

DEPARTEMENT DES ALPES DE HAUTE PROVENCE

SCEA LE DOMAINE DE MERITON

DOMAINE DE MERITON
04 110 MONTFURON

RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX

Version 1	Dossier 6379	23 décembre 2022
Chargé d'études	Validation	Edition
Jérémy SKRZYPCZAK	Céline BLANC	Anne-Sophie DAVID

Sommaire

1	Rappel du projet	3
2	Identité du demandeur	3
3	Régularisation des ouvrages existants	4
4	Rappel de la géologie	5
5	Caractéristiques des forages réalisés	5
6	Déroulement du chantier	12
7	Essais de pompage sur Picon 2	13
a)	Caractéristiques des essais	13
b)	Influence d'un pompage sur la nappe.....	14
c)	Etat de l'ouvrage de pompage	15
d)	Propriétés hydrodynamiques de l'aquifère.....	17
e)	Définition des débits d'exploitation.....	18
f)	Recommandations d'exploitation.....	18
8	Conclusion	19

1 RAPPEL DU PROJET

« La SCEA DOMAINE DE MERITON a pour projet de planter des pistachiers sur son domaine situé sur la commune de Montfuron (04) : une première tranche de 16 ha fin 2021 dans la zone centrale du domaine, nommée MERITON. Après études préalables, un besoin en eau compris entre 14 400 à 24 000 m³/an est nécessaire à la réussite du projet. L'eau sera collectée par 1 forage. Si le débit est insuffisant un second ouvrage pourra être créé. »

Deux forages ont effectivement été réalisés.

Le présent dossier vient clore la déclaration déposée à la DDT au titre des articles L. 214-1 et L 214-6 du code de l'environnement sous la **référence 04-2021-00182 et acceptée le 25 février 2022.**

2 IDENTITE DU DEMANDEUR

Localisation du projet	Domaine de Mériton 04110 MONTFURON
Dénomination du demandeur	LE DOMAINE DE MERITON
Forme juridique	Société Civile d'Exploitation Agricole
Adresse du siège social	Domaine de Mériton 04110 MONTFURON
SIRET	892 883 156 000 14
Nom du signataire de la demande	Maxence GARANJOURD - Gérant
Informations de contact pour la Maitrise d'Ouvrage	Maxence GARANJOURD (00 41 78 820 05 70) maxence@mgkdev.com
Bureau d'étude suivant le dossier	HYDROSOL Ingénierie
Personne suivant le dossier pour le compte du demandeur	Jérémy SKRZYPCZAK 04 98 70 88 46 / jeremy.skrzypczak@hydrosol.fr

3 REGULARISATION DES OUVRAGES EXISTANTS

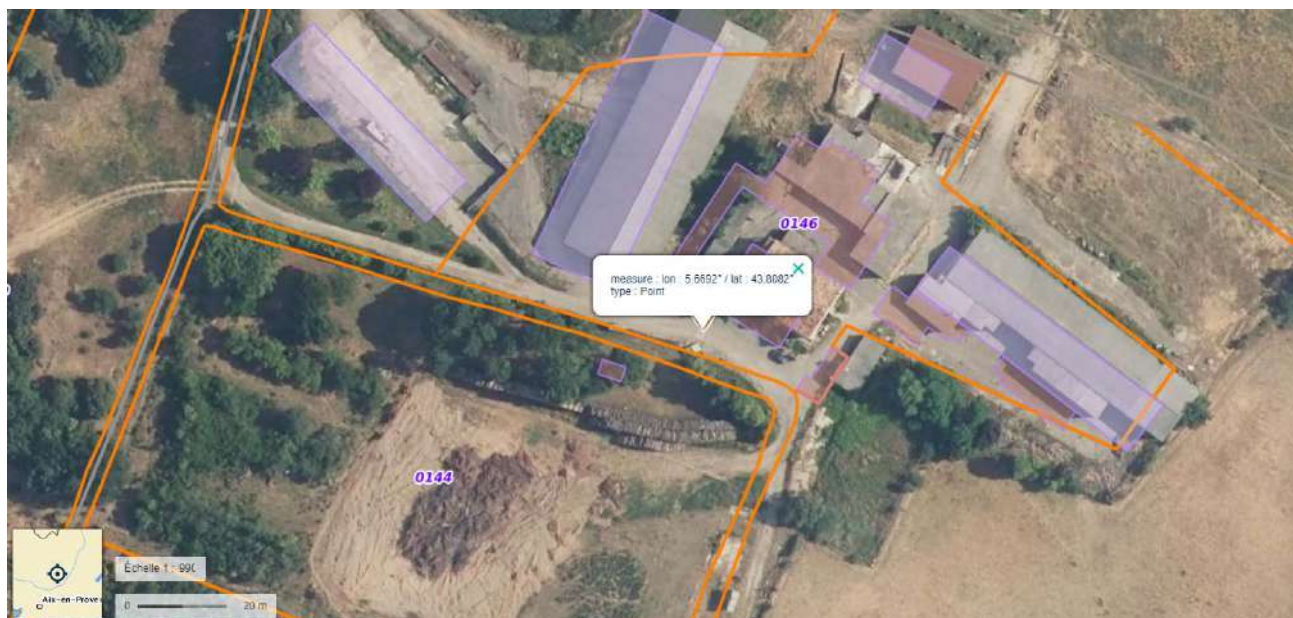
Un ouvrage de pompage historique était déjà présent sur le site lors de la création des nouveaux forages.

Aucune information sur cet ouvrage n'était connue. Un diagnostic caméra a été réalisé en février 2022 par la société SUNFOR, suivi d'un développement par brossage et air-lift par la société Luroforage. L'ouvrage régénéré a été testé par la société Hydrosol pour un volume de prélèvement de 30,7 m³. Les comptes rendu du passage caméra et des essais sont donnés en **annexes**.

Cet ouvrage déjà présent se substitue au forage Grand Circuit de la demande d'autorisation initiale. La déclaration de cet ouvrage historique n'a a priori jamais été faite.

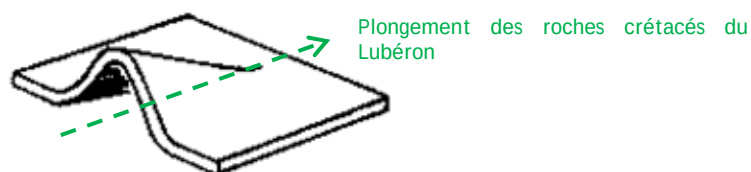
Ce forage est sur la parcelle B 146 sur la commune de La Bastide des Jourdans et possède les caractéristiques suivantes :

Forage	X (L93)	Y (L93)	Profondeur (m)	Débit (m ³ /h)	Date de fin de forage
Picon 1	914 764	6 304 648	107	12	Inconnue



4 RAPPEL DE LA GEOLOGIE

D'après la carte géologique REILLANE au 1/50.000 (n°968 publié par le BRGM), le projet se situe à la terminaison périclinale du Luberon.



La succession lithologique dans le secteur d'étude est la suivante, on trouve de haut en bas :

Eboulis (E) du Quaternaire : Localement, les formations peuvent être couvertes par une couche d'éboulis calcaires d'âge Crétacé et Oligocène.

