

COMMUNAUTE DE COMMUNES VALLEE DES BAUX - ALPILLES
REGIE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT
ZA de la Massane / 23, Avenue des Joncades Basses
13210 SAINT REMY DE PROVENCE

EXPERTISE OFFICIELLE PREFECTURE /ARS

Avis hydrogéologique définitif relatif à la délimitation des périmètres de protection
du nouveau champ-captant de Saint Etienne du Grès-Mas-Blanc les Alpilles.

par Jean-Paul SILVESTRE
Docteur en Géologie Appliquée
Diplômé d'Etudes Approfondies en Hydrogéologie
Collaborateur Occasionnel du Service Public
Hydrogéologue Agréé en matière d'eau, d'Hygiène
et de Salubrité Publiques pour le département des Bouches du Rhône
Coordonnateur départemental adjoint des Hydrogéologues

1. INTRODUCTION

En 2018, la Communauté de Communes de la Vallée des Baux-Alpilles (CCVBA) a envisagé de créer un nouveau captage d'eau potable sur la commune de Saint Etienne du Grès, à proximité de Mas-Blanc les Alpilles, sur des parcelles dont elle avait la maîtrise foncière, afin d'améliorer l'alimentation en eau potable de ces commune mais aussi de sécuriser celle de Saint Rémy de Provence dans la mesure où un objectif de débit de 200 à 300 m³/h pourrait être atteint (fig.1).

La particularité de ces parcelles résidait dans le fait qu'elles se localisaient en plaine alluviale, au bord du Vigueirat, entre Montagnette et Alpilles, et qu'elles étaient riveraines, en amont topographique et hydraulique, de celle où se trouvait implantée la station d'épuration communale des eaux usées de Mas-Blanc les Alpilles (fig. 1 et 2).

Pour ce faire, dans un courrier daté du 29 mai 2018, la CCVBA a donc sollicité l'Agence Régionale de Santé (ARS) afin d'avoir l'avis d'un Hydrogéologue Agréé sur les éventuelles contraintes en terme de protection d'un nouveau captage dans le cas où un ou plusieurs forages d'eau seraient réalisés sur ce site.

A la suite de cette demande officielle, et sur proposition de R.CAMPREDON, coordonnateur départemental des Hydrogéologues Agréés, l'ARS, par courrier en date du 4 juillet suivant (référence n° DD13/SE/RM/MASBLANC2-HG-2018-07-02), m'a demandé de fournir un avis circonstancié sur ce projet après enquête sur place et, dans la mesure où il se concrétiserait, de définir ultérieurement les périmètres de protections réglementaires de ce(s) nouveau(x) captage(s).

Le 27 août 2018, j'ai donné un avis favorable à la poursuite de ce projet de création d'un nouveau captage sur ce site sous réserve d'un certain nombre de contraintes à respecter compte-tenu des contextes géologique et hydrogéologique et de la proximité de la station d'épuration dont les rejets

se font dans le Vigueirat en aval écoulement de ces 2 parcelles , à savoir notamment :

- implantation aux 2/3 amont de la parcelle n° B0941277,
- foration jusqu'au substratum marneux des alluvions avec ancrage dans celui-ci,
- mise en place de crépines uniquement face aux niveaux aquifères les plus profonds,
- pose d'un bouchon anti-contaminant intercalé entre le massif de gravier filtrant et la cimentation extradoss de la chambre de pompage en vue de limiter la vulnérabilité de la ressource captée par étanchéification et élimination des venues d'eau superficielles,
- à la suite des travaux de forage, réalisation d'un pompage d'essai longue durée au débit d'exploitation retenu fixé par les résultats d'un test de débit par paliers afin d'évaluer la zone d'appel en pompage, notamment en aval captage en direction de la station d'épuration ainsi qu'en amont hydraulique pour situer la position de l'isochrone 50 jours et la limite du périmètre de protection rapprochée.



Fig.1. Situation géographique du nouveau champ captant.

A la suite de cet avis positif, la CCVBA a retenu le BE ANTEA (notification du 05/11/2021) pour choisir un point d'implantation précis de captage et assurer la maîtrise d'œuvre des travaux de forage et d'essais puis a sélectionné, après consultation, l'entreprise de forage Sondalp-Hydroforage pour exécuter les travaux.

Dans le cadre de l'étude d'implantation, ANTEA (2021) a procédé à la réalisation d'un profil géo-

physique de 355 m de longueur dans l'alignement de la parcelle concernée et parallèlement au ruisseau du Vigueirat : ce profil a mis en évidence dans les alluvions 2 lentilles d'importance inégale correspondant à des sur-épaisseurs de bonnes alluvions sur lesquelles ont été réalisés :

- d'abord, en janvier 2023 un sondage de reconnaissance profond de 41 m destiné à reconnaître notamment la position du substratum de l'aquifère alluvial et à calibrer les forages définitifs en fonction des débits espérés puis à être utilisé ensuite comme piézomètre de contrôle,
- puis, de fin mai à la mi-juillet 2023, deux ouvrages de captages définitifs F1 et F2 profonds de 18 m implantés sur chacune des lentilles-paléo-chenaux identifiés par la géophysique.

A la suite de l'étude ANTEA et de l'exécution du sondage de reconnaissance, une réunion au siège de CCVBA a eu lieu le 1^{er} mars 2023 pour examiner les premiers résultats obtenus et organiser la suite du projet.

Ont participé à cette réunion :

- Nathalie VOUTIER, Service Protection de la Ressource en Eau ARS,
- Rémy MORLAND, ingénieur ARS responsable d'unité,
- Julien SAT, Directeur Adjoint de la Régie de l'Eau et de l'Assainissement de la CCVBA,
- Thibault PELLEGRINI Hydrogéologue ANTEA,
- Jean-Paul SILVESTRE, Hydrogéologue Agréé.

Le rapport final d'ANTEA relatif au compte-rendu des travaux des forages d'exploitation et des différents essais et analyses d'eau réglementaires m'a été transmis le 12 octobre 2023 pour servir de base à la définition des périmètres de protections (rapport n° 125396 – 05/10/2023).

2. SITUATION, ACCES, IMPLANTATION CADASTRALE DU CHAMP CAPTANT

La situation du nouveau champ captant est particulière puisqu'elle se trouve au contact avec les limites communales de Saint Etienne du Grès, Mas-Blanc les Alpilles, Saint Rémy de Provence et Maillane ce qui est favorable au maillage de tous les réseaux d'adduction d'eau (fig. 1).

Situé sur la rive gauche du Vigueirat, le champ captant occupe la parcelle n°2773 (ex1277) section 0B-Feuille 7 du cadastre de la commune de Saint Etienne du Grès.

Que l'on vienne de Saint Etienne ou de Saint Rémy, on y accède par la RD 99 puis en empruntant à la sortie ouest du village de Mas-Blanc un chemin vicinal en direction du Moulin Neuf après avoir traversé la piste cyclable (ex voie de chemin de fer) et la roubine de Terrenque qui s'écoule parallèlement au canal du Vigueirat.

Ouvrage	X (RGF93 CC44)	Y (RGF93 CC44)	Z (m NGF)
F reconnaissance	1841228.52	3178657.69	7.50
F1	1841237.33	3178658.73	7.53
F2	1841207.39	3178640.70	7

Tableau 1. Coordonnées et altitudes des ouvrages réalisés.

