



GÉOSCIENCES & ÉNERGIES RENOUVELABLES

COMPTE RENDU D'INTERVENTION

ASSISTANCE TECHNIQUE AU MAÎTRE D'OUVRAGE

**POUR LES TRAVAUX DE DECOLMATAGE
DU FORAGE DE LA FARE**

SUR LA COMMUNE DE REILLANNE



 <p>OPOiBi L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE CERTIFICAT N° 16 06 3284</p>	Indice 1	Date Mai 2017	Rédacteur Yves BERTHALON	Visa 
---	--------------------	-------------------------	------------------------------------	--

TABLE DES MATIERES

1.	INTRODUCTION	3
2.	ELEMENTS DE LOCALISATION	3
3.	PRINCIPE D'INTERVENTION	4
3.1.	CONTEXTE D'INTERVENTION	4
3.2.	METHODOLOGIE D'INTERVENTION	4
3.2.1.	Protocole de nettoyage	4
3.2.2.	Essai de pompage par paliers	5
3.2.3.	Inspection vidéo et réception des travaux	5
3.2.4.	Planning prévisionnel d'intervention	6
4.	DEROULEMENT DE L'INTERVENTION	7
4.1.	GENERALITES	7
4.2.	INSTALLATION ET PREPARATION DU CHANTIER	7
4.3.	NETTOYAGE DU FORAGE	7
4.4.	ESSAI DE POMPAGE PAR PALIERS	8
4.5.	INSPECTION VIDEO ET RECEPTION DES TRAVAUX	9
5.	ANALYSE DES RESULTATS ET CONCLUSIONS	11

1. INTRODUCTION

Notre mission a consisté en une assistance technique au Maître d'Ouvrage dans le cadre des **travaux de dé-colmatage du forage de la Fare**.

Ce dernier, en raison d'un important encombrement de la lumière de son tubage par le réseau racinaire environnant, au fil des années, perdu une grande partie de ses capacités.

Ainsi, fortement colmaté, le forage de la Fare peinait ces derniers temps et particulièrement en été, en période de déficit hydrique et de forte demande, à satisfaire aux besoins de la commune de REILLANNE, obligeant les services municipaux à une grande vigilance et à un suivi au jour le jour du fonctionnement de l'ouvrage.

En juillet 2016, une première campagne de nettoyage par soufflage à l'air lift, pistonnage et acidification partielle, a été réalisée en urgence et a permis d'améliorer suffisamment les capacités du forage pour assurer jusqu'à la fin de la période estivale critique l'alimentation en eau de la commune avec un certain confort de fonctionnement.

Ces travaux ont par ailleurs permis d'apprécier l'importance du colmatage de l'ouvrage qui était encombré par de grandes touffes de racines, vraisemblablement au niveau des crépines.

Aussi, en dépit des résultats positifs de l'intervention, il est néanmoins apparu opportun de prévoir la réalisation d'une nouvelle opération de dé-colmatage plus complète, avec la mise en œuvre d'un traitement chimique par injection d'eau oxygénée, de manière à traiter l'encombrement racinaire jusque sur l'extrados du forage et le plus loin possible à travers les matériaux aquifères encaissants.

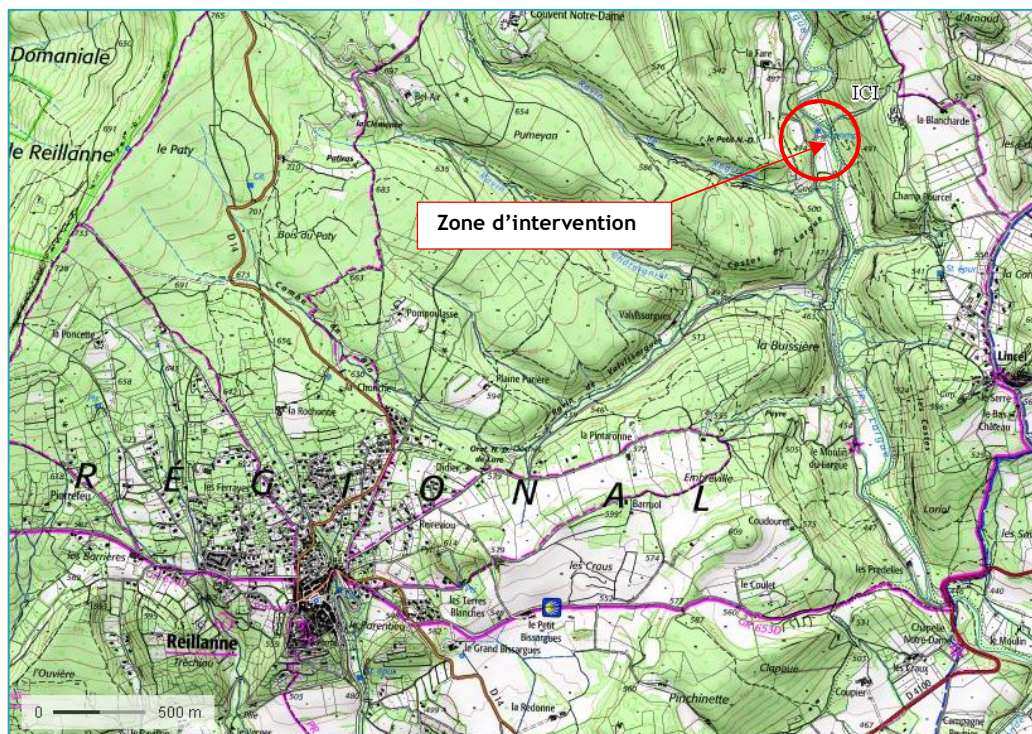
Cette mission a été confiée à la société Sondalp, dont le pôle « cycle de vie des forages » est spécialisé dans le domaine.

Nous présentons ci-après les résultats de l'intervention.

2. ELEMENTS DE LOCALISATION

La zone de captage de La Fare est située à 4 km environ au nord-est du village de REILLANNE, au creux de la vallée du Largue, vers 462 m d'altitude, au sud-est en contrebas de la ferme de La Fare.

Figure 1 : Carte de situation du projet



3. PRINCIPE D'INTERVENTION

3.1. CONTEXTE D'INTERVENTION

Le forage de La Fare étant l'unique ouvrage d'alimentation en eau de la commune, l'organisation du nettoyage s'est trouvée contrainte par la prise en compte de l'autonomie restreinte du réseau de distribution d'eau potable.

Ainsi, la période d'intervention a été définie à un moment de l'année où les besoins sont a priori les plus faibles, où les résidences secondaires sont généralement inoccupées, où les nuitées touristiques sont les moins importantes et où les éventuels prélèvements pour l'arrosage des jardins et le remplissage des piscines sont inexistantes. Il a de ce fait été convenu par la commune de réaliser le nettoyage plutôt en hiver et au plus tard au début du printemps.

Enfin, l'autonomie maximale du réseau ayant été estimée, il a été décidé de limiter l'intervention dans le temps et de ne pas dépasser 72 heures de coupure d'alimentation.

Le nettoyage a fait l'objet d'une note d'information préalable à l'intention des services administratifs compétents et notamment à l'intention du service Police de l'Eau de la DDT des Alpes de Hautes Provence, dans le cadre de la prise en compte des aspects réglementaires et environnementaux de l'intervention (Cf. Note d'information en annexe). Cette démarche n'a donné lieu à aucun retour de la part de la DDT04.

3.2. METHODOLOGIE D'INTERVENTION

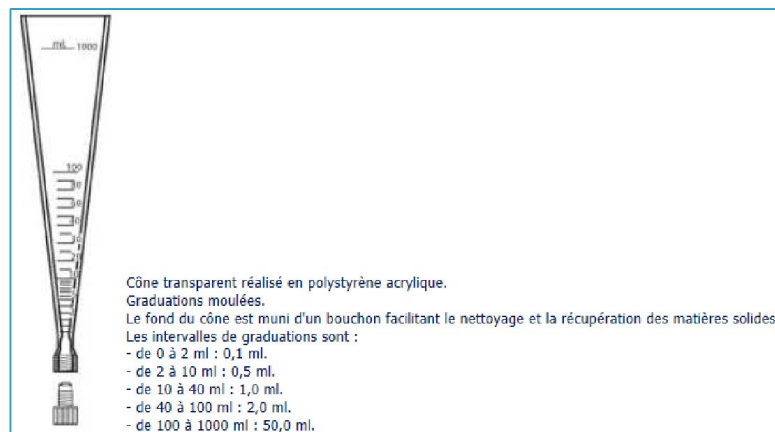
3.2.1. PROTOCOLE DE NETTOYAGE

Le nettoyage a consisté en un traitement chimique du forage par injection de peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) en solution concentrée.

L'eau oxygénée est un puissant oxydant qui dégrade la matière organique et qui de fait convient parfaitement à l'élimination des racines présentes dans la lumière d'un forage et à proximité immédiate dans le massif filtrant et les matériaux encaissants.