Calcaire de Montfuron (g2a) du Sannoisien : Cette formation est composée de calcaires plaquetés finement feuilletés et de brèches. Son épaisseur peut atteindre 125 m.

Niveau de la Mort d'Imbert (g1e) du Sannoisien : Cette formation est composée de gypses compacts autrefois exploités superposés à deux niveaux de marnes rouges sableuses qui disparaissent de la surface à l'ouest du méridien de Montjustin et de la Bastide des Jourdans. Chacun des deux niveaux marneux est séparé par un horizon d'argile bleue. A son apogée, ce niveau peut être retrouvé sur 100 m d'épaisseur.

Calcaire de la Fayette (g1d) du Sannoisien : Il s'agit d'un niveau de calcaires en plaquettes avec des intercalations de calcaires oolithiques et probablement dolomitiques. Cette formation a une épaisseur d'environ 20 m.

Argile du Maronnier (g1c) du Sannoisien : Ce niveau se compose d'argiles vertes à gypse et d'argiles à smectites. Des intercalations gréseuses et glauconieuses peuvent être présentes au sommet de la formation.

Calcaire en gros bancs (n3c) de l'Hauterivien : Cette formation est composée de calcaires en gros bancs à lentilles de bivalves néritiques et abrite des silex clairs. Ce premier niveau Hauterivien peut être présent sur 350 m d'épaisseur.

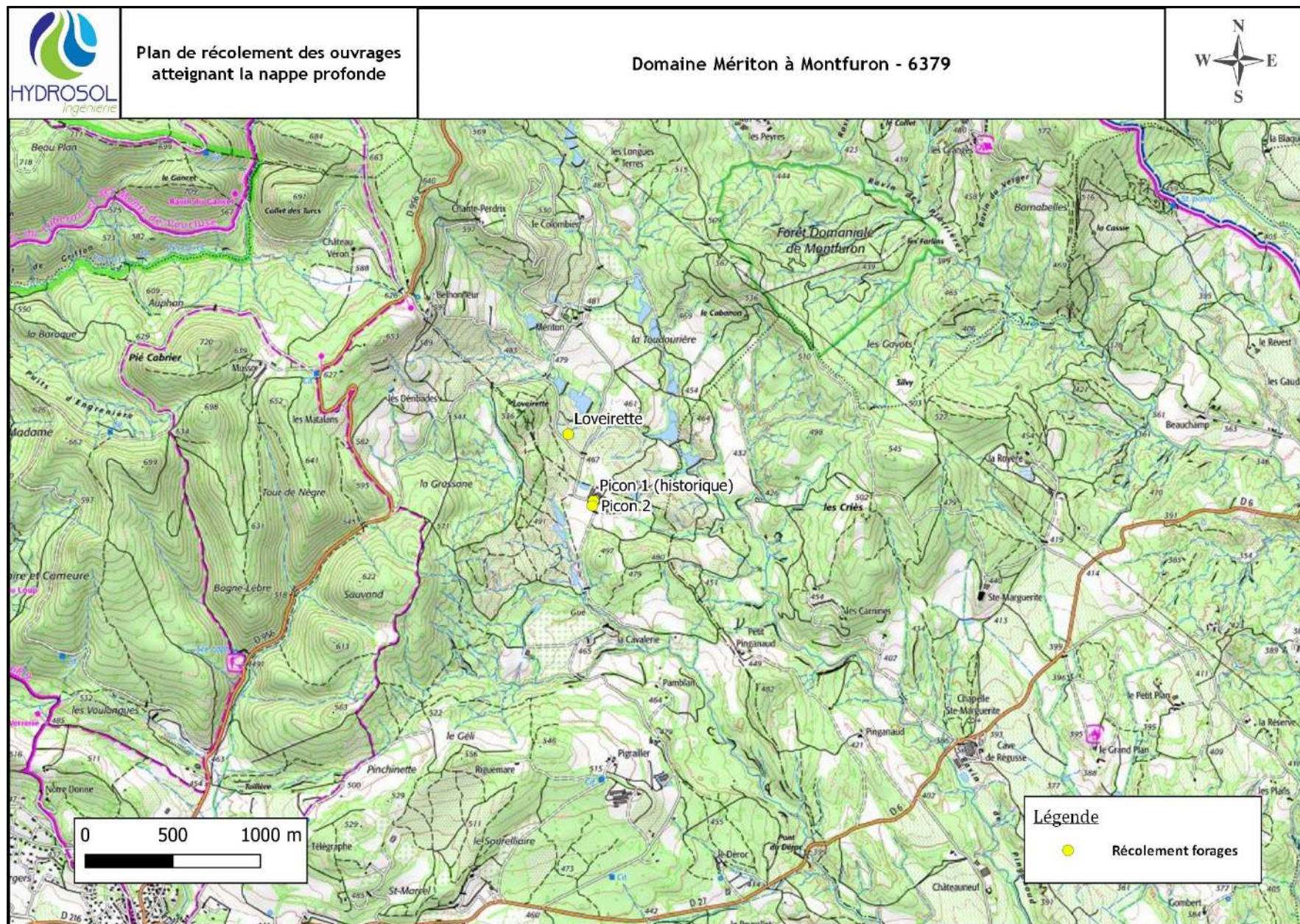
En surface, l'affleurement dominant sur le domaine est celui du niveau de la Mort d'Imbert. Les calcaires de Montfuron ne sont présents que sur les reliefs périphériques.