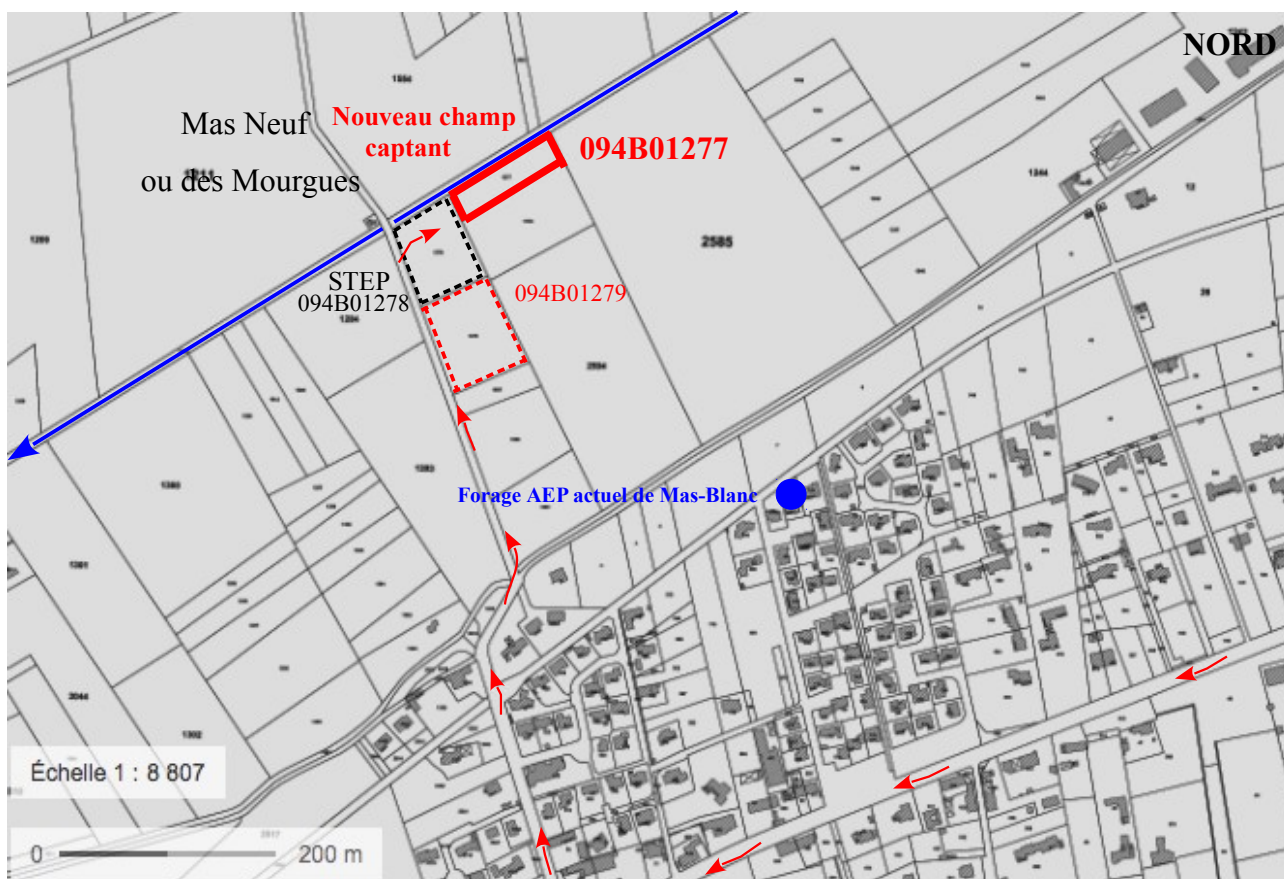


Fig. 2. Situation cadastrale de la parcelle sélectionnée pour l'implantation du nouveau champ captant et position des nouveaux ouvrages (source ANTEA complétée).

3. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES OUVRAGES REALISES

3.1. Sondage de reconnaissance (piézomètre)

Il a été réalisé du 30 mai au 6 juin 2023 par l'entreprise SONDALP-HYDROFORAGE sous maîtrise d'œuvre ANTEA en foration à l'air, au Marteau Fond de Trou (MFT) avec Tubage à l'AVancement (TAV) en 290 mm de 0 à 22,50 m puis en 215 mm de 22,5 à 41,25 m (fig. 3).

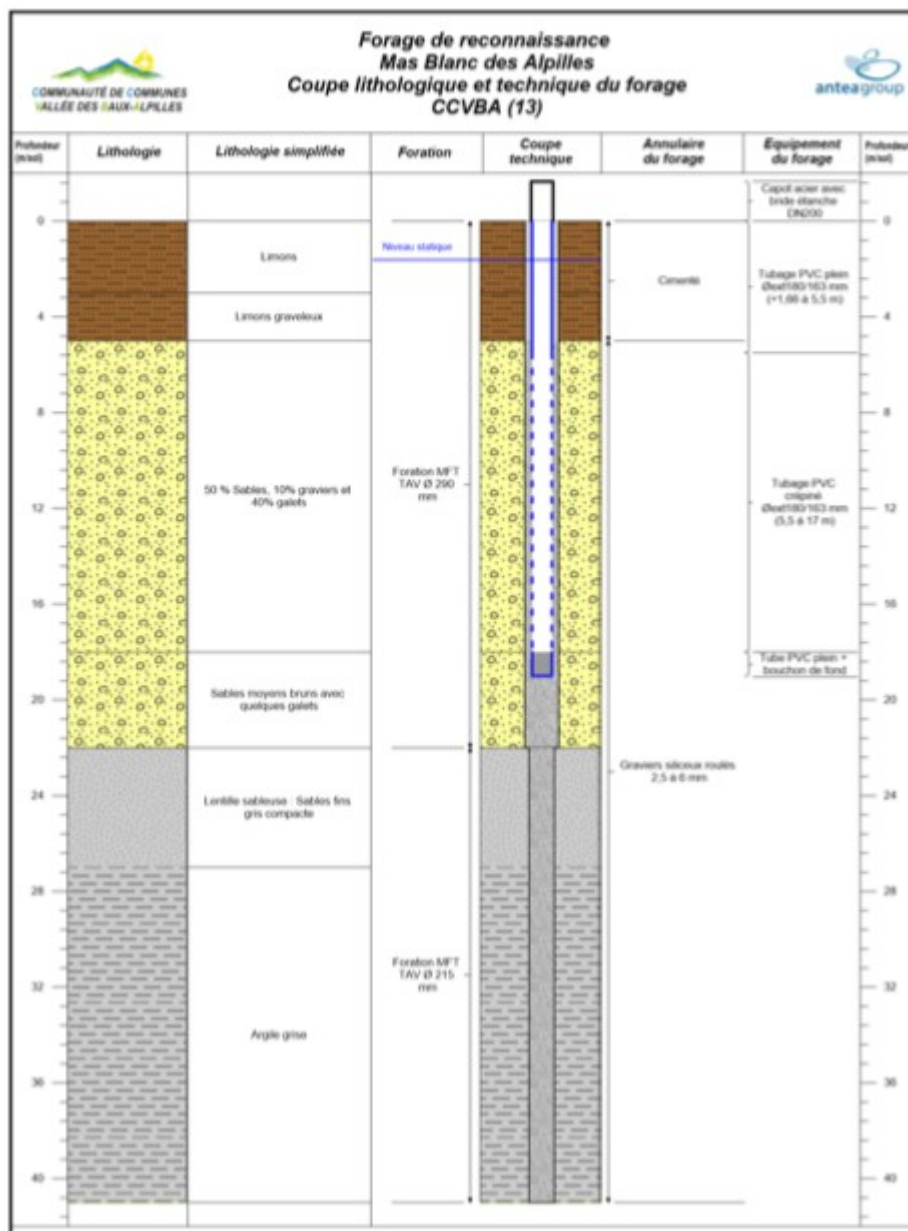


Fig. 3. Coupe géologique et technique du sondage de reconnaissance transformé en piézomètre de contrôle.

Après retrait des tubages de travail et comblement de la partie non productive, il a été équipé d'une colonne monolithique constituée de tubage PVC plein qualité alimentaire Ø ext.180/163 mm muni d'un bouchon de pied pour constituer un tube à sédiments en fond de trou à 18 m puis de 18 à 5,5 m d'un tube crépiné face à la zone productive et d'un tube plein en haut de colonne de 5,5 m à + 1,66 m au dessus du sol.

La coupe lithologique de F1 est conforme à celle observée sur le sondage de reconnaissance équipé en piézomètre avec, en particulier, le caractère grossier des alluvions (40 % de galets, 10 % de graviers et 50 % de sables).

La coupe technique du forage est la suivante :

- tubage acier hors-sol, bride à 8,85 m NGF,
- de 0 à 9 m, tube plein INOX AISI 304 L Ø 323 mm, annulaire cimenté au dessus d'un bouchon d'argile anti-pollution,
- de 9 à 18 m tube crépiné type à fil enroulé INOX Ø 323 mm avec massif de gravier roulé, siliceux, lavé, séché, de granulométrie 2,5 à 6 mm,
- niveau statique de la nappe à 1,3 m sous le sol soit une côte NGF de + 6,23 m.

3.2 . Forage F2

Il a été réalisé entre le 7 et le 13 juin 2023 suivant les mêmes conditions que précédemment, avec les mêmes caractéristiques techniques (fig. 5).