Afin de mener à bien une opération de nettoyage, le protocole suivant est habituellement mis en œuvre :

- injection par tubing de 1 tonne d'eau oxygénée au droit des crépines ;
- mise au repos pendant 12 heures avec alternance de pistonnage tout au long de la phase de réaction ;
- brossage des crépines pour décoller les produits dissous par l'eau oxygénée ;
- pompage à l'air lift pour l'évacuation des dépôts et des produits de dissolution issus de la réaction chimique ;
- décantation de la solution de lessivage dans une benne de 8 m³ en moyenne ;
- rejet des eaux claires vers le milieu naturel après suivi des teneurs en fines au moyen d'un cône Imhoff.



Remarques importantes :

Le traitement à l'eau oxygénée est une méthode de nettoyage efficace mais très exothermique sur l'instant et ce jusqu'à sa neutralisation progressive et naturelle. Elle nécessite un minimum de savoir-faire et la mise en place de moyens de sécurisation et de protection du personnel adaptés.

Pour cette raison, les techniciens chargés de l'intervention disposent :

- de combinaisons de protection ;
- de gants et de bottes estampillées « risque chimique » ;
- de masques à gaz ;
- d'un détecteur cinq gaz (dont O₂ et H₂S) ;
- d'une trousse de secours « traitement chimique » avec rince-œil.

3.2.2. ESSAI DE POMPAGE PAR PALIERS

A l'issue du nettoyage du forage et du pompage à l'air lift nécessaire à l'évacuation des particules organiques dégradées, il est important de pouvoir définir les nouvelles caractéristiques hydrodynamiques de l'ouvrage de manière à vérifier notamment l'efficacité de l'opération.

Dans ce cadre, il est généralement prévu de réaliser un essai pompage par paliers de débits croissants (essai de puits). Les résultats obtenus pourront de plus ici être comparés avec d'autres plus anciens issus notamment d'un essai de pompage réalisé en 2007. Il sera ainsi possible de définir le comportement hydraulique du puits bien avant et juste après l'intervention.

L'essai doit être réalisé par paliers de débits croissants de durée constante. Il va permettre d'estimer les capacités de production de l'ouvrage de captage et d'établir avec au moins trois paliers de débit la nouvelle courbe caractéristique de l'ouvrage et de définir son débit critique.

Dans le cas présent, le protocole suivant a été proposé :

- nombre et durée des paliers : 3 paliers enchaînés de 2 heures ;
- débits de pompage : 20, 40 et 60 m³/h ;
- mesures et suivi tout au long de l'intervention : niveau d'eau dans le forage, débit, conductivité, température, teneur en sable et turbidité ;
- fréquence des mesures manuelles pour chaque palier :
 - o 1 mesure toutes les 1 mn pendant 10 mn ;
 - o 1 mesure toutes les 2 mn pendant 20 mn ;
 - o 1 mesure toutes les 5 mn pendant 30 mn.

3.2.3. INSPECTION VIDEO ET RECEPTION DES TRAVAUX

Une inspection télévisée doit être réalisée à l'issue de l'intervention afin de visualiser l'état du forage, de vérifier la qualité du nettoyage et d'en faire le constat.

Le matériel mis en œuvre de marque Hytec, se compose de :

- une caméra vidéo Ø 85mm avec objectif couleur, tête pivotante 270° et rotative 360° et éclairage par diodes électroluminescentes intégrées ;
- une régie de contrôle avec écran couleur et enregistreur numérique ;
- un câble de suspension et de liaison monté sur touret motorisé de 500 ml.

Figure 2 : Régie de contrôle et d'enregistrement vidéo



La réception des travaux doit être prononcée à l'issue de l'inspection vidéo et faire l'objet d'un compte rendu d'intervention.

3.2.4. PLANNING PREVISIONNEL D'INTERVENTION

Pour la bonne conduite de l'opération, Sondalp a établi un planning prévisionnel présenté ci-après :

	Lundi 20 mars	Mardi 21 mars	Mercredi 22 mars	Jeudi 23 mars	Vendredi 24 mars	Lundi 27 mars	Mardi 28 mars
Approvisionnement chantier et installation							
Dépose des pompes / Injection eau oxygénée / Brossage / Pistonnage							
Curage par air-lift / Mise en place pompe de nettoyage							
Pompage de nettoyage / Remise en place première pompe d'exploitation							
Essai de puits							
Réception télévisée / Repose de la deuxième pompe d'exploitation / Désinstallation de chantier							

4. DEROULEMENT DE L'INTERVENTION

4.1. GENERALITES

L'intervention s'est déroulée comme convenu et les délais envisagés ont été respectés.

4.2. INSTALLATION ET PREPARATION DU CHANTIER

Le 20 mars 2017 : Installation de chantier.

Le 21 mars 2017 : démontage des pompes d'exploitation.

Profondeur du forage avant travaux : -18,65 m/haut du regard.

Figure 3 : Vue d'ensemble du chantier



4.3. NETTOYAGE DU FORAGE

Le 21 mars : injection de 800 litres de peroxyde d'hydrogène, et brosse et pistonage.

Figure 4 : Produits et matériel nécessaire au nettoyage



Le 22 mars 2017 : curage du fond du puits par air-lift et décantation des eaux avant rejet.

Profondeur après travaux : -19,13 m/haut du regard.

Mise en place de la pompe d'essai à -18,5 m/haut du regard.

Pompage à 20 m³/h (jusqu'au 23 mars à 8h00).

Figure 5 : Bennes de décantation



Le 23 mars 2017 : pompage de développement aux débits de 40, 60, 80 et 90 m³/h.

Ce pompage mis en œuvre par alternance de cycles d'arrêt et de démarrage a permis d'éliminer les fines et les matériaux de dégradation des matières organiques (racines) présentes au niveau des crépines et dans le terrain encaissant.

La qualité des eaux rejetées, sa turbidité et sa charge en matière en suspension ont été suivies tout au long de l'intervention.

Repose de la pompe d'exploitation n° 1 vers -10,0 m/haut du regard

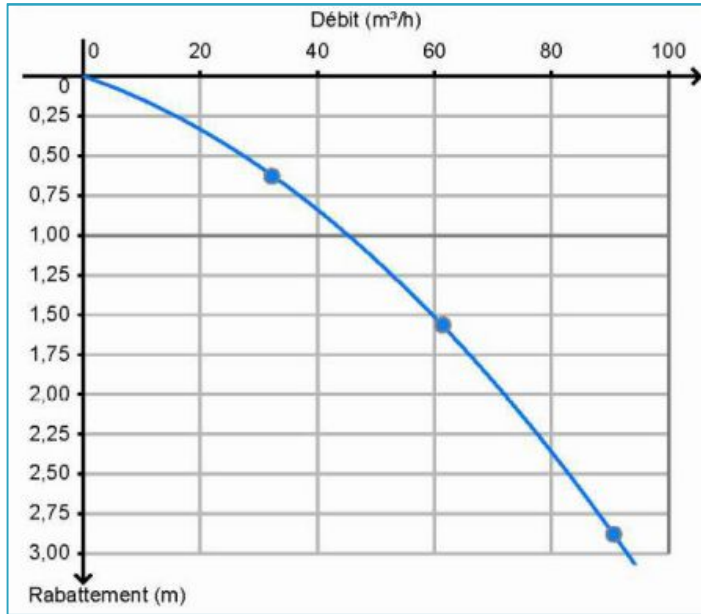
4.4. ESSAI DE POMPAGE PAR PALIERS

Le 27 mars 2017 : pompage par paliers (3 fois 1h00) aux débits successifs de 30, 60 et 90 m³/h.