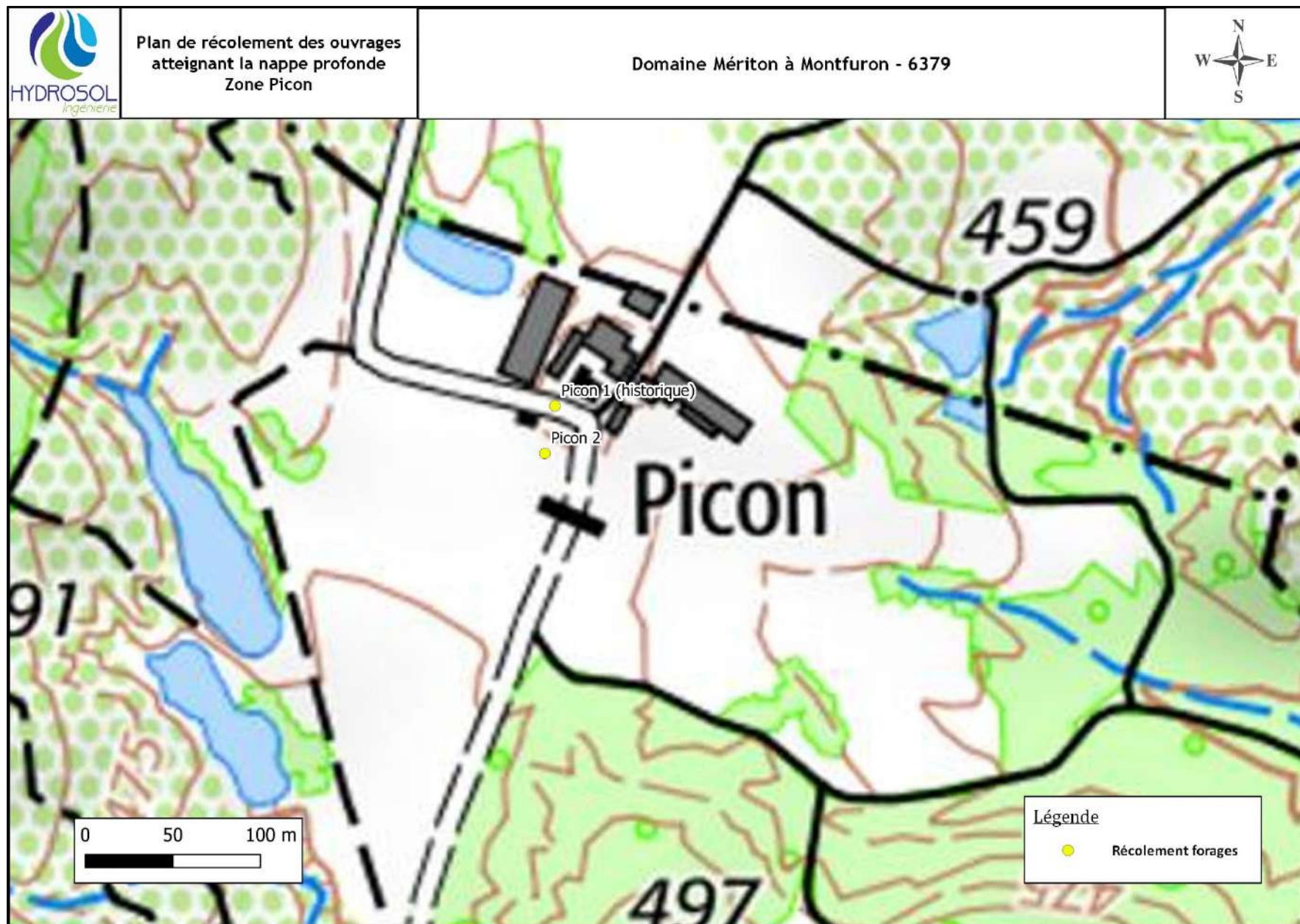
Etant donné le plongement progressif des calcaires du Luberon, il n'est pas exclu l'absence de l'une ou de plusieurs des strates présentées ci-dessus.

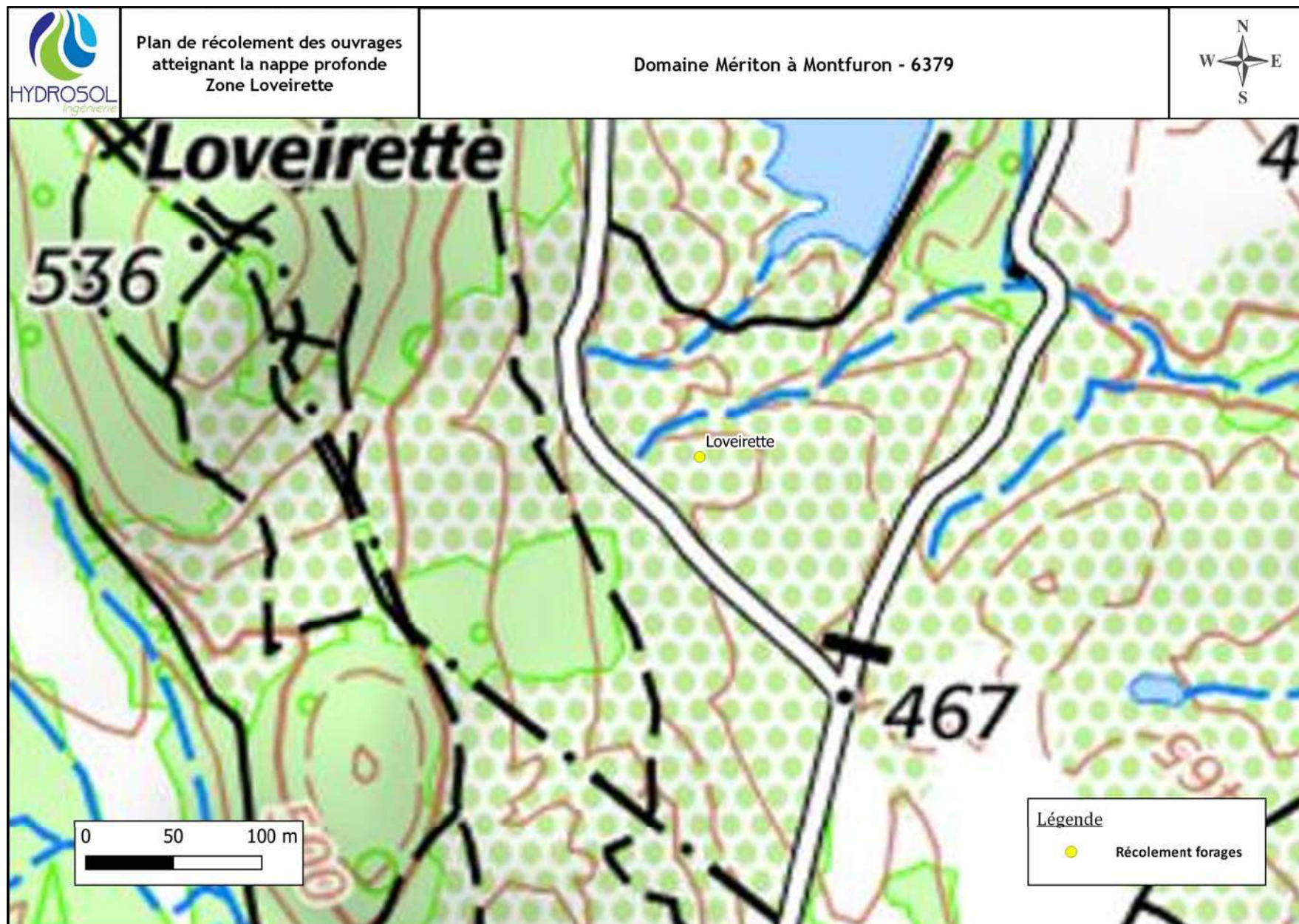
Les deux forages ont atteint le calcaire Hauterivien.