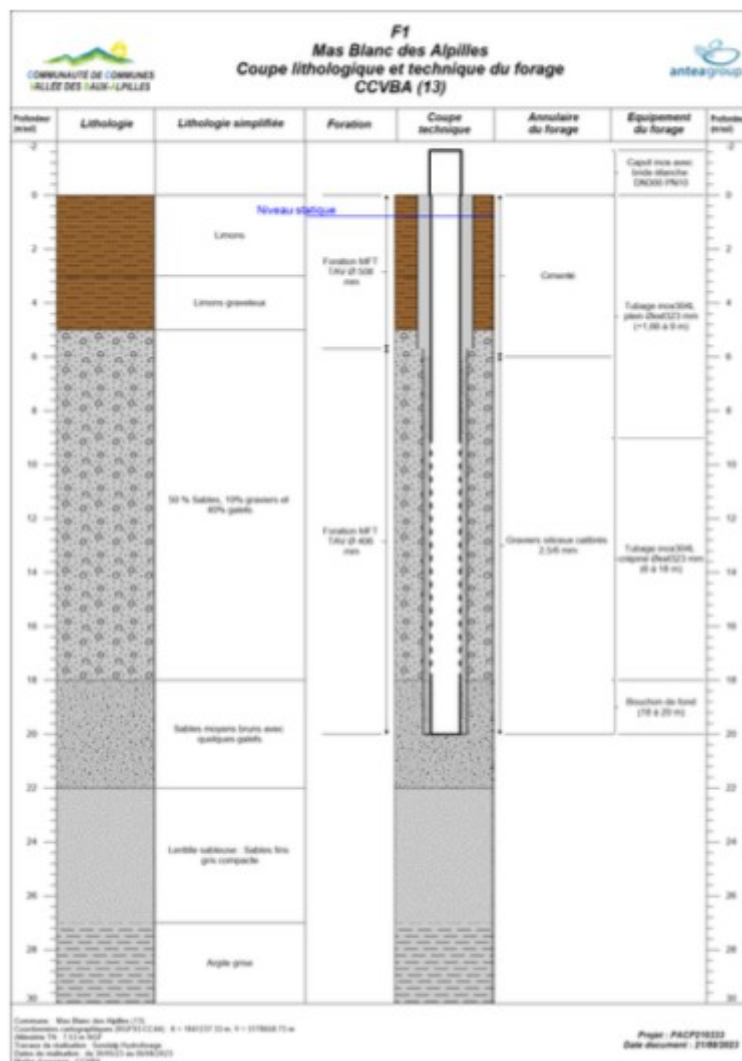


Fig. 5. Coupe géologique et technique du forage d'exploitation F2.

Le niveau d'eau statique se situe à 1,51 m sous le sol soit une côte NGF de + 5,49 m.

Les caractéristiques hydrogéologiques et hydrauliques de F1 et F2 font l'objet du chapitre 6.

4. RAPPEL DES CONTEXTES GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL

4.1. Régional

Le nouveau champ captant de la CCVBA, à la limite des communes de Saint Etienne du Grès et de Mas-Blanc les Alpilles, se situe au droit de la plaine alluviale de Graveson-Maillane formée par un paléo-Rhône entre les Alpilles et la Montagnette (fig. 6).

Cette plaine correspond en profondeur à un fossé d'effondrement (fossé de Tarascon) qui n'est que la continuité septentrionale des fossés camarguais qui se sont mis en place définitivement à la fin de l'Oligocène lors de l'ouverture du couloir rhodanien pour permettre aux mers miocène puis pliocène de remonter vers le nord en direction de la Suisse.

Les reliefs de bordure de la plaine sont constituées essentiellement de calcaires fissurés et karstifiés datés du Crétacé inférieur, datés essentiellement de l'Hauterivien (couleurs symboliques vertes, âge entre 130 et 100 millions d'années, notation n3) :

- la Montagnette correspond à un horst limité sur ses quatre côtés par des failles verticales profondes,
- les Alpilles , quant à elle, correspondent à un anticlinal faillé dissymétrique, poussé, déversé et chevauchant vers le sud sur les marais des Baux, au contact avec le front des chevauchements nord-provençaux,
- les collines de la Petite Crau de Châteaurenard avec un soubassement de calcaires Crétacé inférieur visibles au niveau de Noves et Châteaurenard puis, en discordance angulaire au dessus de ces affleurements, les marnes sableuses (safré) et grès marneux de l'Helvétien déposés par une mer miocène transgressive lors de sa remontée vers le nord (couleurs jaunes notées m1 et m2).

Ces trois reliefs sont empâtés sur leurs flancs et à leurs pieds par les produits de l'érosion liés à leur démantèlement : épandages de pentes et colluvions würmiens et post-Würmien notés PCy-z (argiles, limons, cailloutis et cailloutis cryoclastiques) qui s'interpénètrent avec les alluvions fluviales anciennes flandriennes de Graveson et de Maillane déposées par un paléo- Rhône et une paléo-Durance notées FzG.

Ces dernières ont été entaillées par l'érosion fluviale moderne du Vertet et du Vigueirat notées FzV uniquement représentées par des alluvions de type limon.

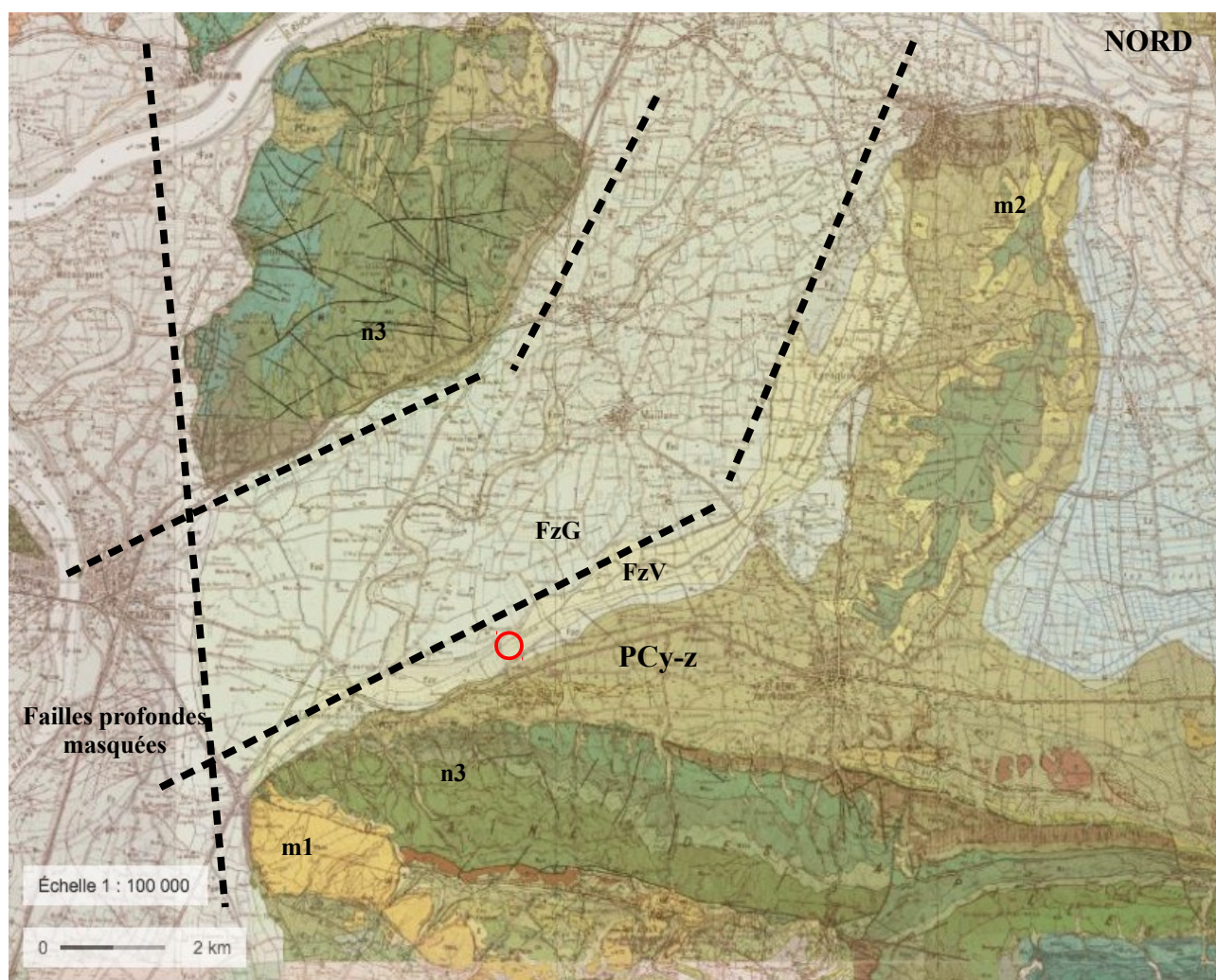


Fig. 6. Contexte géologique et structural du nouveau champ captant de la CCVBA.

L'essentiel de la plaine est recouvert principalement par les alluvions anciennes du Rhône et de la Durance notées FzG qui sont elles-mêmes recoupées, entaillées puis recouvertes par les alluvions modernes limoneuses FzV le long du Vertet et du Vigueirat (voir ci-après).

4.2. Local

Au niveau local, les forages se situent donc au droit des alluvions fluviales modernes du Vigueirat (notées FzV) apportées par ce petit affluent du Rhône qui a été re-calibré en canal (1646) pour permettre une meilleure évacuation des eaux de drainage et de ruissellement vers l'aval.