Les valeurs de rabattement successives et les débits spécifiques associés sont présentés dans le tableau suivant :

Essai par paliers du 22 mars 2017			
NS = 1,89 m/repère (repère = sommet regard béton)			
Débit Q (m ³ /h)	Rabattement s (m)	Débit spécifique Q/s (m ³ /h/m)	Durée t (min)
32,0	0,62	52	60
61,2	1,56	39	60
90,4	2,87	32	60

La courbe caractéristique ainsi déduite a permis d'établir le débit critique de l'ouvrage et il vient :



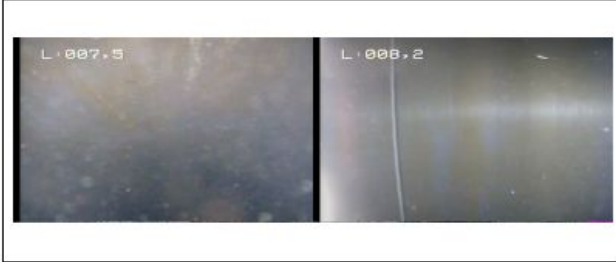
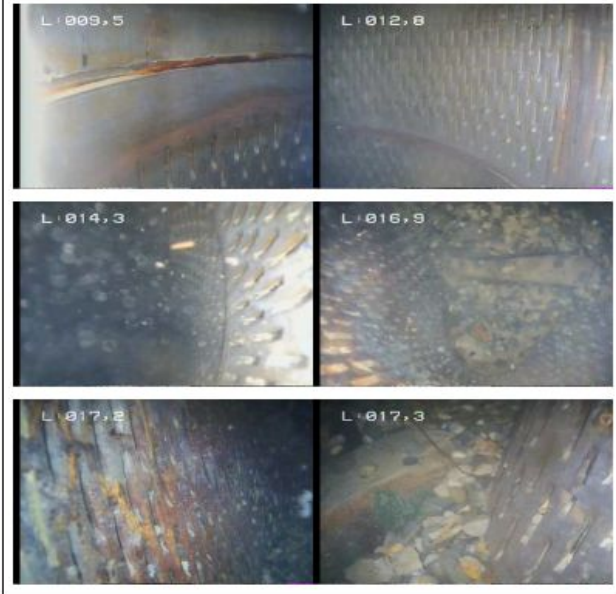

Avec $Q_c = 65 \text{ m}^3/\text{h}$

4.5. INSPECTION VIDEO ET RECEPTION DES TRAVAUX

28 mars 2017 : dépose de la pompe d'essai.

Inspection vidéo du forage - Nous reprenons ci-après des résultats présentés par Sondalp :

	<p><u>De 0,0 à -3,4 m/haut du tube :</u></p> <p>Tube plein en acier inoxydable ø 600 mm</p> <p>Visuellement, le tube plein est en bon état.</p> <p>Les soudures entre tronçons sont continues.</p>
	<p><u>De -3,4 à -7,5 m/haut du tube :</u></p> <p>Crépine en acier inoxydable à nervures repoussées ø 600 mm</p> <p>Visuellement, la paroi de la crépine est en bon état.</p> <p>Globalement, les nervures de la crépine sont bien dégagées. Des racines sont encore présentes sur les 2 premiers mètres.</p>

	<p><u>De -7,5 à -9,5 m/haut du tube :</u></p> <p>Tube plein en acier inoxydable ø 600 mm</p> <p>Visuellement, la paroi du tube est en bon état.</p>
	<p><u>De -9,5 à -17,4 m/haut du tube :</u></p> <p>Crépine en acier inoxydable à nervures repoussées ø 600 mm</p> <p>Visuellement, la paroi de la crépine est en bon état.</p> <p>La soudure tube plein/crépine n'est pas continue.</p> <p>Les nervures de la crépine sont bien dégagées.</p> <p>A partir de -17,0 m/haut du tube, l'ouvrage est +/- effondré et est +/- corrodé et oxydé. De plus, une partie des nervures de la crépine est colmatée.</p>
	<p>Fond de l'ouvrage</p> <p>A -17,4 m/haut du tube, le fond de l'ouvrage est observé. Il présente une accumulation de graviers, de sables et de corps étrangers : chevron de bois, joint, cheville, colliers colson...</p>

Repose des pompes d'exploitation.

Repli du chantier

5. ANALYSE DES RESULTATS ET CONCLUSIONS

Les travaux de nettoyage du forage de la Fare ont été réalisés dans de bonnes conditions, se sont déroulés sans encombre et ont semble-t-il donné pleinement satisfaction.

La majeure partie des racines qui colmataient les crépines du forage ont apparemment été éliminées comme en témoigne les images issues de l'inspection vidéo.

Le pompage de développement qui a été mené en suivant a participé également au nettoyage en évacuant les matières organiques dégradées par l'eau oxygénée et les particules fines accumulées au sein des graves encaissantes.

Les résultats de l'essai de pompage par paliers démontrent que le forage a désormais retrouvé ses capacités initiales avec un rabattement relativement modéré mesuré pour des débits de pompage croissants et surtout un débit critique important et de l'ordre de **65 m³/h**.

Rappelons ici qu'un précédent essai de pompage réalisé en 2007 dans des conditions similaires avait permis d'estimer le débit critique à 26 m³/h. Au regard de cet élément, force est de constater un important gain de capacité de production acquis à la suite du nettoyage.

Il reste aujourd'hui à préciser les caractéristiques de la nappe sur le secteur et l'impact des prélèvements d'eau sur la ressource aquifère locale. Ces aspects pourront être débattus ultérieurement sur la base des résultats de l'essai de pompage longue durée que nous savons avoir été mis en œuvre au terme de l'intervention de nettoyage et que nous proposons d'analyser prochainement, dès que le fichier de valeur nous aura été communiqué.

Quoi qu'il en soit, il nous semble d'ores et déjà opportun, pour pérenniser le bon fonctionnement du forage de la Fare, de réfléchir à un mode d'exploitation en modulation de débit, adaptant le débit de pompage en fonction des variations piézométriques saisonnières de la nappe et en gardant comme consigne maximale d'exploitation le top crépine de l'ouvrage, soit environ 5,1 m/sommet du regard béton.

Dans ces conditions, le débit d'exploitation prévisible du forage devrait a priori varier au fil des saisons entre 25 et 65 m³/h, avec des cycles de pompage plus ou moins long en fonction des besoins.

Ces éléments seront débattus le moment venu et une étude détaillée pourra alors être réalisée afin de définir les modalités de mise en œuvre d'un tel principe d'exploitation de la nappe du Largue sur le site de la Fare.

Nous nous tenons désormais à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tout complément d'information éventuel.

L'Hydrogéologue / co-gérant

Yves BERTHALON

GEOSYNERGIE



Documents annexés :

- Note d'information Géosynergie du 09/03/2017 ;
- Compte rendu de travaux Sondalp de mars 2017.



GÉOSCIENCES & ÉNERGIES RENOUVELABLES

NOTE D'INFORMATION

TRAVAUX DE DECOLMATAGE DU

FORAGE DE LA FARE

SUR LA COMMUNE DE REILLANNE



	Indice 3	Date Mars 2017	Rédacteur Yves BERTHALON	Visa 
---	--------------------	--------------------------	------------------------------------	--

Table des matières

1. DESIGNATION DU DEMANDEUR	3
2. PRESENTATION DU PROJET	3
3. CADRE REGLEMENTAIRE	4
4. LOCALISATION DE LA ZONE D'INTERVENTION.....	4
5. MODALITE D'INTERVENTION	5
5.1. ELEMENTS PREALABLES	5
5.2. PRINCIPE MIS EN OEUVRE.....	5
5.3. PROTOCOLE D'INTERVENTION	5
5.3.1. <i>Dé-colmatage à l'eau oxygénée</i>	<i>5</i>
5.3.2. <i>Essai de puits.....</i>	<i>6</i>
5.3.3. <i>Réception des travaux par auscultation vidéo.....</i>	<i>6</i>
5.4. RESTITUTION DES TRAVAUX	6
6. EVALUATION DES IMPACTS	7
6.1. IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT.....	7
6.2. IMPACTS SUR LA QUALITE DES EAUX RENVOYEEES VERS LE RESEAU DE DISTRIBUTION	7

1. DESIGNATION DU DEMANDEUR

Le demandeur du dossier, Maître d'Ouvrage est :

Nom du demandeur : **Commune de REILLANNE**

N° SIRET : 210 401 600 00015

Adresse du demandeur : Hôtel de Ville
Cours Thierry d'Argenlieu
04410 REILLANNE

Coordonnées téléphoniques : tel : 04 92 76 42 07
Fax : 04.92.76.44.59

Courriel : mairie.reillanne@orange.fr

Contact : **Madame Claire DUFOUR, Maire**

2. PRESENTATION DU PROJET

Le projet concerne la réalisation de **travaux de dé-colmatage du forage de la Fare** qui en raison d'un important encombrement de l'ouvrage par le réseau racinaire environnant a, au fil des années, perdu une grande partie de ses capacités.

Ainsi colmaté, le forage de la Fare peine, à certaines périodes de l'année, à satisfaire aux besoins de la commune obligeant les services municipaux à une grande vigilance et à un suivi au jour le jour du fonctionnement de l'ouvrage.

Une **campagne de nettoyage rudimentaire par soufflage à l'air lift**, pistonnage et acidification partielle, **réalisée en urgence en juillet 2016** a permis d'améliorer suffisamment les capacités du forage pour permettre l'alimentation en eau de la commune avec un certain confort de fonctionnement, notamment pendant l'été, période de forte demande.

Les travaux entrepris alors ont ainsi démontré l'important colmatage du forage et ont permis d'évacuer de grandes touffes de racines qui encombraient la lumière du tubage, vraisemblablement au niveau des crépines.

C'est dans ce contexte qu'il est apparu opportun de prévoir la réalisation d'un dé-colmatage complet en cherchant avec la mise en œuvre d'un traitement chimique par injection d'eau oxygénée d'atteindre l'extrados du forage, le plus loin possible à travers les matériaux aquifères encaissants.