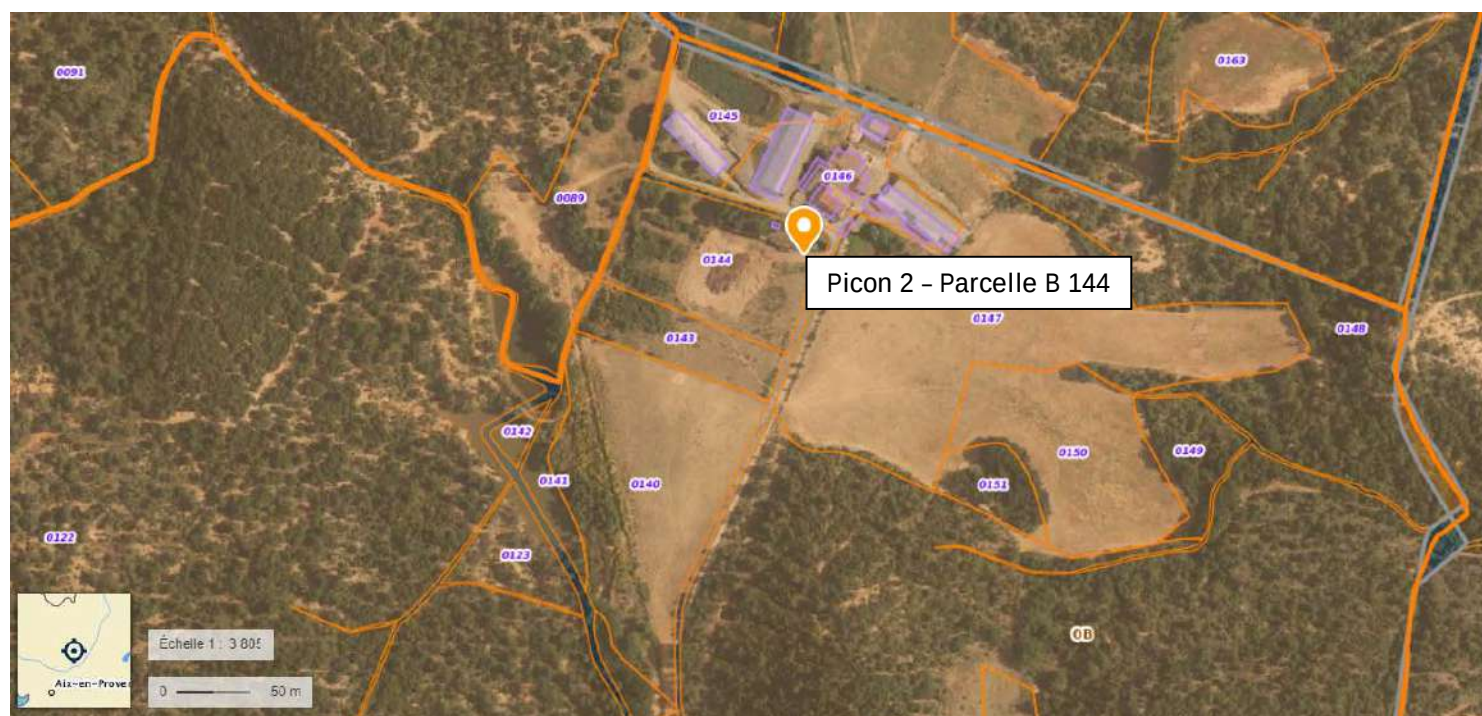
5 CARACTERISTIQUES DES FORAGES REALISES

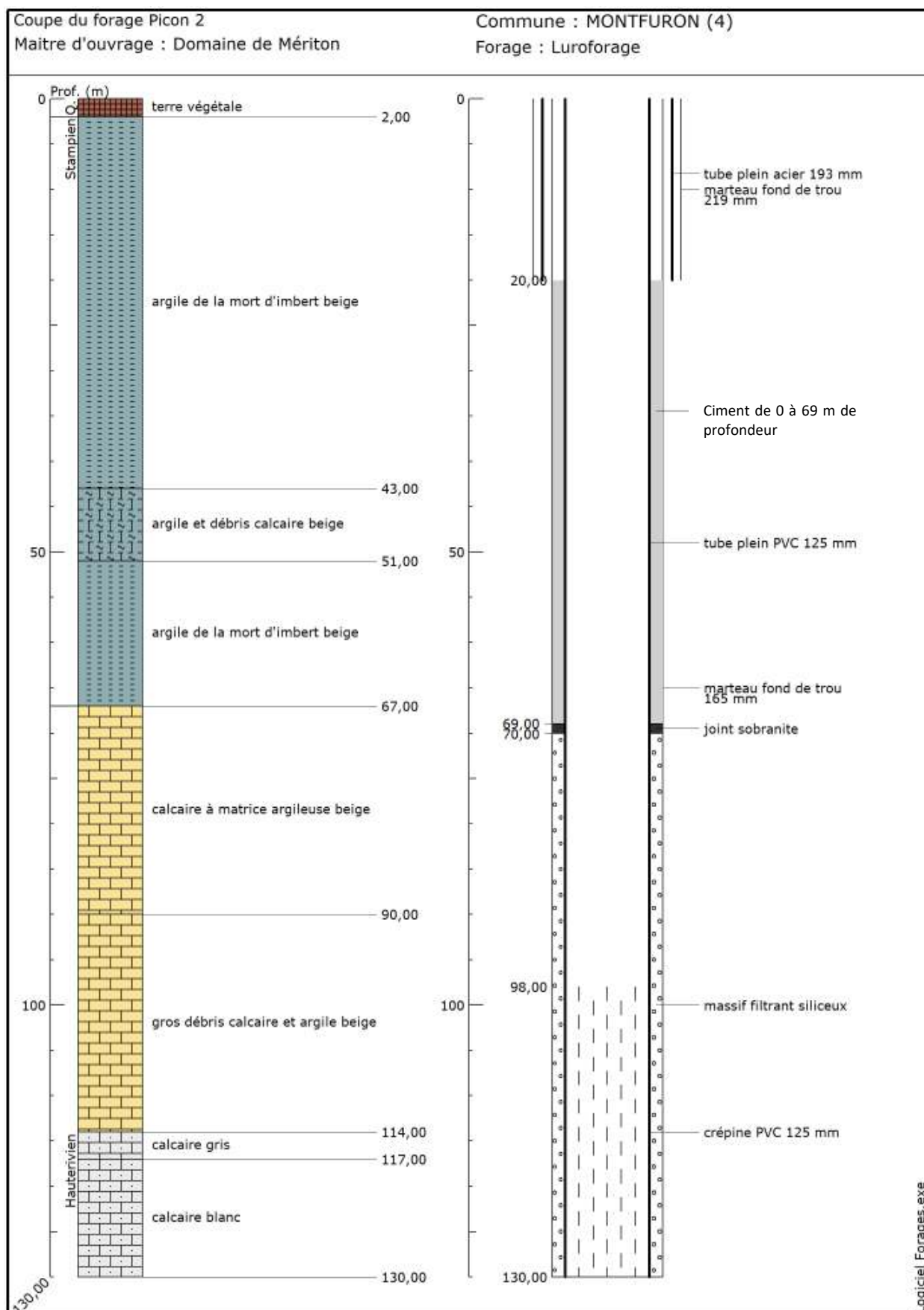
Forage	X (L93)	Y (L93)	Profondeur (m)	Débit (m³/h)	Date de fin de forage
Loveirette	914 617	6 305 031	214	< 0.1	16 juin 2022
Picon 2	914 764	6 304 618	130	~ 30	20 juin 2022



