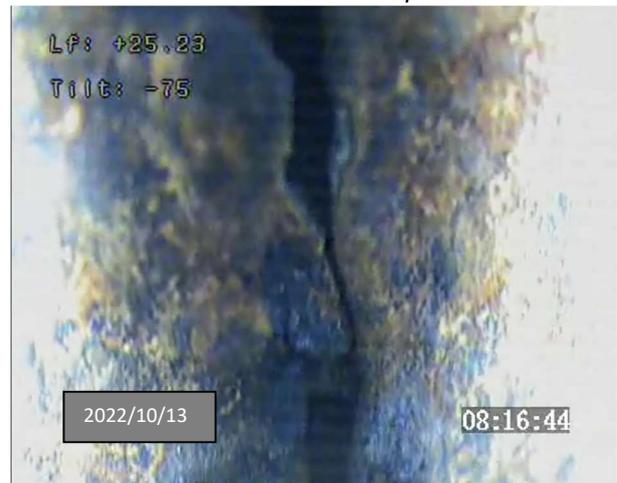
Tube plein avec concrétions



Début des tubes crépinés



Crépine ouverte



Crépine ouverte



Tube crépiné



Tube crépiné



FORAPULSE



Tube crépiné



Tube crépiné



Fond de l'ouvrage

VIII. Mesure du débit spécifique après développement Hydropuls[®]

La pompe SP30-3 a été mise en route et la descente du niveau d'eau (niveau dynamique) dans le forage a été suivie et mesurée pendant deux heures.

Les données brutes sont consultables sur la page suivante.

A 15 m³/h, le rabattement après traitement s'est amélioré de 0,50 m.

Le débit spécifique Qs avant et après traitement est passé de 14,85 et 28,85 m³/h, **le gain de productivité est donc de 94,2 %.**

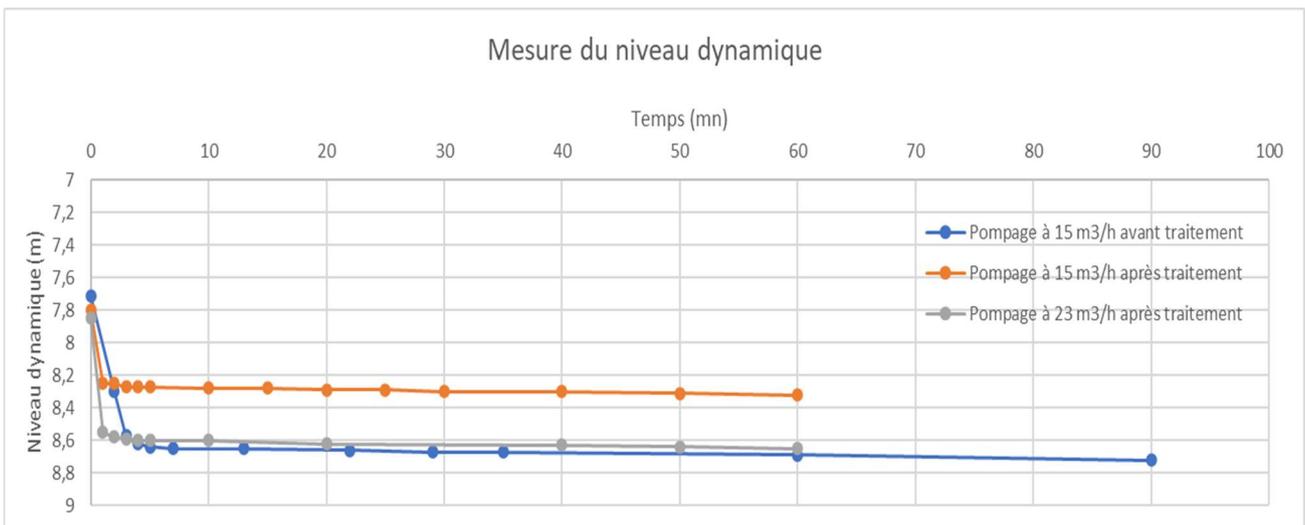
Par comparaison, le BE INGENERIA a réalisé sur l'ouvrage, un essai de pompage par palier. Pour le palier 1 à 24 m³/h, le rabattement était de 2,90 m alors que nous avons obtenu un rabattement de 0,80 m à 23 m³/h.

Le rabattement à 23 m³/h après traitement est même meilleur de 0,20 m que celui obtenu avant traitement à 15 m³/h.