Cette technique assure généralement un profond nettoyage des forages et de leurs abords avec une certaine garantie de réactivation des capacités initiales des ouvrages.

Peu impactante pour l'environnement, du fait de la neutralisation rapide et naturelle du peroxyde d'hydrogène dont les dérivés immédiats sont de l'eau et de l'oxygène, cette technique est généralement bien adaptée au nettoyage en profondeur des ouvrages de captage destinés à l'alimentation en eau potable.

3. CADRE REGLEMENTAIRE

Les travaux de dé-colmatage du forage de la Fare sont soumis uniquement ici au cadre de la rubrique 2.2.3.0 de la réglementation « Eaux et milieux aquatiques », articles L.214-1 à L.214-6, R.214-1 et R.214-6 à R 214-56 du Code de l'Environnement, concernant les rejets dans les eaux de surface.

Article R 214-1 du Code de l'Environnement donnant la nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités soumis à déclaration ou à autorisation (Ex décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié relatif à la nomenclature).

Articles R 214-6 à R 214-56 du Code de l'Environnement relatifs aux procédures de déclaration et d'autorisation (Ex décret n° 93-742 du 29 mars 1993 modifié relatif aux procédures d'autorisation et de déclaration).

Rubrique 2.2.3.0 :

1° Le flux total de pollution brute étant :

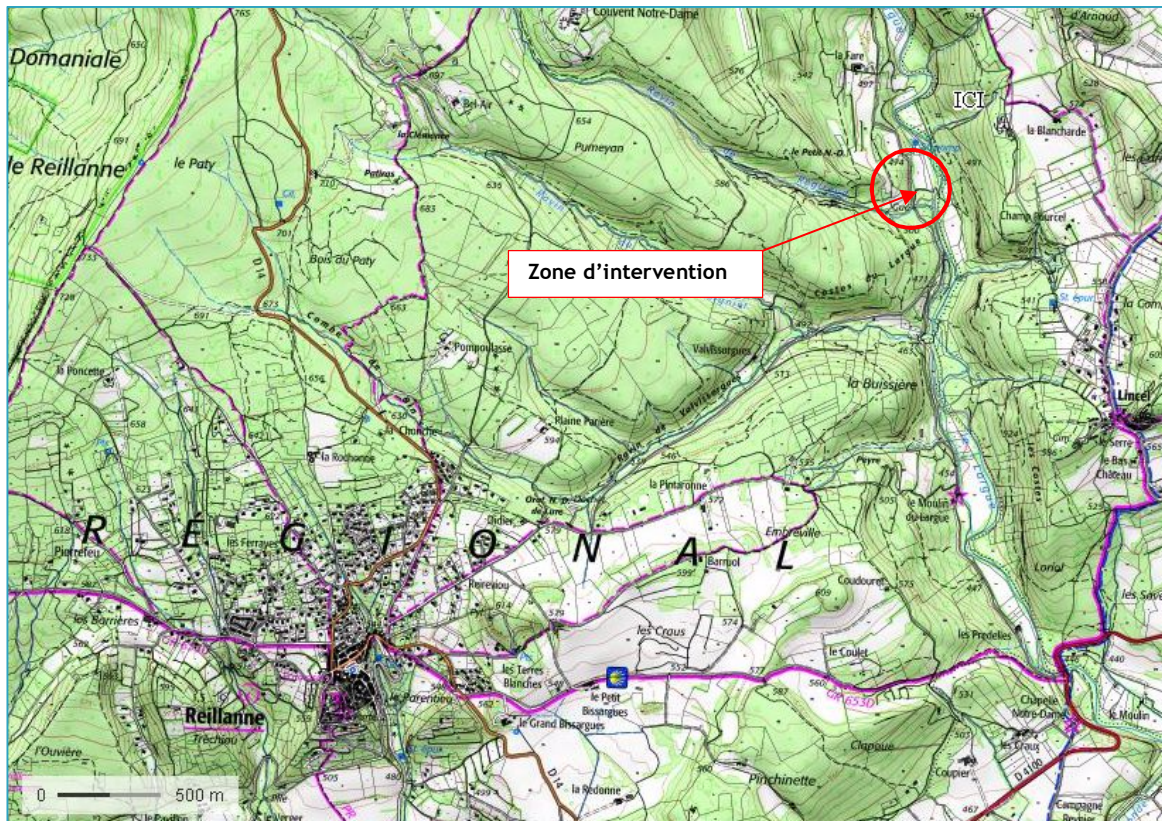
- a) Supérieur ou égal au niveau de référence R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (A) ;
- b) Compris entre les niveaux de référence R1 et R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (D).

Au regard du protocole de nettoyage qui sera mis en œuvre, les travaux ne seront pas concernés par les matières réglementées et font donc l'objet ici d'une simple **note d'information**.

4. LOCALISATION DE LA ZONE D'INTERVENTION

La zone de captage de La Fare est située à 4 km environ au nord-est du village de REILLANNE, au creux de la vallée du Largue, vers 462 m d'altitude, au sud-est en contrebas de la ferme de La Fare.

Figure 1 : Carte de situation du projet



5. MODALITE D'INTERVENTION

5.1. ELEMENTS PREALABLES

L'intervention donnera lieu obligatoirement à :

- l'élaboration d'un plan de prévention des risques ;
- l'élaboration d'un plan de protection de l'environnement ;
- la définition d'un planning d'intervention présenté plus loin ;
- la localisation d'un point d'évacuation des eaux vers le milieu naturel.

Figure 2 : Plan de localisation du point de rejet



5.2. PRINCIPE MIS EN OEUVRE

Il va s'agir de la réalisation d'un traitement chimique du forage par injection d'une forte dose de peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) au droit des crépines associé à un brossage et à un pistonnage de l'ouvrage.

5.3. PROTOCOLE D'INTERVENTION

5.3.1. DE-COLMATAGE A L'EAU OXYGENEE

Le protocole d'intervention prévu ici est le suivant :

- injection par tubing d'une tonne de peroxyde d'hydrogène au droit des crépines du forage ;
- mise en contact avec le terrain encaissant pendant 12 heures avec pistonnage ;
- brossage des crépines du forage pour décoller la totalité des produits dissous ;

- évacuation des dépôts par pompage à l'air lift ;
- décantation des eaux de nettoyage dans un bac de 8 m³ prévu à cet effet ;
- rejet des eaux filtrées après vérification de leurs caractéristiques (eaux claires de turbidité négligeable) vers le milieu naturel ;
- suivi de la teneur en fines des eaux de rejet par tests réguliers au cône de Imhoff.

5.3.2. ESSAI DE PUIITS

Un essai de puits sera réalisé à l'issue du dé-colmatage du forage, et après pompage de nettoyage jusqu'à obtention d'une eau claire et parfaitement potable.

Cet essai va permettre de comparer le comportement hydraulique de l'ouvrage avec les données d'origine et d'évaluer ainsi l'efficacité du traitement.

L'essai sera mené par paliers de débits croissants à durée constante compris entre 20 et 60 m³/h (trois paliers à 20, 40 et 60 m³/h).

A partir des données de suivi il sera alors possible d'estimer la capacité de production du forage sur la base des éléments établis grâce à la courbe caractéristique de l'ouvrage et de la définition du débit critique.

Dans un second temps, un essai de nappe pourra être mis en œuvre, soit à la suite de l'essai de puits soit plus tard, en période d'étiage de la nappe par exemple.

5.3.3. RECEPTION DES TRAVAUX PAR AUSCULTATION VIDEO

Au terme de l'intervention, il sera réalisée une inspection vidéo du forage qui permettra de vérifier l'état de l'ouvrage en profondeur et de repérer éventuellement les zones ayant souffert d'une usure prématurée ou de corrosion.

Un bilan visuel complet sera ainsi établi qui servira en plus de référence pour la mise en place d'un programme d'entretien et d'auscultation systématique et régulier.

L'intervention sera réalisée à l'aide d'une caméra vidéo haute résolution Ø 85 mm avec objectif couleur et tête pivotante (270°) et rotative (360°), munie d'un éclairage à diodes électroluminescentes.

L'acquisition des images sera réalisée via un câble de liaison monté sur touret motorisé, grâce à une régie de contrôle avec écran couleur et enregistreur numérique.

5.4. RESTITUTION DES TRAVAUX

L'ensemble des résultats de l'intervention fera l'objet d'un rapport de synthèse complet et détaillé valant dossier des ouvrages exécutés.

Ce rapport comprendra la coupe technique de l'équipement (tubage) du forage, le descriptif des travaux réalisés, l'interprétation des essais par pompage (quantité et qualité). Il comprendra également des recommandations concernant l'exploitation.

6. EVALUATION DES IMPACTS

6.1. IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

Le peroxyde d'hydrogène ou eau oxygénée est généralement connu comme étant un excellent agent antiseptique.