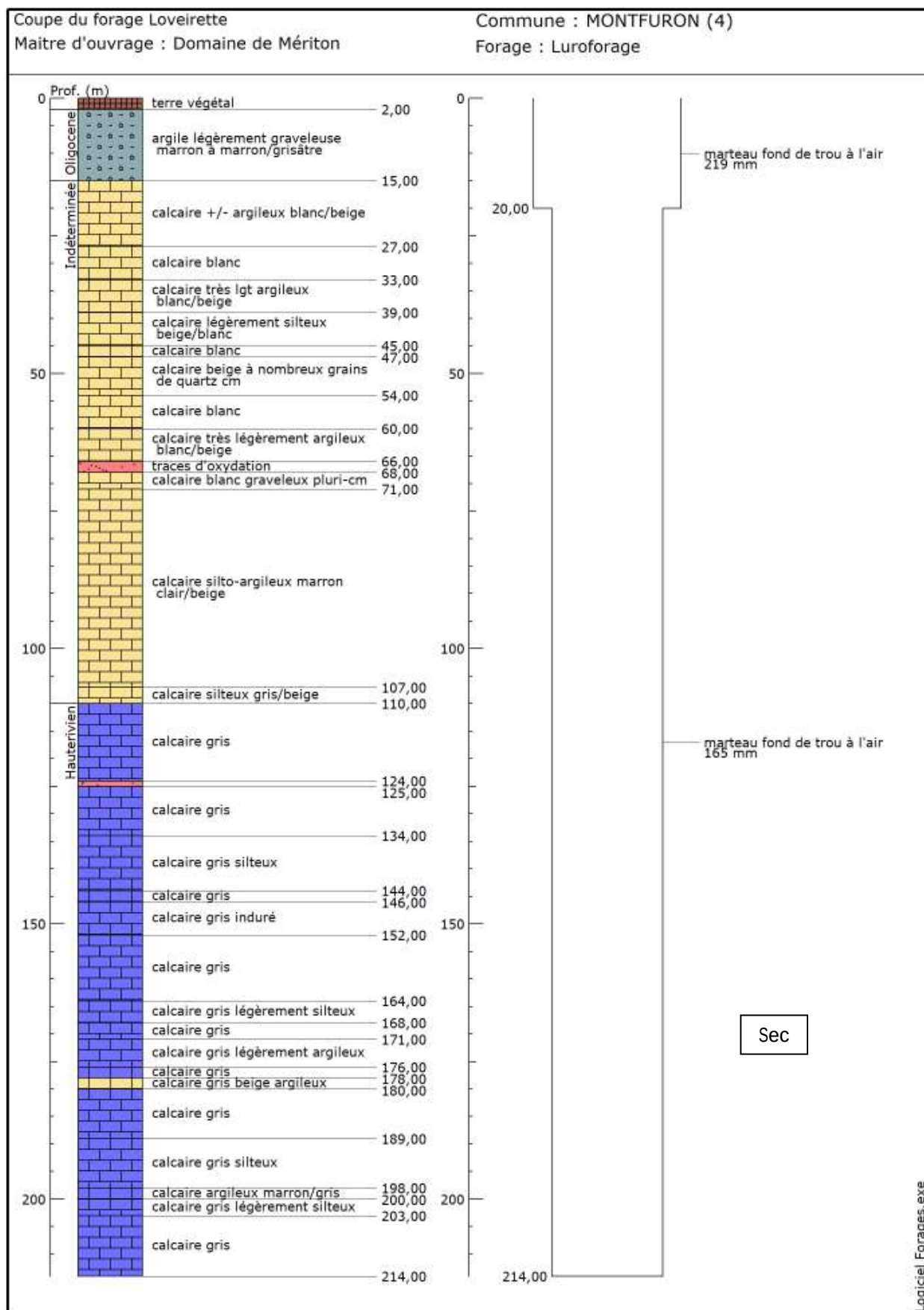








L'ouvrage a été équipé pour la production d'eau à usage agricole.



Le devenir du forage est en attente des futurs forages envisagés pour la phase 2 d'aménagement du domaine (dossier en préparation). Il pourra soit être approfondi pour la recherche d'eau soit comblé. Le devenir de cet ouvrage sera inclus au rapport de fin de travaux qui conclura la phase 2.

6 DEROULEMENT DU CHANTIER

Forage de Loveirette		
Date	Profondeur	Commentaires
23 mai 2022 14h47	4 m	Prétubage en 244 mm installé. Panne tête foreuse.
25 mai 2022 15h40	4 m	Réparations achevées. Reprise du forage.
26 mai 2022 14h10	42 m	-
27 mai 2022 17h00	108 m	Traces d'oxydation recoupées à 66 m – Débit nul Nettoyage du forage avant poursuite.
30 mai 2022 11h11	119 m	Panne tête foreuse.
6 juin 2022	145 m	Réparations achevées. Reprise du forage. Rupture chaîne de la foreuse.
10 juin 2022 12h23	180 m	Réparations achevées. Reprise du forage. Rupture chaîne de la foreuse.
15 juin 2022 15h09	214 m	Venue d'eau entre 189 et 198 m < 0.1 m ³ /h. Absence de résistance au-delà de 200 m, cavité probable. Fin du forage.
Forage de Picon 2		
15 juin 2022	0 m	Modification de l'implantation suite aux observations du premier forage. Déplacement de la foreuse sur le site de Picon.
17 juin 2022	92 m	Deux fois 50 l/h à 16 et 70 m de profondeur.
18 juin 2022	~110 m	Intervention non indiquée – Pas de suivi. Eau 2 à 4 m ³ /h à 108 m selon foreur.
20 juin 2022 13h37	130 m	8 à 20 m ³ /h par à-coups à 127 m de profondeur. 30 m ³ /h stable à 130 m de profondeur. Arrêt du forage.
20 juin 2022	Mise en place du massif filtrant de 130 à 70 m et d'un bouchon de sobranite d'un mètre au-dessus.	
30 juin au 4 juillet 2022	Essais de pompage	
21 juillet 2022	Cimentation de l'espace annulaire jusqu'à débordement à la surface.	
23 septembre 2022	Equipement du forage avec une pompe de 12 m ³ /h à 120 m de profondeur.	
21 novembre 2022	Réalisation d'un ouvrage de protection pour le captage – Fin des opérations.	

7 ESSAIS DE POMPAGE SUR PICON 2

a) Caractéristiques des essais

Le nouvel ouvrage a vocation à répondre uniquement au besoin agricole. Un test de pompage a été réalisé le 01/07/2022 après la création de l'ouvrage. Ce test a consisté en la réalisation d'un pompage en 4 paliers, suivi d'un contrôle de la remontée de la nappe pendant une durée d'une heure pour chaque pompage.

La pompe utilisée était de type « Grundfos » 12 m³/h, elle a été installée à 113 m de profondeur.