Ces alluvions FzV recouvrent en discordance les alluvions plus anciennes déposées par un paléo-Rhône et une paléo-Durance (notées FzG) alors que ces deux cours d'eau confluaient à la sortie du seuil hydraulique et topographique de Châteaurenard.

Au fil des variations du niveau de la mer, le Vigueirat s'est encaissé de quelques mètres dans les alluvions anciennes de la plaine de Graveson-Maillane.

Un profil électrique le long du Vigueirat (fig. 7), au droit de la parcelle concernée, a montré la présence de paléo-chenaux ou de lentilles de sédimentation au sein des alluvions anciennes

déposées par le Rhône et la Durance suite à leur encaissement dans le substratum des alluvions.

Ces alluvions plus anciennes sont de meilleure qualité (40 % de galets, 10 % de graviers et 50 % de sables propres) et ont été reconnues par un sondage de reconnaissance profond de 41 m (fig. 3 et 7) arrêté dans le substratum argileux des alluvions (argiles grises du Pliocène).

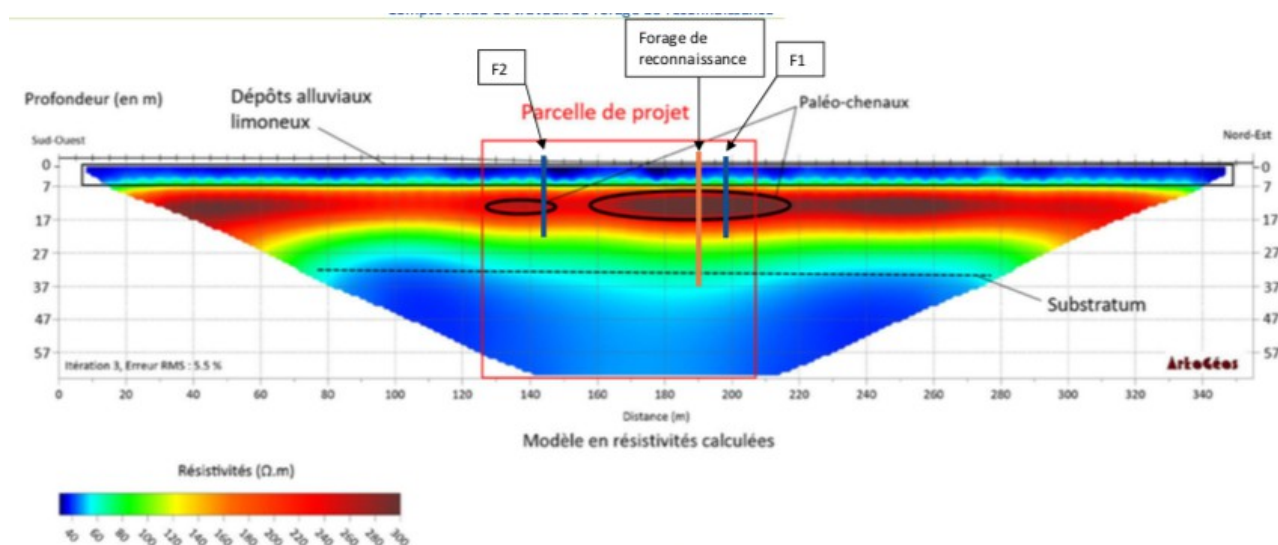


Fig. 7. Résultats de la prospection géophysique par sondages électriques ANTEA/ARKOGEOS suivant un profil SW-NE le long du Vigueirat.

Le profil réalisé a permis de mettre en évidence en surface un horizon limoneux épais de 5 à 7 m (en bleu) surmontant des bonnes alluvions d'une quinzaine de mètres d'épaisseur (en rouge et marron) comportant des amas lenticulaires à la granulométrie plus grossière puis au delà des alluvions moins perméables (jaune et vert) déposées sur un substratum argileux (bleu) localement sur-créusé à l'aplomb de la principale lentille de sédimentation avec un fond vers 40 m de profondeur.

Cette coupe lithologique prévisionnelle peut être comparée à celle obtenue lors de la réalisation du sondage de reconnaissance :

- de 0 à 3 m , limons (FzV),
- de 3 à 5 m limons graveleux (FzV),
- de 5 à 18 m, alluvions comportant 50 % de sables, 10 % de graviers et 40 % de galets centimétriques (FzG)
- de 18 à 22 m, sables moyens bruns avec quelques galets (FzG),
- de 22 à 27 m sables fins gris compacts (FzG),
- de 27 à 41 m argiles grises que l'on peut attribuer au Pliocène transgressif.

5. RAPPEL DU CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

5.1. Régional

Il correspond à la nappe alluviale d'accompagnement de la Durance dans le bassin alluvial compris entre Avignon-Châteaurenard-Tarascon (fig. 8) soit les masses d'eau n° FRDG359 (alluvions de

Basse Durance) et n° 716DA03 (Alluvions du Vigueirat).

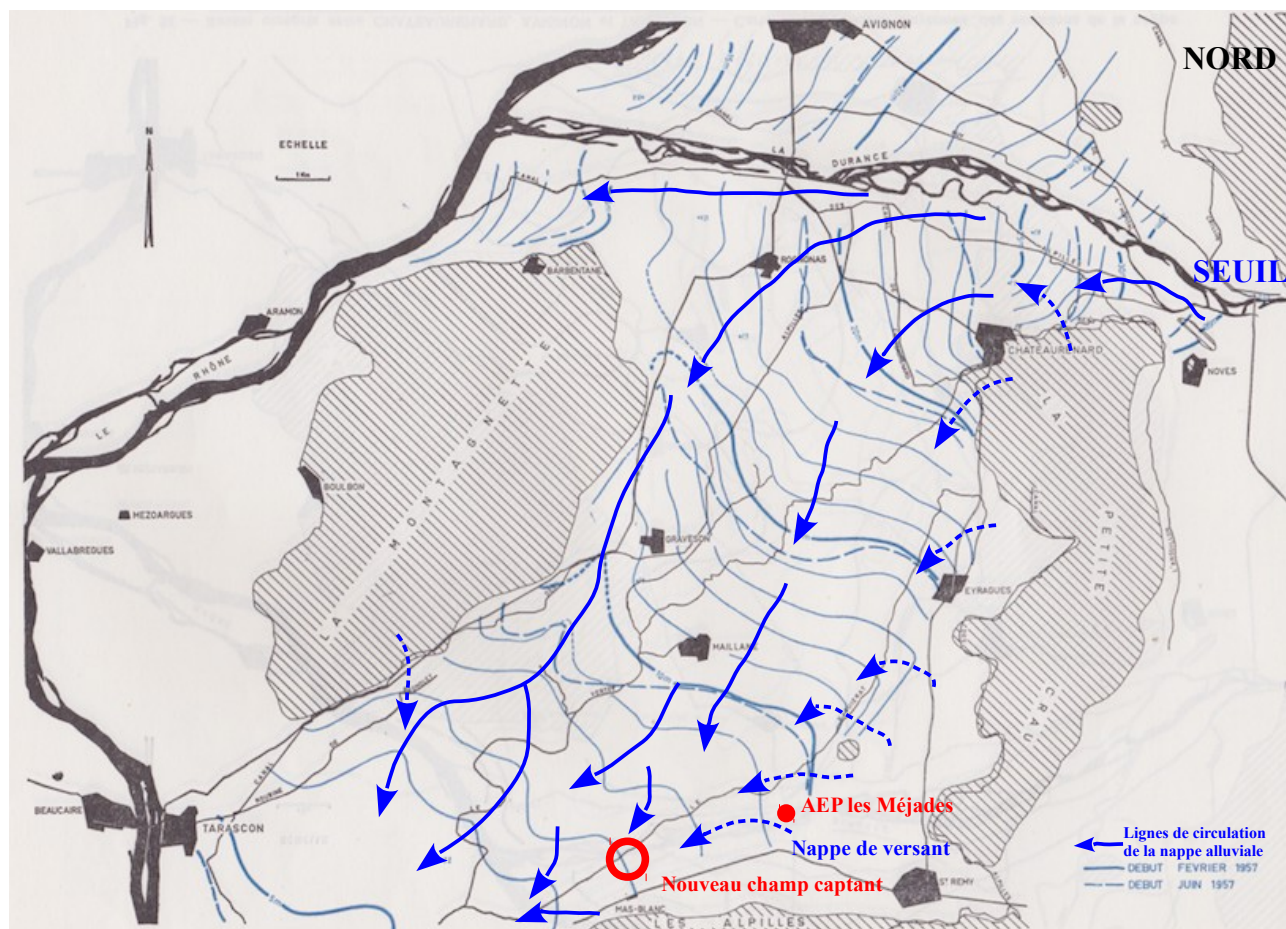


Fig. 8. Bassin alluvial durancien entre Châteaurenard-Avignon et Tarascon.