Il se décompose dans une réaction exothermique en eau et dioxygène, avec $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

Sa décomposition est accélérée par la présence de composés organiques et son utilisation pour le dé-colmatage d'un forage encombré par des racines apparaît tout à fait opportune.

Ainsi, au terme de l'intervention, aucune substance toxique résiduelle n'est susceptible de polluer les eaux du forage du fait de l'introduction de peroxyde d'hydrogène en quantité importante dans le forage.

La décantation et la filtration des eaux résiduelles suffiront à s'affranchir des risques de pollution et à garantir le rejet d'eau claire vers le milieu naturel.

6.2. IMPACTS SUR LA QUALITE DES EAUX RENVOYÉES VERS LE RESEAU DE DISTRIBUTION

Le captage ne sera remis en fonctionnement qu'après nettoyage complet du forage par pompage.

La bonne qualité des eaux sera vérifiée au fur et à mesure des procédures de nettoyage et ce n'est qu'au terme de l'essai de pompage par palier qui permettra de vérifier les capacités de l'ouvrage et validation des résultats que le forage pourra être reconnecté au réseau communal.

Fait à Crots le 09/03/2017

Pour le compte de la **Commune de REILLANNE**

L'Hydrogéologue / co-gérant GEOSYNERGIE

Yves BERTHALON



Annexes :

- Planning d'intervention.

Annexe - Planning d'intervention

	Lundi 20 mars	Mardi 21 mars	Mercredi 22 mars	Jeudi 23 mars	Vendredi 24 mars	Lundi 27 mars	Mardi 28 mars
Approvisionnement chantier et installation							
Dépose des pompes / Injection eau oxygénée / Brossage / Pistonnage							
Curage par air-lift / Mise en place pompe de nettoyage							
Pompage de nettoyage / Remise en place première pompe d'exploitation							
Essai de puits							
Réception télévisée / Reprise de la deuxième pompe d'exploitation / Désinstallation de chantier							

Mardi 21 mars Arrêt du puits à 8h

Jeudi 23 mars Redémarrage du puits à 18h

Lundi 27 mars Arrêt du puits à 10h et redémarrage à 18h



Travaux de nettoyage du forage de la Fare

Réf. BSS : BSS002FCDL

Reillanne (04)




Compte-rendu de travaux

C04091 version 1 – Mars 2017

Service « cycle de vie des forages »



	Auteur
Date	Mars 2017
Nom	David LOURENCO – Technicien
Signature	

MISE A JOUR

Date	Version	Auteur	Remarques
Mars 2017	1	David LOURENCO	Création du document

DISTRIBUTION

Nom	Client	Nombre de copie
Guillaume PRA	Marie de Reillanne	2

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	4
2. DEROULEMENT DES TRAVAUX	4
3. POMPAGES	5
4. INSPECTION TELEVISEE	7
5. CONCLUSION	9

Liste des Figures

Figure 1 : Courbe caractéristique.....	6
--	---

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Données et résultats de l'essai par paliers.....	5
--	---

Liste des Annexes

Annexe 1 : Coupe technique d'origine du puits.

Annexe 2 : Données de pompage après travaux.

Annexe 3 : Inspection télévisée de l'ouvrage après travaux (CD-Rom ci-joint).

1. PREAMBULE

Suite à la perte de productivité du forage de la Fare lors de l'été 2016 (colmatage racinaire), la municipalité de Reillanne, représentée par son directeur technique Monsieur Guillaume PRA, a demandé à l'entreprise SONDALP de réaliser des travaux de nettoyage sur son ouvrage.

L'intervention s'est déroulée du 20 au 28 mars 2017.

Le présent rapport constitue le compte-rendu des travaux réalisés.

2. DEROULEMENT DES TRAVAUX

20 mars 2017 Installation de chantier

21 mars 2017 Retrait des pompes d'exploitation

Profondeur avant travaux : -18,65 m/haut du regard

Injection de 800 litres de peroxyde d'hydrogène et brossage / pistonnage



22 mars 2017 Curage du fond du puits par air-lift et décantation des eaux avant rejet.

Profondeur après travaux : -19,13 m/haut du regard

Mise en place de la pompe d'essai à -18,5 m/haut du regard

Pompage à 20 m³/h (jusqu'au 24 mars à 8h00)

23 mars 2017 Pompage de développement aux débits de 40, 60, 80 et 90 m³/h

Repose de la pompe d'exploitation n°1 à la profondeur provisoire de -10,0 m/haut du regard

27 mars 2017 Pompage par paliers (3 x 1h) aux débits de 30, 60 et 90 m³/h

28 mars 2017 Dépose de la pompe d'essai

Réception télévisée des travaux

Repose des pompes d'exploitation

Repli du chantier

3. POMPAGES

Les pompages ont consisté en :

- Un pompage de développement avec alternance de cycles arrêt/marche aux débits 40, 60, 80 et 90 m³/h le 23 mars 2017 qui a permis d'éliminer les fines présentes dans l'aquifère après le traitement au peroxyde d'hydrogène des racines présentes dans les crépines et dans le terrain encaissant.
- Un essai de puits composé de 3 paliers de 1 heure aux débits de 30, 60 et 90 m³/h le 27 mars 2017 pour caractériser le forage et déterminer le débit critique dans les conditions de nappe de mars 2017.

Le tableau ci-dessous reprend les rabattements et les débits spécifiques obtenus lors de l'essai de puits.

Essai par paliers du 22 mars 2017			
NS = 1,89 m/repère (repère = sommet regard béton)			
Débit Q (m ³ /h)	Rabattement s (m)	Débit spécifique Q/s (m ³ /h/m)	Durée t (min)
32,0	0,62	52	60
61,2	1,56	39	60
90,4	2,87	32	60

Tableau 1 : Données et résultats de l'essai par paliers

A la fin des deux premiers paliers, les niveaux d'eau sont quasi-stabilisés, avec une baisse inférieure à 0,5 cm/10 min.

A 90 m³/h, le niveau d'eau n'est pas encore stabilisé après une heure de pompage (baisse de l'ordre de 0,5 à 1 cm/10 min) alors que le niveau d'eau atteint presque le top crépine (situé à 5,1 m/sommet regard béton).

Cet essai de puits a permis d'établir la courbe caractéristique du forage de la Fare. Cette courbe est présentée ci-après.

Dans les conditions de nappe de mars 2017, le débit critique est de l'ordre de 65 m³/h. Au-delà de ce débit, la perte de charge quadratique (générée par le passage de l'eau au droit de la crépine) devient supérieure à la perte de charge linéaire (générée par le passage de l'eau dans le terrain aquifère).

L'analyse des pertes de charges indique que :

- La valeur de la perte de charge linéaire (B) est faible, indiquant une nappe relativement productive.
- La valeur de la perte de charge quadratique (C) est inférieure à $3600 \text{ s}^2/\text{m}^5$, indiquant un ouvrage relativement bien conçu et bien développé.