Nom	X (L-93)	Y (L-93)	Ø (mm)	Margelle (m)	Nv statique (m/TN)	Profondeur (m/TN)
Forage Picon 2	914 753	6 304 620	125/133	0	97	130

Figure 1 : Caractéristiques de l'ouvrage testé

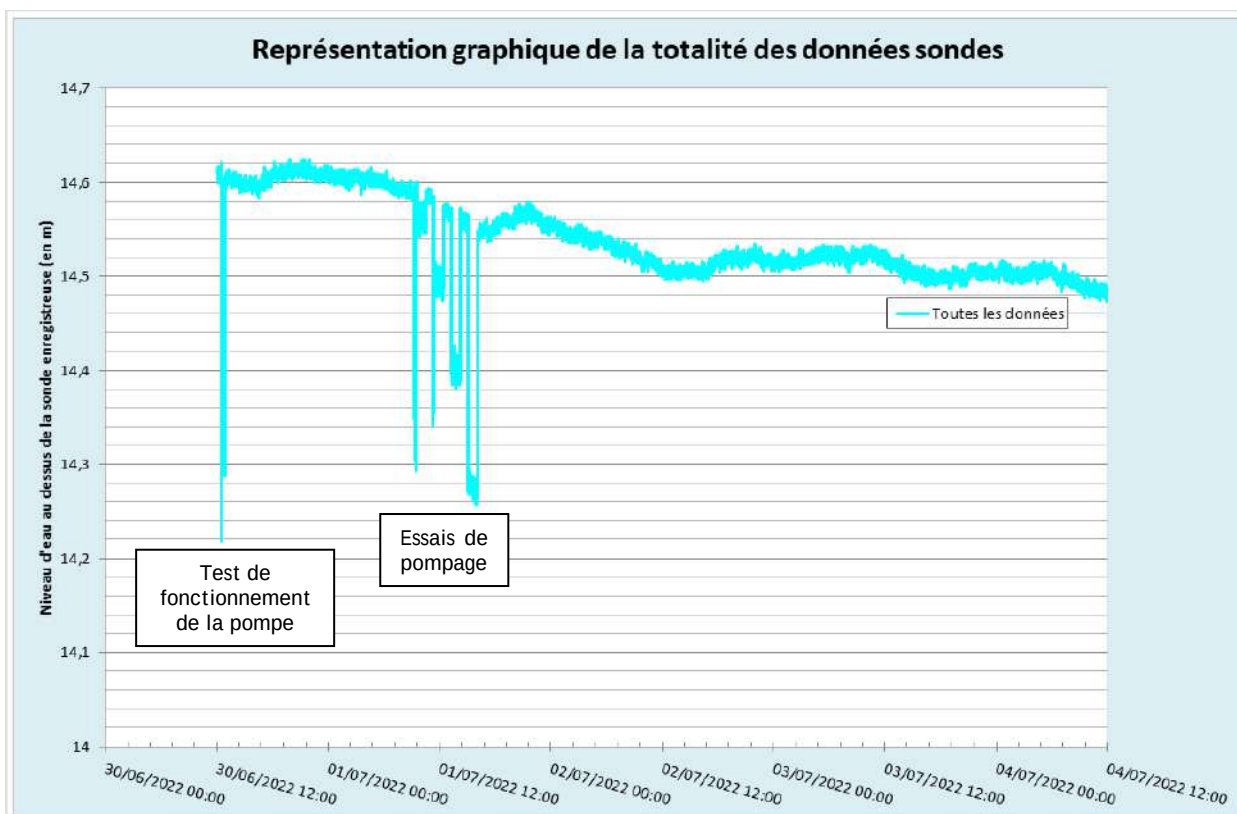


Figure 2 : Fluctuations du niveau d'eau enregistré par les sondes automatiques

Le niveau de la nappe a été suivi dès la mise en place de la pompe jusqu'à son extraction le 4 juillet.

Des fluctuations pseudo périodiques affectent la nappe. Ces fluctuations paraissent être plus accentuées le jour de l'essai de pompage ainsi que le suivant (baisse d'environ 5 cm sur une journée), tandis que ces variations montrent une diminution sur les jours suivants (baisse journalière de 2 cm) ce qui est en accord avec la saison.

Ne disposant pas de suffisamment de points et d'essais de pompage, il est difficile de savoir s'il s'agit de fluctuations naturelles ou anthropiques.

b) Influence d'un pompage sur la nappe

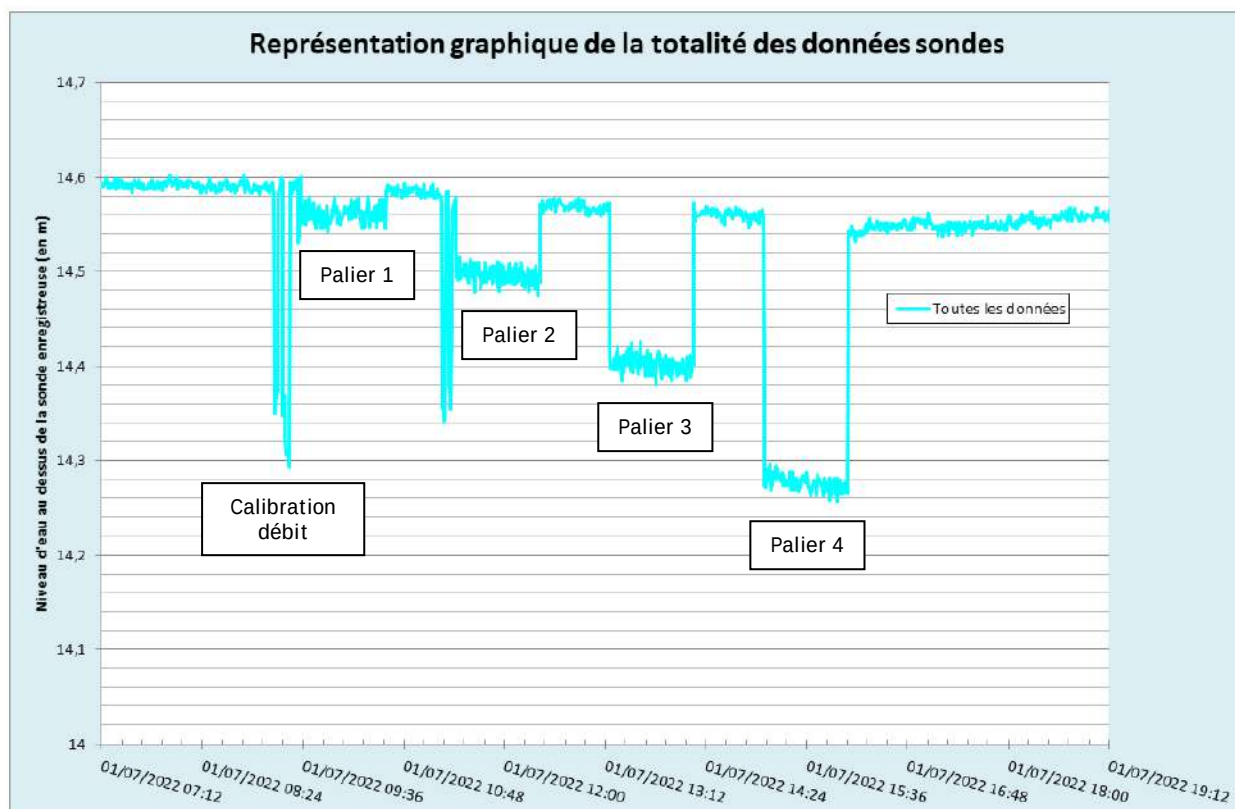


Figure 3 : Niveaux d'eau mesurés pendant les essais par paliers

Chaque opération de pompage a généré un rabattement quasi instantané au lancement de la pompe et un retour à son niveau d'équilibre tout aussi rapide à l'arrêt de celle-ci. Les sondes de niveau ont été programmées pour enregistrer la totalité des essais avec un pas de temps de 30 s entre 2 mesures. Si l'instantanéité peut être remise en question, il demeure que la nappe est extrêmement réactive.