La piézométrie de la nappe montre par ailleurs des alimentations diffuses dans les alluvions à partir des calcaires crétacés fissurés et karstifiés de part et d'autre de Châteaurenard mais aussi au niveau de la Montagnette où ces apports sont plus ponctuels et matérialisés par une ligne de sources au contact calcaires fissurés – alluvions, au nord du captage AEP de Tarascon-La Motte.

Remarques : la piézométrie de la nappe présentée en figure 8 date de février et juin 1957, soit en basses et hautes eaux. Il s'agit d'un état de la nappe avant aménagement hydro-électrique de la Durance dressé à partir des puits existants mais complété par des centaines de piézomètres réalisés par EDF bassin par bassin : il s'agit d'un état de la nappe précis et toujours valable aujourd'hui.

5.2. Local

Localement, la nappe est alimentée pour partie par des circulations issues des nappes de versant qui se trouvent en pied de la colline de la Petite Crau et pour partie, principalement, par la nappe alluviale d'accompagnement de la Durance à partir de la sortie du seuil hydraulique et topographique de Noves-Châteaurenard (fig. 8).

Cette alimentation est complétée par les pluies efficaces qui tombent sur le secteur mais aussi par les irrigations.

6. RESULTATS DES POMPAGES D'ESSAIS EFFECTUES SUR F1 ET F2

A la suite de la réalisation des forages F1, F2 et F3, des pompages d'essais (tests de débits par paliers et pompages de durées variables : 24 h et 7 jours) ont été entrepris pour calculer (fig. 9) :

- les pertes de charges liées à l'aquifère (pdc linéaires),
- celles résultant de l'équipement de l'ouvrage (pdc quadratiques),
- le débit critique à ne pas dépasser en exploitation qui implique que les pertes de charge quadratiques deviennent plus importantes que les linéaires ce qui s'accompagne du passage d'un écoulement laminaire régulier au niveau des crépines à un écoulement turbulent à l'origine du colmatage de ces dernières suite au dépôt de carbonates de calcium et de magnésium (écoulement turbulent = cavitation au niveau des crépines = pertes de gaz dissous = précipitation de carbonates pour retrouver un nouvel équilibre physico-chimique de l'eau),
- le débit d'exploitation, toujours inférieur au débit critique.

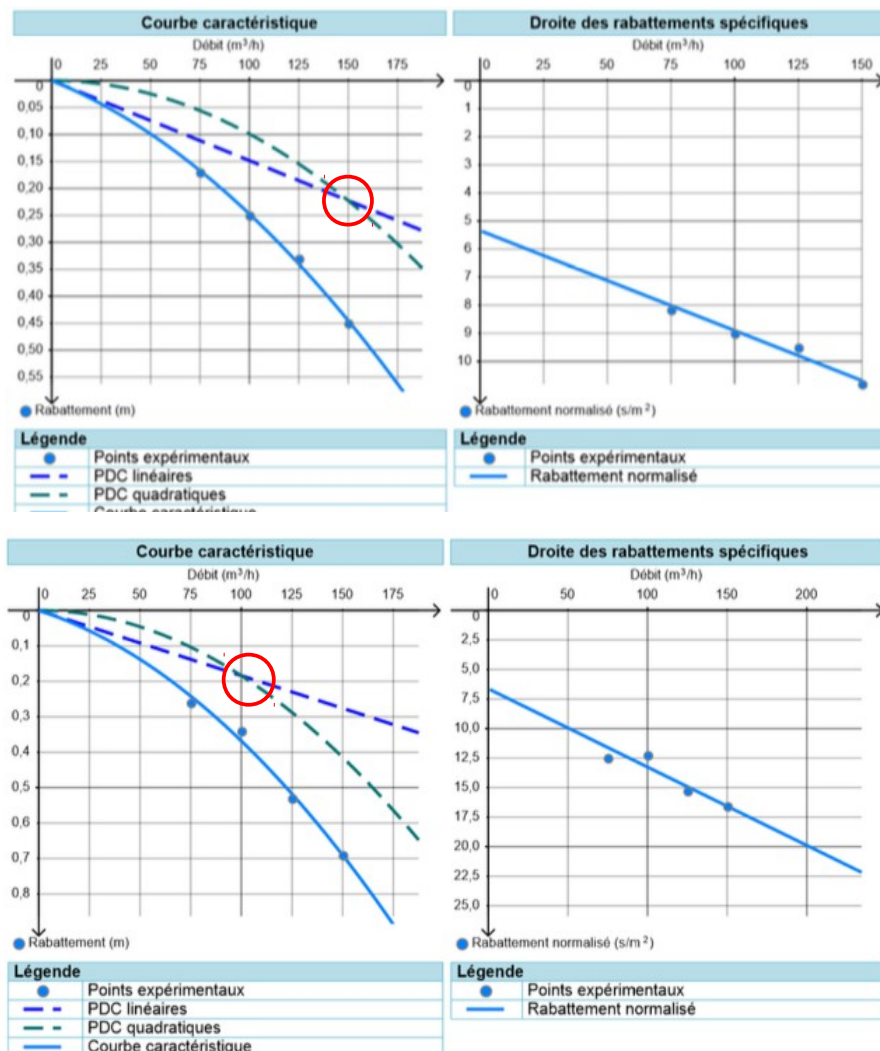


Fig. 9. Courbes caractéristiques des forages F1 et F2 (source ANTEA).
Définition des débits critiques et d'exploitation.

Dans les conditions exposées ci-dessus, si on veut exploiter les forages en maintenant un écoulement laminaire à l'entrée des crépines de manière à éviter des colmatages précoces, F1 devra être exploité au maximum à 150 m³/h et F2 à 105 m³/h soit des débits d'exploitation de 145 m³/h sur F1 et de 100 m³/h sur F2.

En comparant les tests de débit par paliers sur F1 et F2, notamment au niveau de la colonne « débit spécifique » il apparaît clairement que les performances de F2 sont nettement inférieures à celles de F1.

Ouvrage	Paliers de débit (m ³ /h)	Rabatement après 60 minutes (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)	Rabatement après 60 minutes (m) sur F2	Rabatement après 60 minutes (m) sur F reconnaissance
F1	75	0,17	441	0,04	0,05
	100	0,25	400	0,05	0,07
	125	0,33	378	0,07	0,08
	150	0,45	333	0,1	0,12
Ouvrage	Paliers de débit (m ³ /h)	Rabatement après 60 minutes sur F2 (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)	Rabatement après 60 minutes (m) sur F1	Rabatement après 60 minutes (m) sur F reconnaissance
F2	75	0,26	288	0,06	0,06
	100	0,34	294	0,08	0,08
	125	0,53	235	0,1	0,1
	150	0,69	217	0,11	0,11

Tableau 3. Résultats des tests de débit sur F1 et F2 (source ANTEA).

Pour comprendre ces différences, il faut se reporter à la figure 7 relative aux résultats de la prospection géophysique qui fait clairement apparaître que F2 est implanté au droit d'un dépôt lenticulaire d'extension plus réduite.

A la suite des résultats obtenus sur les tests de débit par paliers, plusieurs pompages d'essai ont été entrepris sur F1 et F2 :

- pompage d'essai de 72 h sur F1 du 3 au 6 juin 2023, au débit de 150 m³/h,
- pompage d'essai de 72 h sur F2 du 20 au 23 juin 2023, au débit de 150 m³/h,
- pompage d'essai de 168 h (une semaine) du 10 au 17 juillet 2023 sur F1+F2 au débit total de 150 m³/h par forage soit 300 m³/h correspondant à la fourchette haute des besoins exprimés par la CCVBA.

Les principaux résultats obtenus sur les pompages de 3 jours font l'objet du tableau 4 ci-après ainsi que les commentaires suivants :

- l'aquifère testé est en charge (aquifère captif) sous les limons de surface épais de 5 m, d'où notamment le caractère quasiment instantané des variations des niveaux d'eau ;
- les courbes de descente des niveaux d'eau sont influencés par un pompage à gros débits (200 m³/h ?) effectué sur un puits agricole proche situé sur la rive opposée (ndrl. ce puits n'est pas inscrit à la Banque des données du Sous-Sol-BSS et n'a donc aucune existence officielle vis

- à vis du code minier, du code de l'environnement et du code général des collectivités territoriale ; voir sa position figure 2) soit des fluctuations journalières de l'ordre de 0,20 à 0,30 m ;
- les niveaux d'eau sont rapidement stabilisés au bout de quelques heures de pompage autour de 5,65 m NGF sur F1 (rabattement de 0,40 m) et de 4,80 m NGF sur F2 (rabattement de 0,68) ce qui indique une bonne alimentation de la nappe.