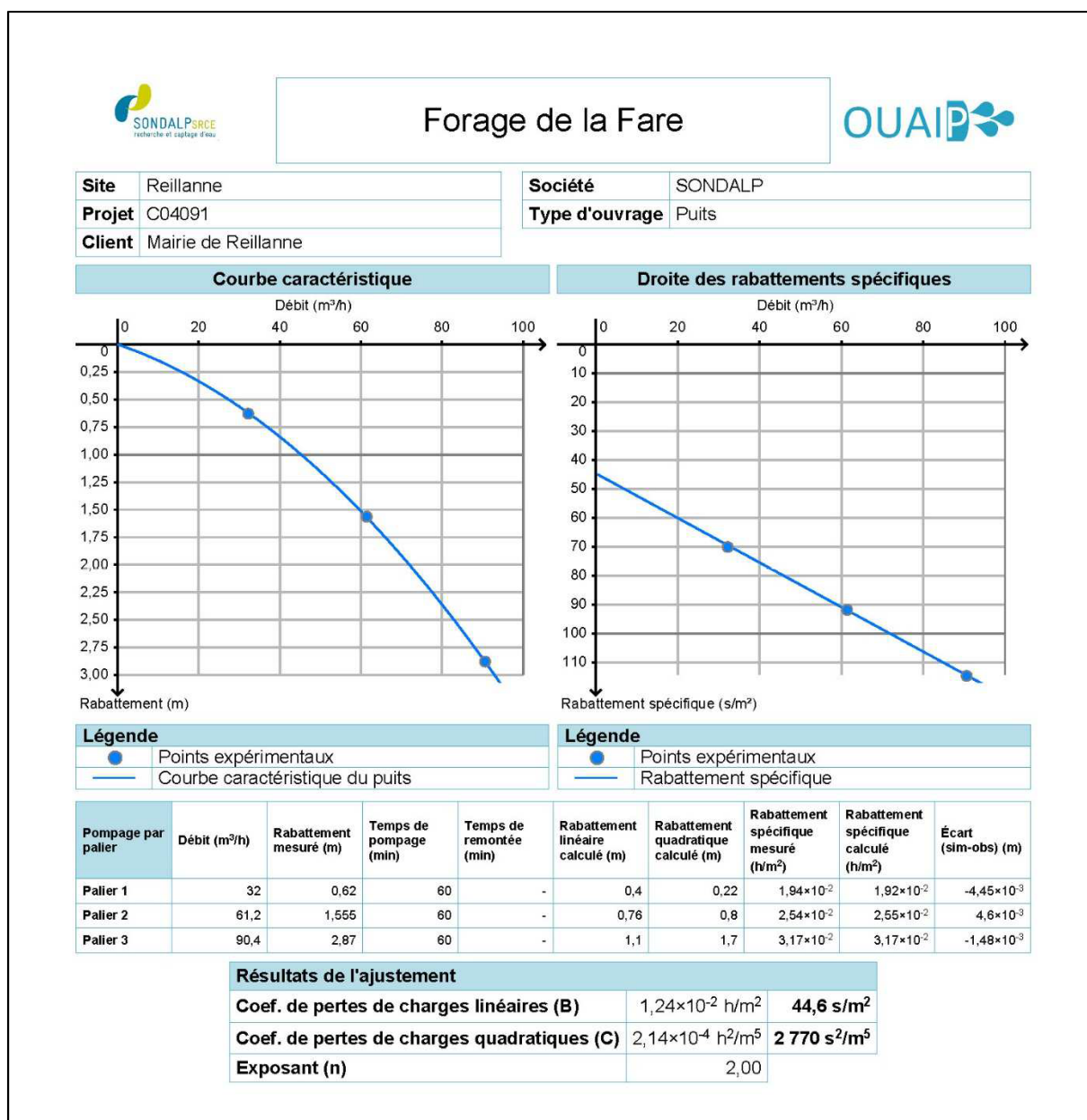
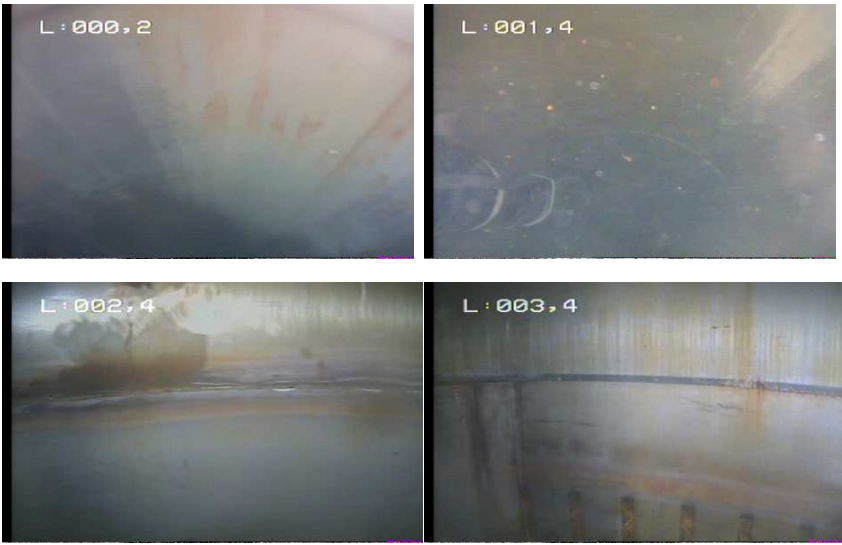
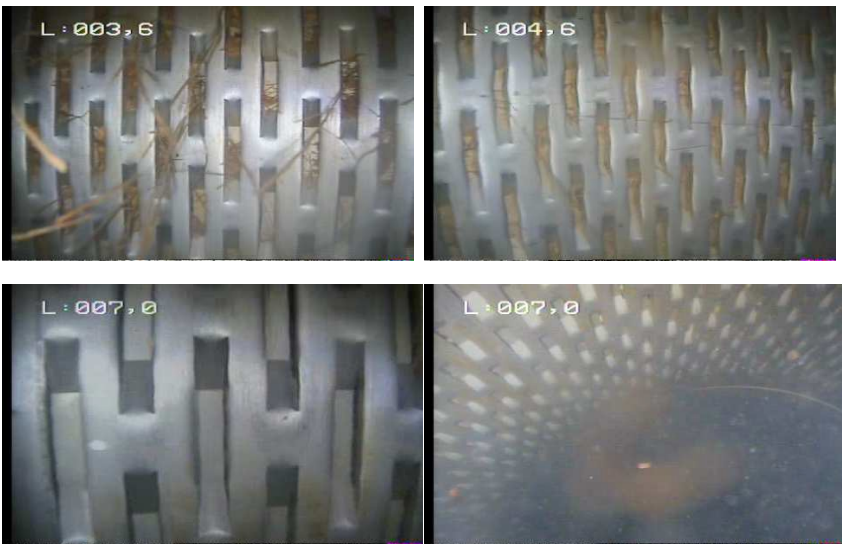

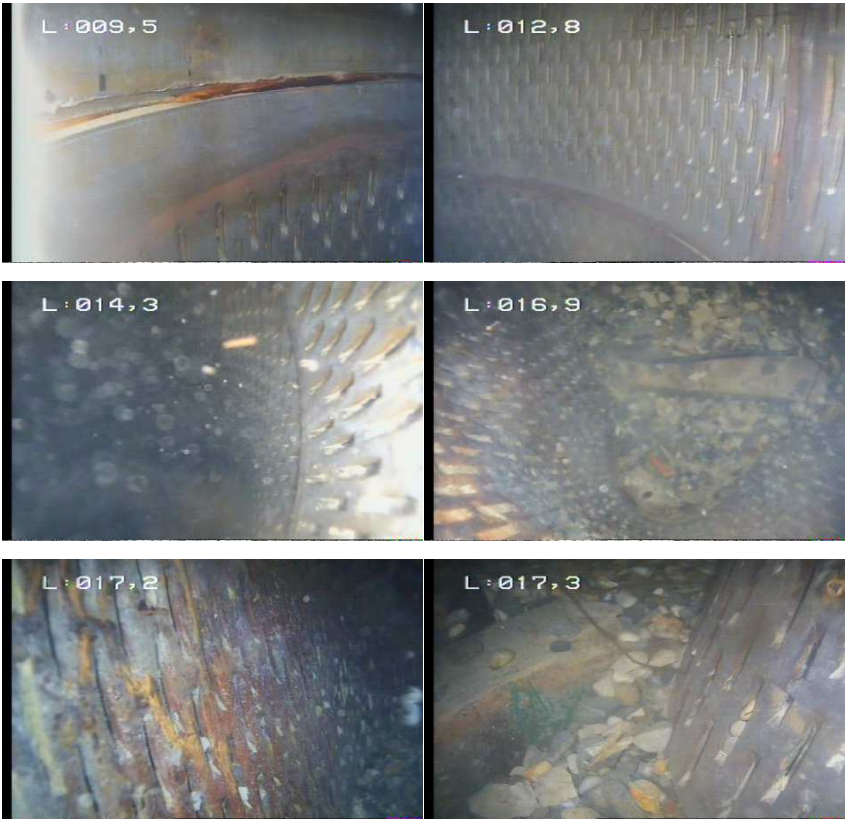



Figure 1 : Courbe caractéristique

4. INSPECTION TELEVISEE

Photos capturées lors de l'inspection du forage de la Fare Le 28/03/2017	Observations
	<p>Haut du tube inox à -1,7m/haut du sommet du regard béton</p> <p><u>De 0,0 à -3,4 m/haut du tube :</u></p> <p>Tube plein en acier inoxydable ø 600 mm</p> <p>Visuellement, le tube plein est en bon état.</p> <p>Les soudures entre tronçons sont continues.</p>
	<p><u>De -3,4 à -7,5 m/haut du tube :</u></p> <p>Crépine en acier inoxydable à nervures repoussées ø 600 mm</p> <p>Visuellement, la paroi de la crépine est en bon état.</p> <p>Globalement, les nervures de la crépine sont bien dégagées. Des racines sont encore présentes sur les 2 premiers mètres.</p>

	<p><u>De -7,5 à -9,5 m/haut du tube :</u></p> <p>Tube plein en acier inoxydable ø 600 mm</p> <p>Visuellement, la paroi du tube est en bon état.</p>
	<p><u>De -9,5 à -17,4 m/haut du tube :</u></p> <p>Crépine en acier inoxydable à nervures repoussées ø 600 mm</p> <p>Visuellement, la paroi de la crépine est en bon état.</p> <p>La soudure tube plein/crépine n'est pas continue.</p> <p>Les nervures de la crépine sont bien dégagées.</p> <p>A partir de -17,0 m/haut du tube, l'ouvrage est +/- collapsé et est +/- corrodé et oxydé. De plus, une partie des nervures de la crépine est colmatée.</p>
	<p>Fond de l'ouvrage</p> <p>A -17,4 m/haut du tube, le fond de l'ouvrage est observé. Il présente une accumulation de graviers, de sables et de corps étrangers : chevron de bois, joint, cheville, colliers colson...</p>

5. CONCLUSION

Les travaux de nettoyage entrepris sur le forage de la Fare, du 20 au 28 mars 2017, ont permis d'éliminer une grande majorité des racines présentes dans et autour des crépines.