A l'exception du premier palier, les pompages ont engendré des rabattements de 5 cm au minimum et de 30 cm au maximum, les paliers peuvent donc être considérés valides, car dépassant les variations périodiques (de 5 cm).

Pour le palier numéro 1 où les variations sont égales au rabattement, les données obtenues incluent donc une certaine erreur.

Les fluctuations de la nappe ne se sont pas interrompues pendant la réalisation des essais. Une correction a été appliquée dans l'interprétation afin de tenir compte de ce phénomène.

c) Etat de l'ouvrage de pompage

Palier	Débit (m ³ /h)	Rabatement corrigé (m)	Temps de pompage	Temps de remontée
1	2.8	0.05	1 heure	50 minutes
2	5.8	0.1	1 heure	50 minutes
3	8.7	0.19	1 heure	50 minutes
4	11.3	0.31	1 heure	50 minutes

Figure 4 : Synthèse des paliers

L'interprétation des résultats a été faite à l'aide du logiciel OUAIP 1.9.3.

L'interprétation aboutit à des pertes de charges linéaires de 48.4 s/m² et des pertes de charges quadratiques de 20 000 s²/m⁵.

Compte tenu des fluctuations de la nappe, une certaine incertitude sur la précision des résultats demeure. Si les chiffres exacts sont sujets à caution, les ordres de grandeur restent valides.

La qualité d'un ouvrage est définie par ses pertes de charges. L'ouvrage présente des pertes de charges quadratiques (C) de 20 000 s²/m⁵. En tenant compte que le forage se situe dans un aquifère karstique et des débits rencontrés, il n'est pas étonnant de rencontrer des pertes de charges de cet ordre de grandeur. Dans ces conditions, le forage se trouve être dans un très bon état.

A partir de ces résultats, il est possible de calculer les différents débits de l'ouvrage.



Figure 5 : Résultats pour l'essai par palier à Picon 2

Le débit max (m³/h) correspond au volume maximal d'eau pouvant être pompé dans l'aquifère depuis le forage sur un temps de 1 heure.

Dans notre cas, le débit est limité par le rabattement disponible dans l'ouvrage, par l'ouvrage en lui-même et aussi par l'aquifère.

Le débit maximum extrapolé de l'ouvrage calculé est de 40 m³/h.

A noter que si l'extrapolation mathématique fonctionnera toujours, plus elle s'éloigne des observations, plus l'incertitude augmente. Ainsi, en considérant l'aquifère de type fissuré/karstique non homogène ni isotrope, le débit maximal est probablement surestimé.

d) Propriétés hydrodynamiques de l'aquifère

Si l'emménagement, le stock d'eau, ne peut pas être calculé au droit de l'ouvrage de pompage, chaque essai a permis de définir la transmissivité de l'aquifère, l'allure de l'eau dans l'aquifère.

On obtient ainsi :

Essai	Débit (m³/h)	Transmissivité (m²/s)
1	2.8	1.3×10^{-2}
2	5.8	1.5×10^{-2}
3	8.7	1.5×10^{-2}
4	11.3	1.7×10^{-2}

Figure 6 : Tableau des transmissivités obtenues

Les transmissivités calculées pour les différents essais sont du même ordre de grandeur, à savoir 10^{-2} , ce qui est une valeur forte, cohérente avec l'aquifère capté dans les calcaires du Lubéron. La transmissivité dans l'essai 1 est plus faible que celle observée dans les autres essais, ce qui peut venir des erreurs liées à la variation journalière.

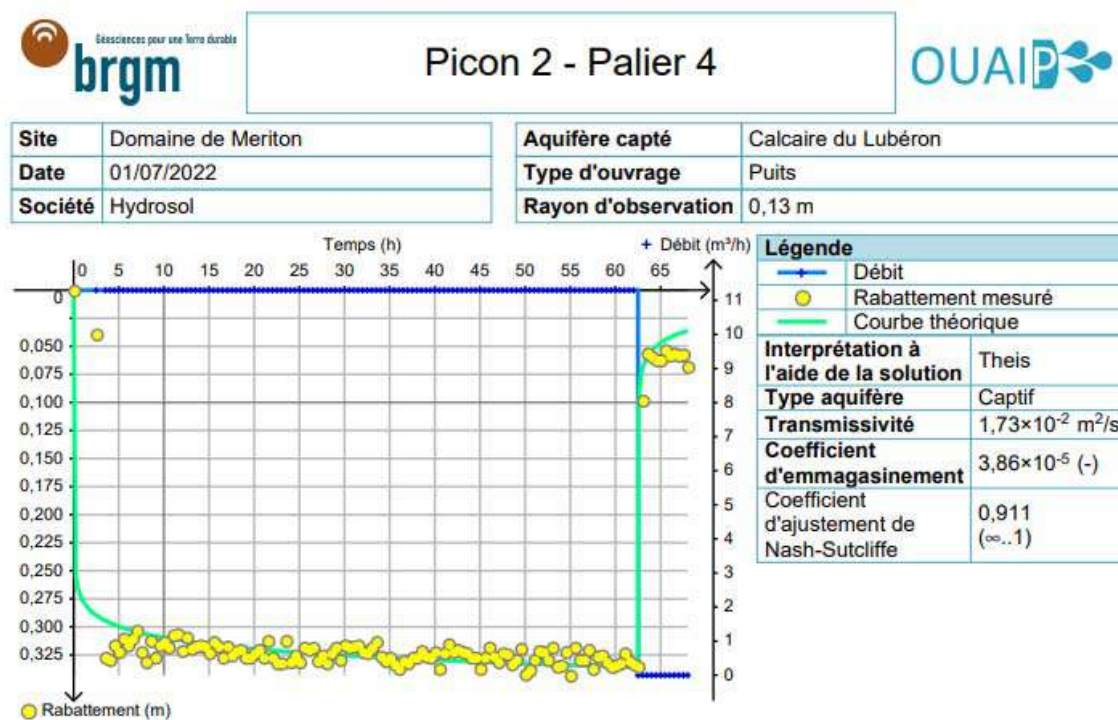


Figure 7 : Graphique du rabattement en fonction du temps pour l'essai 4

Pour une interprétation optimale, la courbe doit s'aligner sur l'ensemble des données. Si la descente est plutôt cohérente, la simulation montre une remontée plus rapide comparée à la réalité.

Il sera alors retenu comme valeur une transmissivité de $1.5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.

e) Définition des débits d'exploitation

Un essai par paliers permet d'obtenir 2 choses :

- Les pertes de charges liées à la nappe, naturelles,
- Les pertes de charges liées à l'état de l'ouvrage.

En ajoutant ces 2 pertes, on obtient la baisse du niveau d'eau dans le puits (rabattement) en fonction du débit.

Lors du test de pompage, le niveau d'eau était à 97 m de profondeur et la pompe est installée à 113 m. Le rabattement possible est donc de 16 m.