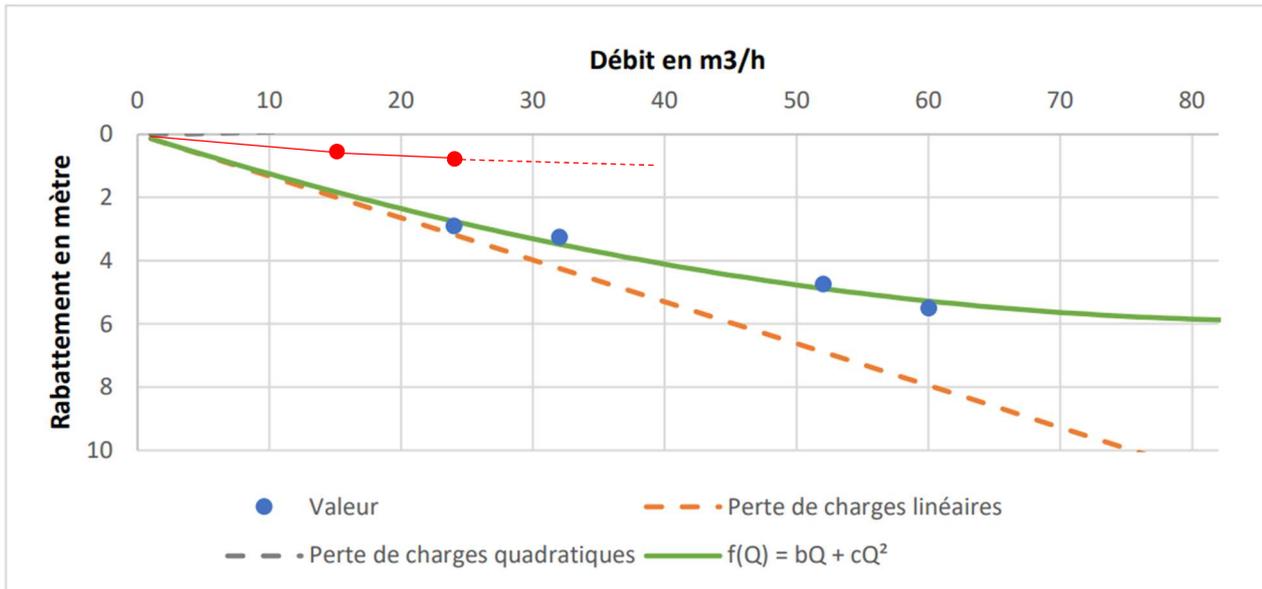


Pompage à 15 m3/h après traitement				
Temps (mn)	Niveau dynamique	Rabattement	Débit	Débit spécifique
	ND en m	S en m	Q (m3/h)	Qs (m3/h)
0	7,8	0	-	-
1	8,25	0,45	15	33,33
2	8,25	0,45	15	33,33
3	8,27	0,47	15	31,91
4	8,27	0,47	15	31,91
5	8,27	0,47	15	31,91
10	8,28	0,48	15	31,25
15	8,28	0,48	15	31,25
20	8,29	0,49	15	30,61
25	8,29	0,49	15	30,61
30	8,3	0,5	15	30,00
40	8,3	0,5	15	30,00
50	8,31	0,51	15	29,41
60	8,32	0,52	15	28,85

Pompage à 23 m3/h après traitement				
Temps (mn)	Niveau dynamique	Rabattement	Débit	Débit spécifique
	ND en m	S en m	Q (m3/h)	Qs (m3/h)
0	7,85	0	-	-
1	8,55	0,7	22,4	32,00
2	8,58	0,73	22,4	30,68
3	8,59	0,74	22,4	30,27
4	8,6	0,75	22,4	29,87
5	8,6	0,75	22,4	29,87
10	8,6	0,75	22,4	29,87
20	8,62	0,77	22,4	29,09
40	8,63	0,78	22,4	28,72
50	8,64	0,79	22,4	28,35
60	8,65	0,8	22,4	28,00



Ci-dessous le graphique extrait de la page 49 du rapport « COMPTE RENDU DES ETUDES HYDROGEOLOGIQUES COMPLÉMENTAIRES DU FORAGE AEP ET DE LA NAPPE DU GUIL SUR LA PLAINE DE CHATEAU-QUEYRAS (05) » du BE INGENERIA (Mars 2022), sur lequel nous avons rajouté deux points rouges correspondant aux rabattements obtenus lors de nos pompages après traitement.



En première approximation, le gain de productivité à plus fort débit semble encore meilleur. Cette information devra être confirmée par un essai de pompage.

IX. Conclusions

1.1. Bilan du traitement

Le traitement de ce forage a été entrepris du 10 au 13 octobre 2022 à la demande de la commune de Château Ville Vieille à la suite d'une inspection vidéo (BE INGENERIA Juillet 2021) qui a mis en évidence un colmatage important.

Le forage a subi un traitement par ondes de choc Hydropuls[®] couplé à un pompage par système air-lift.

Le tube crépiné a été nettoyé, les crépines sont clairement visibles et le traitement a eu des effets significatifs sur la productivité de l'ouvrage.

Cependant le tubage est en mauvais état mais ne présente pas de trous ou perforations.

Après analyse de l'ensemble des données de cette mission, le gain de productivité est proche de 100% pour un pompage à 15 m³/h et serait même meilleur à 23 m³/h.

1.2. Recommandations

Nos recommandations sont les suivantes :

- Réaliser un essai de pompage longue durée avec les pompes en place avec le même débit que le dernier essai à savoir 62 m³/h. Ce dernier aura pour objectif de définir le débit critique de pompage et de vérifier que le forage peut bien produire durablement le débit sans

compromettre ses performances dans le temps. Cet essai permettra aussi de tracer la courbe caractéristique de l'ouvrage qui servira de base à des comparaisons futures de la productivité ;

- Nettoyer correctement la chambre des vannes ;
- Prévoir un capot sur la tête du forage ;
- Changer le câble d'alimentation électrique sur la pompe n°2 lors de la prochaine manipulation. Seuls les câbles bleus sont autorisés dans les forages d'alimentation en eau potable ;
- Faire un suivi permanent et régulier des paramètres hydrauliques (débit de pompage, niveau piézométrique, temps de fonctionnement des pompes) et leur analyse annuelle permettront d'estimer l'évolution du rendement ;
- Faire des inspections vidéo régulières (au maximum tous les 10 ans). Ce suivi est essentiel pour ajuster au mieux les périodes d'entretien que tout forage se doit de recevoir régulièrement pour assurer son fonctionnement optimal ;
- A moyen terme, ce forage devra être rechemisé.