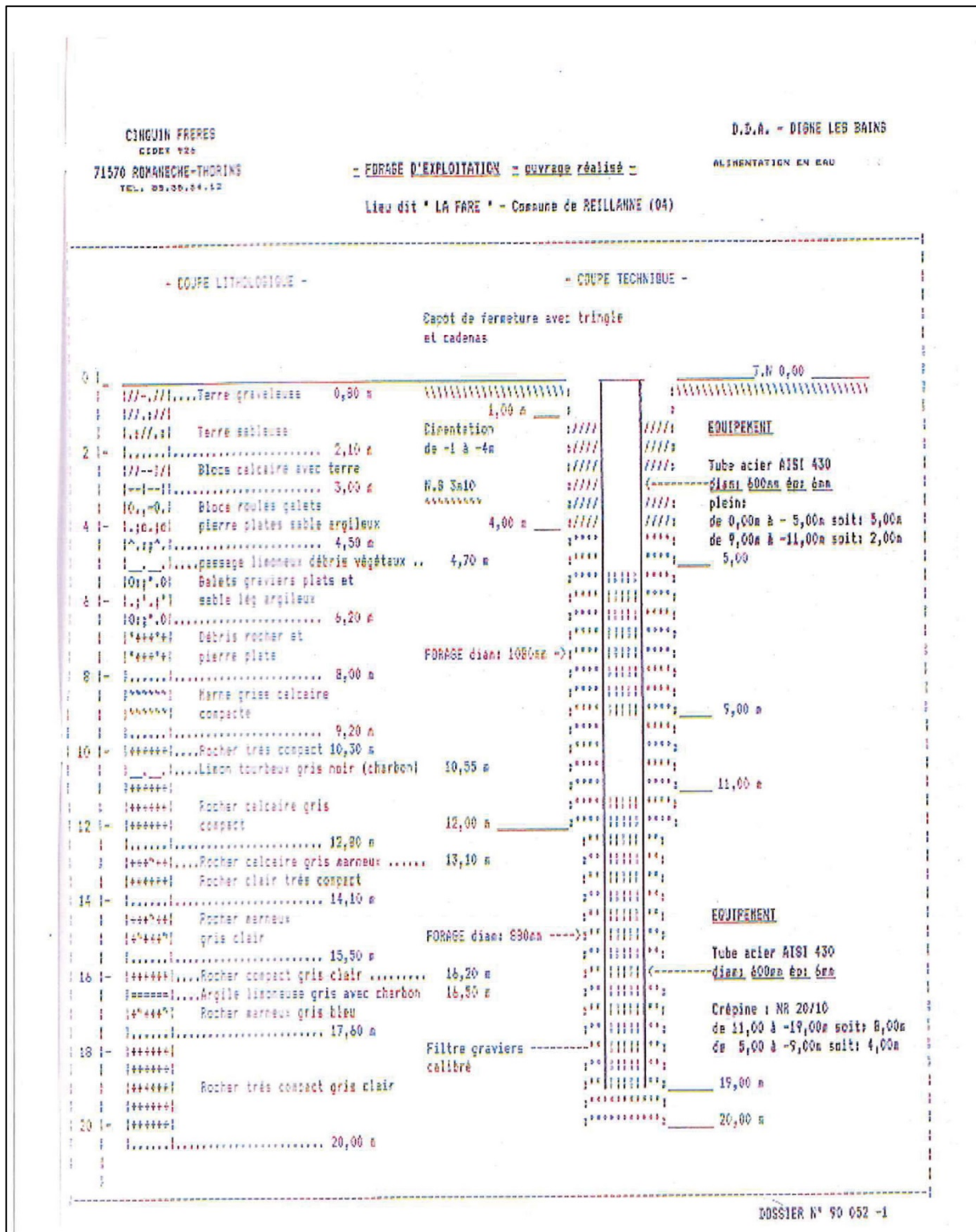
Ces travaux ont aussi permis de caractériser le comportement hydraulique du forage et de déterminer son débit critique. Ainsi, dans les conditions de nappe de mars 2017, nous préconisons de ne pas dépasser le débit de 65 m³/h en exploitation.

De plus, pour pérenniser le bon fonctionnement de ce forage, nous suggérons d'étudier une exploitation en modulation de débit c'est-à-dire en adaptant le débit de pompage à une consigne de niveau piézométrique correspondant au top crépine du forage (5,1 m/sommet du regard béton). Ainsi, en fonction de la piézométrie de la nappe alluviale du Lague, le débit de pompage serait amené à évoluer dans une fourchette de débit comprise approximativement entre 25 et 65 m³/h, afin d'éviter le dénoyage de la crépine.

Annexes


Annexe 1


Coupe technique d'origine du puits





Annexe 2


Données de pompage après travaux

199020page		ESSAI DE POMPAGE				Deu					PAGE: 1 / 3				
 recherche et captage d'eau		Client :				DATE: 22/03/17 - 23/03/17									
		Lieu : Reillanne				DATE: 22/03/17 - 23/03/17									
		Référence :													
		Forage				Piezo		Piezo		Piezo		Piezo		Piezo	
Type pompe	2660	Forage		Nom		P31	P32	P33							
Profondeur pompe	18,5	600		Diamètre											
Longueur refoulement	~ 25 m	+ 0,23 m/sol		Hauteur du repère/sol											
Mesure du débit par	0,6m			Niveau statique											
				Profondeur											
				Distance / au forage											
Heure	Débit	Niveau d'eau	Rbt	Observations	T°C	µS	NTU	Niveau d'eau	Niveau d'eau	Niveau d'eau	Niveau d'eau	Niveau d'eau	Niveau d'eau	Niveau d'eau	Niveau d'eau
16h45	0	2,06		le 22/03/17											
17h57	23	2,58						2,52	2,575	2,59					
le 24/3/17															
8h00	17	2,35					1,55								
8h10	16,75	2,38		Arrêt											
25	0	2,11		Marche ~ 10m 3/4											
26		2,98													
27	40,8	2,97													
28		2,98													
29		2,99													
30	41,2	//													
35		2,997		Fau trouble, o sable											
40	41	2,995													
45	40,9	3,00	0,94	Arrêt											
50	0	2,13		M eau léger trouble - o sable											
55	42	3,05	0,98												
9h00	0	2,125													
05	45,17	3,10	1,04	leg. trouble, o sable											
10	0	2,125													
15		3,10	1,04												
20	45,17	3,105													
28	45,30	3,115													
30	45,3	3,12		leg. trouble o fines			35,3								
35	0	3,13													
36		3,38													
37		3,58													
38	60,5	3,62													
39		3,655													
40	60,7	3,66													
45	"	3,68		trouble marce o fines											
50	"	3,695													
55	"	3,695	1,635	Trouble. Mandatée a fins											
10h01	0	3,17													