Débit 150 m ³ /h	F1
Transmissivité	$2,77.10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$
Coefficient d'emmagasinement	1.10^{-3}

Débit 150 m ³ /h	F2
Transmissivité	$2,1.10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$
Coefficient d'emmagasinement	1.10^{-3}

Tableau 4. Résultats obtenus sur F1 et F2 à partir du logiciel de pompage OUAIP du BRGM.

Le dernier pompage d'essai réalisé en simultanée sur F1 et F2 au débit total de 300 m³/h simulant une exploitation en continu pendant une semaine confirme les résultats précédents, en particulier : transmissivité de $2,8.10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ et coefficient d'emmagasinement de $2,1.10^{-3}$.

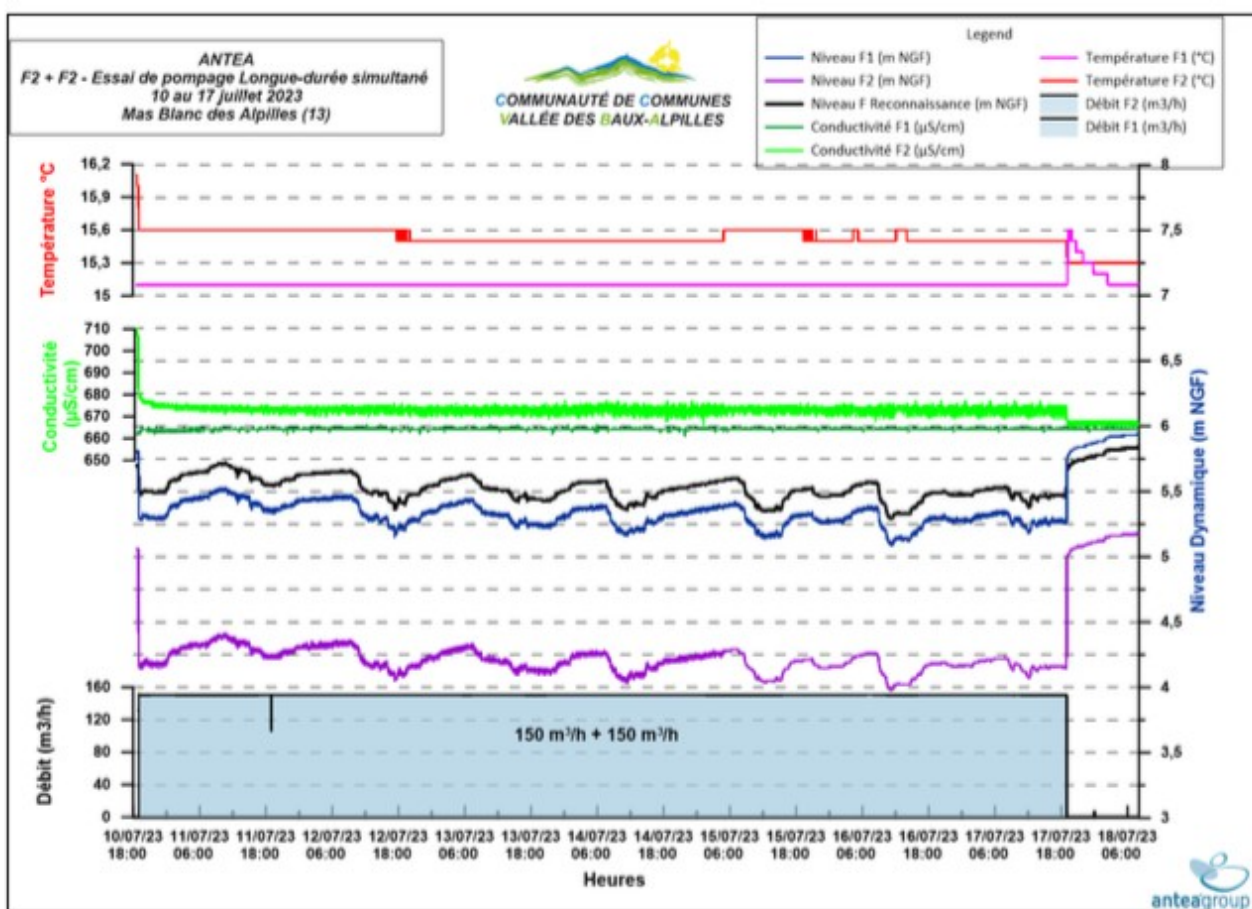


Fig. 10. Suivis des niveaux d'eau au cours du pompage d'essai longue durée d'une semaine

7. QUALITE DES EAUX

Les nouveaux forages F1 et F2 ont fait l'objet de différentes analyses d'eau type RP-1^{ière} adduction d'eau potable à la fin de chaque pompage d'essai de 72 h et 7 jours :

- le 23 juin sur F2,
- le 6 juillet sur F1,
- le 17 juillet sur F1 + F2.

Les principaux résultats sont synthétisés dans le tableau 5 ci-après :

Les concentrations sont comparées aux valeurs limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine fixées dans l'annexe 1 de l'Arrêté du 11 janvier 2007 du Code de la santé publique.

Cette annexe concerne la qualité de l'eau distribuée c'est à dire fournie au robinet du consommateur après un éventuel traitement de potabilisation.

Les résultats amènent les commentaires suivants :

- les eaux analysées présentent un *faciès bicarbonaté calcique et sulfaté*,
- les eaux sont moyennement minéralisées et présentent des conductivités à 25°C comprises entre 748 $\mu\text{S/cm}$ et 793 $\mu\text{S/cm}$ (la conductivité représente environ 98 % de la minéralisation totale d'une eau),
- le pH est proche de la neutralité (7,2),
- les résultats d'analyses ne présentent aucun dépassement des valeurs références ou limites de qualité telles que fixées dans l'annexe 1 de l'Arrêté du 11 janvier 2007,
- les eaux sont donc de bonnes qualités physico-chimique, bactériologique et radio-actinologique et pourraient être distribuées telles qu'elles sans traitement de potabilisation approprié.

La figure 10 ci-avant montre par ailleurs le suivi en continu des variations liées à la température et à la conductivité de l'eau sur le pompage à 300 m³/h effectué sur F1 + F2 . On note que :

- les conductivités à 20°C sont constantes avec 665 $\mu\text{S/cm}$ sur F1 et 675 $\mu\text{S/cm}$ sur F2,
- la température sur F1 est de 15,1°C pour une température extérieure de 16,1°C
- la température sur F2 est de 15,6°C avec des fluctuations à la baisse de 0,1°C liées probablement à l'exploitation du puits agricole ou à une dérive de la sonde de température.

7. VULNERABILITE DE LA RESSOURCE ET DU CHAMP CAPTANT

Les bons résultats des analyses d'eau en période de hautes eaux de la nappe s'expliquent en grande partie par la nature captive de la nappe alluviale et l'existence d'un toit imperméable représenté par une épaisseur de limons de 5 m qui joue le rôle d'écran protecteur (fig. 11).

La pression du gisement aquifère bien qu'inférieure à 1 bar (entre 0,3 et 0,4 bar) constitue de facto la meilleure garantie de qualité de la nappe exploitée au droit du nouveau champ captant.