ESSAI DE POMPAGE <i>DEL</i>										PAGE : <i>2/3</i>				
		Client :		Forage 						DATE : <i>23/03/17</i>				
		Lieu : <i>Reillanne</i>												
		Référence :												
Heure	Débit	Niveau d'eau	Rbt	Observations	T°C	µS	NTU	Piezo Niveau d'eau	Piezo Niveau d'eau	Piezo Niveau d'eau	Piezo Niveau d'eau	Piezo Niveau d'eau		
<i>A</i>	<i>10h05</i>	<i>61,9</i>	<i>3,705</i>		<i>Trouble 0 fines</i>									
<i>M</i>	<i>10</i>	<i>0</i>	<i>2,745</i>											
<i>A</i>	<i>15</i>	<i>62,4</i>	<i>3,705</i>		<i>Trouble 0 fines</i>									
<i>M</i>	<i>20</i>	<i>0</i>	<i>2,765</i>											
	<i>25</i>	<i>62,7</i>	<i>3,69</i>		<i>Trouble 0 fines</i>									
	<i>35</i>	<i>60,8</i>	<i>3,66</i>	<i>7,60</i>						<i>Q/S=</i>				
<i>A</i>	<i>40</i>	<i>61,75</i>	<i>3,71</i>	<i>1,65</i>	<i>legère trouble 0 fines</i>		<i>27,5</i>							
<i>M</i>	<i>45</i>	<i>0</i>	<i>2,785</i>		<i>→ Q</i>									
	<i>46</i>		<i>4,05</i>											
	<i>47</i>		<i>4,36</i>											
	<i>48</i>	<i>82,2</i>	<i>4,5</i>											
	<i>49</i>		<i>4,58</i>											
	<i>50</i>	<i>82,8</i>	<i>4,63</i>											
	<i>51</i>		<i>4,65</i>											
	<i>52</i>		<i>4,655</i>											
	<i>53</i>		<i>4,66</i>											
	<i>54</i>		<i>4,665</i>											
	<i>55</i>	<i>82,3</i>	<i>4,67</i>		<i>Trouble normale 0 fines</i>									
<i>M</i>	<i>11h00</i>	<i>82,3</i>	<i>4,65</i>											
<i>A</i>	<i>05</i>	<i>82,3</i>	<i>4,70</i>		<i>Trouble blancheur 0 fines</i>					<i>20 gr / 1000</i>				
<i>M</i>	<i>10</i>	<i>0</i>	<i>2,225</i>											
<i>A</i>	<i>15</i>	<i>81,4</i>	<i>4,60</i>											
<i>M</i>	<i>20</i>	<i>0</i>	<i>2,278</i>		<i>Trouble, 20 gr / 1000</i>									
<i>A</i>	<i>25</i>	<i>83,2</i>	<i>4,64</i>											
<i>M</i>	<i>30</i>	<i>0</i>	<i>2,275</i>											
	<i>35</i>	<i>83,1</i>	<i>4,68</i>		<i>Trouble, 99 gr grains (< 20 gr)</i>									
	<i>40</i>	<i>82,6</i>	<i>4,70</i>											
	<i>45</i>	<i>83,6</i>	<i>4,71</i>											
<i>A</i>	<i>55</i>	<i>83,6</i>	<i>4,73</i>		<i>legère trouble, 0 fines</i>					<i>36,4</i>				
<i>M</i>	<i>12h00</i>	<i>0</i>	<i>2,25</i>		<i>Q →</i>									
	<i>05</i>	<i>86,7</i>	<i>4,805</i>											
	<i>10</i>	<i>86,9</i>	<i>4,86</i>		<i>Trouble 99 fines</i>									
	<i>15</i>	<i>87,3</i>	<i>4,90</i>											
	<i>12h15</i>	<i>0</i>	<i>2,175</i>											
	<i>12h22</i>		<i>4,86 2,12</i>		<i>Q →</i>									
	<i>57</i>		<i>4,80</i>											
	<i>58</i>		<i>4,95</i>											
	<i>59</i>		<i>4,98</i>											
<i>M</i>	<i>13h00</i>		<i>4,99</i>											
	<i>03</i>	<i>91,2</i>	<i>5,01</i>											
	<i>05</i>		<i>-</i>											
	<i>15</i>		<i>91039</i>											
	<i>30</i>	<i>90,5</i>	<i>5,04</i>											

ESSAI DE POMPAGE										PAGE : 3 / 3									
 Client : _____ Lieu : _____ Référence : _____										DATE : 23/03/17									
										Forage					Piezo	Piezo	Piezo	Piezo	Piezo
										Heure	Débit	Niveau d'eau	Rbt	Observations	T°c	µS	NTU	Niveau d'eau	Niveau d'eau
13h30	90,6	5,04		legère turbidité, 0/litre															
40	92,3	5,045																	
13h55	90,3	5,05		claire, 0/litre			13												
14h10	90,2	5,04																	
25	//	//																	
40	90,1	5,05		claire, 0/litre			10,3												
45		5,05		à 0,2															
50	55,75	3,61																	
15h00	55,75	3,58		claire, 0/litre			3												
15		-					0,75												
20	55,9	3,575		claire, 0/litre															
40							0,36												
45	56,1	3,565		claire, 0/litre			0,8												

ESSAI DE POMPAGE <i>Paliers</i>										PAGE : <i>1</i>				
		Client :		Lieu : <i>Reillanne</i>						DATE : <i>27/03/17</i>				
		Référence :		Forage		Piezo		Piezo		Piezo		Piezo		
Type pompe	<i>2660</i>	<i>Captage</i>		Nom		<i>P37</i>	<i>2</i>	<i>3</i>						
Profondeur pompe	<i>218.50m/0.8</i>	<i>600</i>		Diamètre										
Longueur refoulement		<i>1023m/1.4</i>		Hauteur du repère/sol										
Mesure du débit par		<i>1189</i>		Niveau statique										
				Profondeur										
				Distance / au forage										
Heure	Débit	Niveau d'eau	Rbt	Observations	T°C	µS	NTU	Niveau d'eau	Niveau d'eau	Niveau d'eau	Niveau d'eau	Niveau d'eau		
<i>13H20</i>	<i>0</i>	<i>1,84</i>						<i>2,36</i>	<i>2,42</i>	<i>2,25</i>				
<i>13H30</i>	<i>0</i>	<i>1,88</i>		<i>Début pompage</i>										
<i>31</i>		<i>2,57</i>												
<i>32</i>		<i>-</i>												
<i>33</i>	<i>32,0</i>	<i>2,50</i>												
<i>34</i>		<i>2,505</i>												
<i>35</i>	<i>34,1</i>	<i>-</i>												
<i>36</i>		<i>2,54</i>												
<i>37</i>		<i>//</i>												
<i>38</i>	<i>32,1</i>	<i>//</i>												
<i>39</i>		<i>// +</i>												
<i>40</i>		<i>2,515</i>												
<i>50</i>		<i>2,52</i>		<i>Eau claire, 0 sables</i>	<i>13,6</i>	<i>525</i>	<i>0,38</i>							
<i>14H00</i>		<i>2,52</i>												
<i>10</i>	<i>31,9</i>	<i>-</i>												
<i>20</i>	<i>32</i>	<i>2,515</i>										<i>Q/S = 57,6</i>		
<i>14H30</i>	<i>32,0</i>	<i>2,51</i>	<i>0,62</i>	<i>Eau claire, 0 sables</i>	<i>12,5</i>	<i>535</i>	<i>0,37</i>							
<i>31</i>		<i>3,29</i>												
<i>32</i>		<i>3,39</i>												
<i>33</i>		<i>3,505</i>												
<i>34</i>		<i>3,51</i>												
<i>35</i>		<i>3,51</i>	<i>1,52</i>											
<i>36</i>		<i>3,515</i>												
<i>37</i>		<i>//</i>												
<i>38</i>		<i>// +</i>												
<i>39</i>		<i>3,52</i>												
<i>40</i>	<i>61,3</i>	<i>3,52</i>	<i>1,53</i>	<i>Eau claire, 0 fines</i>	<i>11,7</i>	<i>537</i>	<i>0,96</i>							
<i>50</i>	<i>//</i>	<i>3,53</i>												
<i>15H00</i>	<i>61,2</i>	<i>3,535</i>		<i>Eau claire, 0 fines</i>	<i>12,8</i>	<i>529</i>	<i>0,85</i>					<i>Q/S = 39,4</i>		
<i>10</i>		<i>3,54</i>												
<i>20</i>		<i>3,540+</i>												
<i>15H30</i>	<i>61,2</i>	<i>3,545</i>	<i>1,55</i>	<i>Eau claire, 0 fines</i>	<i>12,7</i>	<i>531</i>	<i>0,91</i>							
<i>32</i>		<i>4,56</i>												
<i>33</i>		<i>4,65</i>												
<i>34</i>		<i>4,68</i>												
<i>35</i>	<i>69,7</i>	<i>4,69</i>												

ESSAI DE POMPAGE <i>Paliers</i>										PAGE : <i>(2)</i>				
 recherche et captage d'eau		Client : <i>Commune</i>								DATE : <i>7/27/03/17</i>				
		Lieu : <i>Reillanne</i>												
		Référence :												
Heure	Débit	Niveau d'eau	Rbt	Observations	T°C	µS	NTU	Piezo Niveau d'eau	Piezo Niveau d'eau	Piezo Niveau d'eau	Piezo Niveau d'eau	Piezo Niveau d'eau		
15h36	90,7	4,695												
37		4,70												
38		4,705												
39		4,71												
40	90,5	4,71	2,82	Eau claire, 0 fines	13,3	533	15,9							
50		4,725												
16h00	90,5	4,735 +		Eau claire, 0 fines	13,2	535	5,6							
10		4,745												
20	90,5	4,75	2,86											
30	90,6	4,76	2,87	Eau claire, 0 fines			3,8							
35		4,76		Arrêt pompage Remonte										
36	0	2,16												
37		2,03												
38		2,015												
39		2,01												
40		2,00												
41		1,985												
42		1,98												
43		1,98												
44		1,975												
45		1,97												
50		1,95												
55		1,94												
17h00	0	1,925												
				→ démarrage pompe contrôle turbidité										
17h10	61,3							0,9						
17h20	61,3							0,55						
17h30								0,35						

Annexe 3

Inspection télévisée de l'ouvrage après travaux (CD-Rom ci-joint) le 28/03/2017