		Pompage 24 h	Pompage 24 h	Pompage 7 jours		Lim de qualité
		F2 23 juin	F1 6 juillet	F1 17 juillet	F2 17 juillet	
Physico-chimie						
pH	-	7.19	7.2	7.2	7.2	>6.5, <9
Température	°C	16	16.9	17.9	18.1	25
Conductivité	µS/cm	793	781	748	755	>200 et >1100
Turbidité	NFU	<0.1	0.11	0.24	<0.1	1
TH	*f	39.21	37.72	38.92	38.65	
Couleur	-	0	0	0	0	<15
Odeur	N/M	0	0	0	0	0
Cations						
Calcium	mg/l	133.8	129.3	133.3	131.7	
Magnésium	mg/l	14	13.1	13.6	13.9	
Sodium	mg/l	17.3	16.6	17.5	17.5	200
Potassium	mg/l	2.4	2.2	2.4	2.3	
Ammonium	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.10
Anions						
Carbonates	mg/l	0	0	0	0	
Hydrogénocarbonates	mg/l	337	321	320	321	
Chlorures	mg/l	26	26	26	27	200
Sulfates	mg/l	120	120	120	120	250
Nitrates	mg/l	13	13	12	13	100
Nitrites	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.50
Microbiologie						
Microorganismes aérobies à 36°	UFC/ml	53	5	19	24	Variation dans un rapport de 10/ la valeur habituelle
Microorganismes aérobies à 22°	UFC/ml	61	1	12	19	
Anaérobies sulfito- réducteurs (spores)	UFC/100 ml	<1	<1	<1	<1	
Escherichia Coli	UFC/100 ml	<1	<1	<1	<1	
Entérocoques	UFC/100 ml	<1	<1	<1	<1	
Coliformes	UFC/100 ml	<1	<1	<1	<1	0
Métaux						
Arsenic	µg/l	<2	<2	<2	<2	10
Aluminium	µg/l	<10	<10	<10	<10	200
Barium	mg/l	0.073	0.073	0.073	0.075	0.70
Chrome	µg/l	<5	<5	<5	<5	50
Cuivre	mg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	1.0
Fer	µg/l	<10	<10	<10	<10	200
Manganèse	µg/l	<10	<10	<10	<10	50
Mercure	µg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1.0
Nickel	mg/l	<5	<5	<5	<5	20
Cadmium	µg/l	<1	<1	<1	<1	5.0
Antimoine	µg/l	<1	<1	<1	<1	5.0
Sélénium	µg/l	<2	<2	<2	<2	10
Plomb	µg/l	<2	<2	<2	<2	10
Composé organiques volatils						
Benzène	µg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.0
1,2-dichloroéthane	µg/l	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	3.0
Chlorure de vinyle	µg/l	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.50
Somme des tri et tétrachloroéthylène	µg/l	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	10
Hydrocarbures aromatiques polycycliques						
Benzo (a) pyrène	µg/l	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.010
Somme HAP	µg/l	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.10
Paramètres indicateurs de radioactivité						
Activité alpha globale	Bq/l	0.05	0.03	0.05	0.03	<0.10
Activité bêta globale	Bq/l	0.11	0.07	0.11 (incertitude 0.04)	0.09	<0.10
Tritium	Bq/l	<9	<9	<9	<9	10
Analyses divers						
Fluorures	mg/l	0.09	0.09	0.09	0.09	1.50
Cyanures totaux	µg/l	<10	<10	<10	<10	50
HCT (C10-C40)	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1
COT	mg/l	0.44	0.45	0.41	0.34	2.0 et aucun changement anormal
Somme des pesticides	µg/l	<0.5	0.01	0.012	<0.5	0.50

Tableau 5. Principaux résultats des analyses d'eau effectuées sur les forages F1 et F2

Pour maintenir cette garantie sur le long terme, le futur exploitant devra s'attacher à ne pas dénoyer les limons de couverture c'est à dire ne pas provoquer des rabattements de nappe au delà de 5 m, afin d'éviter un fonctionnement en nappe libre qui serait préjudiciable à la qualité de l'eau et à sa vulnérabilité.

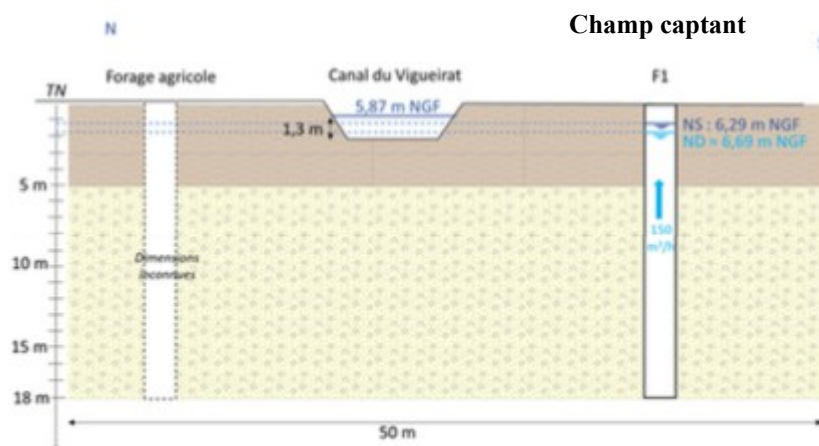


Fig. 11. Nappe alluviale captive sous les limons de surface de part et d'autre du Vigueirat au niveau du nouveau champ captant.

Dans la mesure où cette consigne d'exploitation est respectée, la configuration hydrodynamique actuelle sera maintenue : le Vigueirat sera perché au dessus du toit de la nappe et restera toujours en position de l'alimenter, lentement, par drainance à travers les limons argileux.

Au cours du pompage d'essai de 3 jours sur F1, ANTEA a contrôlé les niveaux d'eau du canal à partir du pont situé à l'entrée du champ captant et n'a constaté aucune influence significative sur le pompage (ré-alimentation) : le transit par le canal d'une éventuelle pollution potentielle d'origine chimique type hydrocarbures ou autres liée aux activités agricoles (engrais, produits phytosanitaires), ou au transport routier très en amont, ne devrait donc pas avoir d'impact significatif sur la nappe (les terres agricoles en amont topographique et hydraulique sont essentiellement des terres arables hors périmètre d'irrigation soit céréales, plantes fourragères, légumineuses ou jachères).

De même, la station d'épuration de Mas Blanc et son rejet dans le Vigueirat sont situés trop en aval des forages F1 et F2 et de leur zone d'appel en pompage pour un débit de 300 m³/h pour être en situation d'impacter la qualité des eaux souterraines.

Rappel : la filière de traitement de la station est composée de bassins de filtration plantés de roseaux reposant sur des membranes imperméables posées à même le sol argileux (limons).

Au niveau forages, tous les tubages de tête ont été cimentés sur une hauteur de 5 m et la cimentation repose sur un bouchon d'argile anti-contaminant afin d'éviter tout intrants dans les ouvrages à partir des crépines.

La protection des têtes d'ouvrages sera complétée le moment venu par une dalle bétonnée au sol rehaussée de rangées de parpaings béton ou d'éléments de buse béton pré-fabriquée lors de l'installation des infrastructures de pompage (cf. chapitre 9, figure 14).

8. DELIMITATION DES PERIMETRES DE PROTECTIONS

8.1. Principe général

Trois périmètres de protections sont prévus par la réglementation en vigueur : immédiat, rapproché et éloigné.

Le premier concerne le ou les ouvrages en tant que tels, et la ou les parcelles sur lesquelles ils sont implantés. Les parcelles concernées doivent être propriété du maître d'ouvrage et clôturées de manière à interdire toutes intrusions (personnes, animaux) à proximité des têtes d'ouvrages et garantir un environnement proche, propre et sécurisé de qualité.

Le second concerne un certain nombre de parcelles en amont hydraulique des captages ; il n'y a aucune obligation de maîtrise du sol de la part de la collectivité et ce périmètre n'est pas clôturé.

Le troisième est facultatif, de moins en moins préconisé car souvent remplacé par un périmètre rapproché légèrement plus étendu : c'est ce choix qui a été fait pour le champ captant de Saint Etienne du Grès-Mas-Blancs les Alpilles en fonction du contexte général que nous avons décrit précédemment.

8.2. Périmètre de Protection Immédiate (PPI)

Il est cantonné à la parcelle n° 2773 (ex 1277) avec accès par les parcelles 2775 et 2776 qui sont également propriétés de la CCVBA (fig. 12).



Fig. 12. Délimitation du Périmètre de Protection Immédiate (PPI). Limite parcellaire.

8.3. Périmètre de Protection Rapprochée (PPR)

Le résultat pris en compte pour définir le PPR correspond à la simulation d'exploitation calée sur le besoin maximal de 300 m³/h exprimée par la CCVBA.

Ce débit est obtenu à partir des forages F1 et F2 exploités ensemble à hauteur de ce débit, au cours d'un pompage de 7 jours en continu.

La limite maximale du PPR correspond à l'extension longitudinale de la position de l'isochrone 50 jours, calculé selon les méthodes de Whissling et du logiciel de modélisation Feflow puis à leur application cadastrale (choix des parcelles impactées par l'extension de la zone d'appel) afin d'éviter un éventuel partage et les frais inhérents à leur découpage de manière à conserver l'unicité de culture de chaque parcelle (fig. 13).



Fig. 13. Délimitation du Périmètre de Protection Rapprochée (PPR) et position de l'isochrone 50 jours selon les méthodes de Whissling (930 m) et Feflow (1030 m).

Le choix de la limite amont du PPR s'est arrêté à la limite communale entre les communes de Saint

Etienne du Grès , Maillane et Saint Rémy de manière à simplifier la procédure D.U.P. qui ne concernera au final que la commune de Saint Etienne du Grès.

Le choix a été fait d'inclure la STEP dans le PPR.

9. PRESCRIPTIONS REQUISES A L'INTERIEUR DES PERIMETRES DE PROTECTION

9.1. Périmètre de Protection Immédiate (PPI)

Toutes les activités autres que celles liées au service de l'eau, à la construction et au fonctionnement des installations, dont le futur local technique, ainsi qu'à l'entretien du périmètre, sont interdites.

On entend notamment par fonctionnement des installations la fourniture d'énergie électrique au moyen éventuel d'ombrières photovoltaïques sous réserve de sélectionner des entreprises agréées par le requérant respectant le code de l'Environnement et l'emploi de matériaux « qualité alimentaire » ou n'ayant pas de contact avec l'eau.

Les installations d'éoliennes sont interdites car elles supposent des ancrages au sol trop important compris entre 5 et 10 m de profondeur.

Le PPI sera ceinturé par une clôture métallique de 2 m de hauteur comprenant un portail d'accès positionné à l'ouest du périmètre car en aval hydraulique du champ captant ; il sera équipé de caméras de vidéo-surveillance. Par principe, l'accès sera différent et indépendant de celui de la station d'épuration.

Compte-tenu du fait que l'aquifère capté est protégé en surface par environ 5 m de limons argileux, il sera possible si nécessaire d'autoriser la création de tranchées pour le passage de canalisations ou de fondations jusqu'à une profondeur maximale de 2 m.

Le local technique sera disjoint des têtes de forage pour permettre l'installation éventuelle d'un atelier de forage à l'aplomb des ouvrages dans le cas où il faudrait re-intervenir sur ces derniers.

Les têtes de forage comporteront au sol une dalle béton de propreté d'environ $10\text{ m}^2 \times h = 0,25\text{ m}$, supportant un cuvelage béton rectangulaire ou circulaire hors sol avec accès par le toit, **amovible** mais **étanche**, fermées par un capot aluminium cadénacé étanche muni d'un évent avec filtre à air.

Le cuvelage béton pré-fabriquée sera posé à sec sur la dalle béton muni d'un joint d'étanchéité et encastré dans celle-ci sur 5 cm au niveau d'une feuillure. Il sera munie d'échelles extérieure et intérieure pour faciliter l'accès aux têtes de forage et aux robinets de prélèvements sorties forages ; ces robinets supportant les flambages pourront être installés également à l'entrée du local technique pour une meilleure protection (fig. 14).

A priori, les crues de la Durance ne sont plus à craindre depuis l'aménagement de la Durance et donc une hauteur de cuvelage de 2,5 m peut sembler trop importante (à faire vérifier).

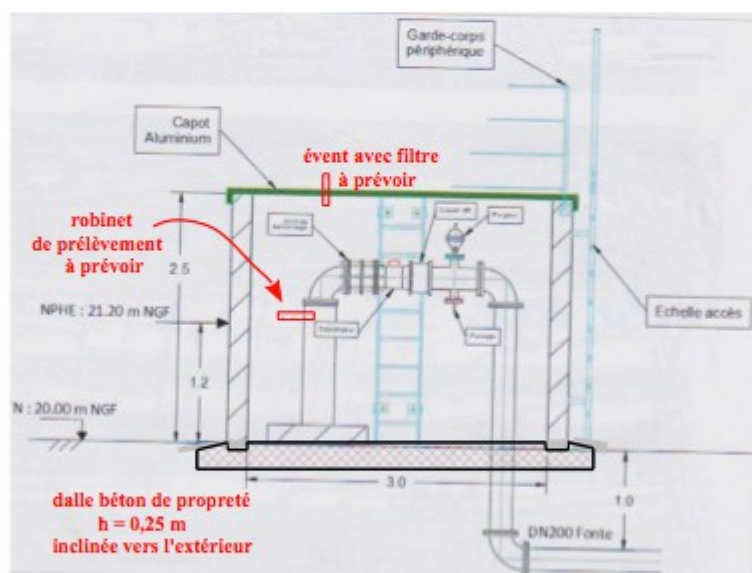


Fig. 14. Schéma de principe de la tête des forages (cuvelage béton amovible)

9.2. Périmètre de Protection Rapprochée (PPR)

A l'intérieur du PPR, les seules activités interdites concernent la réalisation de pieux à usage d'arrosage, de puits et forages ainsi que l'ouverture d'excavations, de toute nature que ce soit, au delà de 2 m de profondeur (tranchées, fondations, gravières, etc....).

Les propriétaires des parcelles concernées par le PPR devront accepter une visite de contrôle de leur ouvrage par des techniciens de la Police de l'Eau et de l'Environnement accompagnés de la Régie des Eaux afin de vérifier la localisation des ouvrages, leurs caractéristiques, leur état et leur vulnérabilité, ainsi que les aménagements nécessaires à réaliser pour réduire la vulnérabilité de la nappe et améliorer la protection de l'ouvrage considéré.

A cette occasion, ces ouvrages feront l'objet d'une régularisation administrative au titre des Codes Général des Collectivités Territoriales, de l'Environnement et Minier et seront inscrits à la Banque des données du Sous-Sol (BSS).

Les ouvrages existants qui ne seraient plus en état de fonctionner seront condamnés et éventuellement remplacés, si nécessaire, par un nouvel ouvrage exécuté après avis d'un Hydrogéologue Agréé .

Parmi les autres activités, les assainissements autonomes, campings, création de mares, bassins ou étangs, pâturages et stabulation d'animaux, stockages de produits divers liquides, gazeux ou solides sont règlementés.

Toutes les autres activités sont autorisées mais règlementées, en particulier les pratiques agricoles qui devront respecter la certification HVE niveau 2 minima (Haute Valeur Environnementale) ou le référentiel « Agriculture Biologique ». Dans le cadre de cette démarche environnementale, il sera nécessaire d'interdire l'utilisation de produits CMR de catégorie 1 applicable dès le premier janvier

2023 dans le cadre de la certification HVE.

9.3. Périmètre de Protection Eloignée (PPE)

Rappel : il n'a pas été défini de PPE.

10. RECOMMANDATIONS RELATIVES A LA MISE EN EXPLOITATION

Les inspections vidéo réalisées à l'issue des travaux de foration et d'équipement en ouvrages d'exploitation définitifs ont montré des dépôts blanchâtres sur une partie des crépines ainsi que des dépôts floconneux blancs en fond de F1 et F2 surmontant un dépôt solide blanc et sableux d'environ 0,5 m d'épaisseur.

L'origine de ces dépôts n'a pas été précisée et résulte peut-être d'une opération de nettoyage ou de développement (polyphosphate?) non signalée par le foreur (à vérifier).

Ces dépôts ont probablement eu une influence négative sur les pertes de charges quadratiques liées à l'équipement en INOX des forages.

Ce constat implique qu'avant la mise en service de ces deux forages il y a lieu de pratiquer a minima un nettoyage complet air-lift des deux ouvrages suivi d'une vidéo-caméra pour vérifier l'efficacité du nettoyage et d'une désinfection au chlore ou à l'oxonia avant leur mise en service définitive.

Concernant la position des pompes immergées qui ne doivent jamais être positionnées au droit des crépines (sous peine d'aspirer directement des fines, y compris grains de sables qui auraient franchis la barrière du massif filtrant et qui seraient préjudiciables au rendement des pompes), elles pourront être placées à 4,5 m de profondeur (rappel : les pompages de 3 jours à 150 m³/h ont provoqué des rabattements très faibles de l'ordre de 48 cm sur F1 et 70 cm sur F2).

Les forages F1 et F2, ainsi que le piézomètre, devront faire l'objet de suivis en continu des niveaux d'eau, des variations de température et conductivités (sondes à mettre en place) qui viendront compléter les informations relatives aux débits de prélèvements.

Je recommande de refaire un état des lieux au bout de cinq années d'exploitation des forages F1 et F2 (vidéo-caméra, tests de débit par paliers, bilans des suivis) afin d'examiner la possibilité de prélèvements supplémentaires liés à des développements ultérieurs des forages suite à leur mise en exploitation.

11. CONCLUSION

Je donne un avis favorable à la mise en exploitation du nouveau champ captant de la CCVBA à partir des forages F1 et F2, à hauteur d'un débit d'exploitation maximal de 300 m³/h, sous réserve d'une clause « de revoyure » à engager dans cinq ans, et sous réserve des recommandations suivantes :

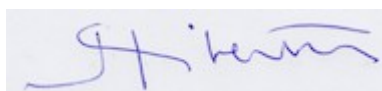
- nettoyage air-lift et désinfection générale avant la mise en exploitation,
- crépines des pompes immergées à placer dans la chambre de pompage face à des tubes

- pleins,
mises en place de sondes de niveaux d'eau, températures et conductivités sur les trois ouvrages réalisés et suivis des débits prélevés.

Le Périmètre de Protection Immédiate (PPI) est limité à la parcelle n° 2773 (ex 1277).

Le Périmètre de Protection Rapprochée (PPR) est limitée à la commune de Saint Etienne du Grès.

Terminé à Caseneuve le 24 février 2024.



J.-P. SILVESTRE
Hydrogéologue Agréé

Copie : ARS 13 (Nathalie VOUTIER), Coordonnateur (Robert CAMPREDON).