Après analyse le débit maximal calculé est de 40 m³/h ce qui est largement supérieur au 12 m³/h pompé au maximum dans le palier 4.

Comme expliqué précédemment, le débit maximum est probablement surestimé. Au regard des connaissances hydrogéologiques sur le secteur, il est plus raisonnable de supposer une limite autour de 20-25 m³/h.

Toutefois, cette capacité de production est déterminée à partir des seules informations sur la nappe et l'état de l'ouvrage, d'autres critères sont à considérer pour l'exploitation d'eau souterraine.

En l'occurrence, la profondeur du niveau d'eau oblige l'installation d'une pompe immergée. Le diamètre du tubage devient alors un facteur limitant. En effet, bien qu'apte à tirer plus de 25 m³/h, selon le Canal de Provence, la pompe la plus importante qui peut être installée à un débit nominal de 20 m³/h. Compte tenu des résultats des essais, ce débit est cohérent avec la productivité calculée.

f) Recommandations d'exploitation

Seule la réalisation d'un essai de pompage très longue durée permettrait de préciser la pérennité de la ressource, avec plusieurs semaines voire mois de pompage. Les contraintes de ce type d'étude étant importantes, il est recommandé plutôt d'équiper l'ouvrage avec une sonde de suivi du niveau de la nappe pendant une période minimale de 2 ans d'exploitation pour établir une tendance à long terme.

Afin de ne pas épuiser la ressource, il est très fortement déconseillé de pomper de manière continue dans l'aquifère. La forte transmissivité fait que l'ouvrage sera alimenté tant qu'il y a de l'eau, le revers étant qu'une fois épuisée, la recharge pourrait être beaucoup plus lente.

Au vu des besoins exprimés pour l'agriculture, il est conseillé de prévoir un volume tampon avec sonde de niveau pour la mise en route et l'arrêt de la pompe afin de limiter la pression mise sur la ressource. Par ailleurs, la nouvelle pompe devra être équipée d'un dispositif de mise en charge progressive intégré ou externe pour éviter les coups de bélier.

Il est recommandé de placer la pompe à une hauteur d'environ 100 m de manière à ne pas pomper les dépôts de fines ou autres pouvant endommager la pompe ; et aussi de conserver une colonne d'eau au-dessus de la pompe suffisante pour permettre son fonctionnement. Il est aussi fortement conseillé de ne pas se placer en face des arrivées d'eau observées à partir de 108 m.

Un forage est un ouvrage qui doit s'entretenir pour conserver sa productivité. Il est recommandé la réalisation d'un passage caméra et/ou d'essais de pompage par palier au moins tous les 5 ans. Le développement de l'ouvrage n'est pas systématique et dépend des résultats des investigations précitées.

8 CONCLUSION

La foreuse a connu de nombreuses pannes lors de la foration à 214 m sur Loveirette. Toutes ces pannes sont d'ordre mécanique, il n'y a eu aucune pollution générée.

Le forage de Loveirette est provisoirement conservé le temps de la réalisation de la phase 2 d'aménagement du domaine (dossier en préparation). Le forage n'étant à ce stade pas productif, un second forage a bien été réalisé. Le forage de Grand Circuit initialement prévu de 315 m de profondeur a été remplacé par le forage de Picon 2 d'une profondeur de 130 m.

L'ouvrage Picon 2 a été cimenté pour ne capter que les eaux du calcaire profond et isoler les circulations d'eaux superficielles. Le forage est protégé par un ouvrage en béton accessible par 2 battants en fer cadénassés. Le forage en lui-même est bridé scellé en surface, prévenant ainsi l'intrusion d'eau de surface vers la nappe profonde.

Un compteur a été installé dans un local à proximité du forage.



Annexe 1

Compte rendu de l'inspection caméra mené par la société SUNFOR sur Picon 1



**Quartier Serillon
07220 Saint Montan**

TEL : ~~06 09 99 79 27 0~~

Mail : ~~sunfor@orange.fr~~



*Caméra Hytec DTR 65 numérique
haute résolution*

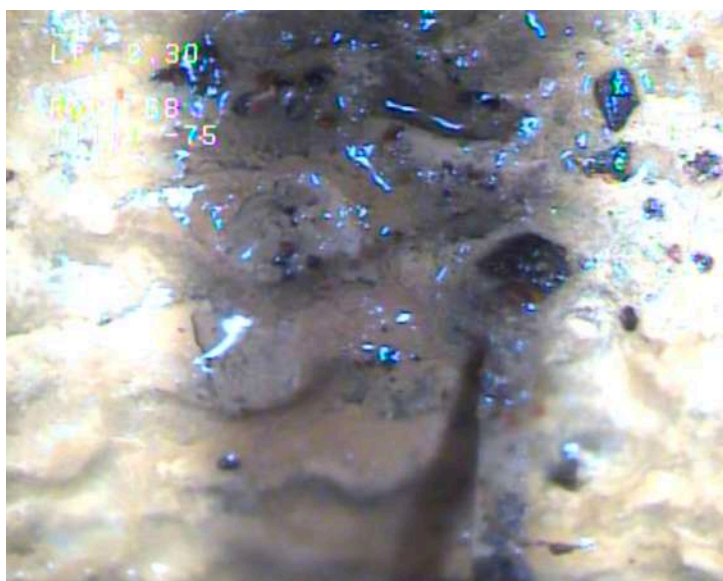
Inspection vidéo réalisée le 1 février 2022.

RAPPORT D'INSPECTION FORAGE : MONTFURON 04410.

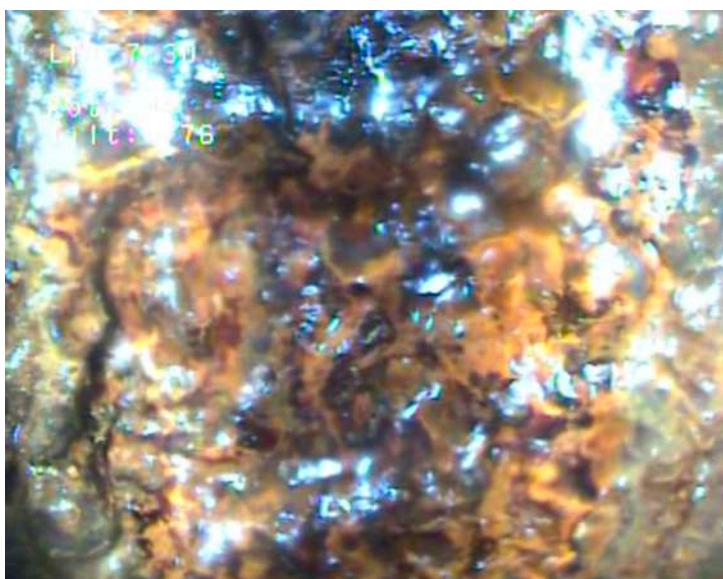
Cote mesure égale point haut tubage acier, soit environ 40cm au-dessous du niveau du sol.
Tubage acier de diamètre 125/133 mm épaisseur 4 à 5mm.
Pré-tubage PVC de diamètre 240mm.



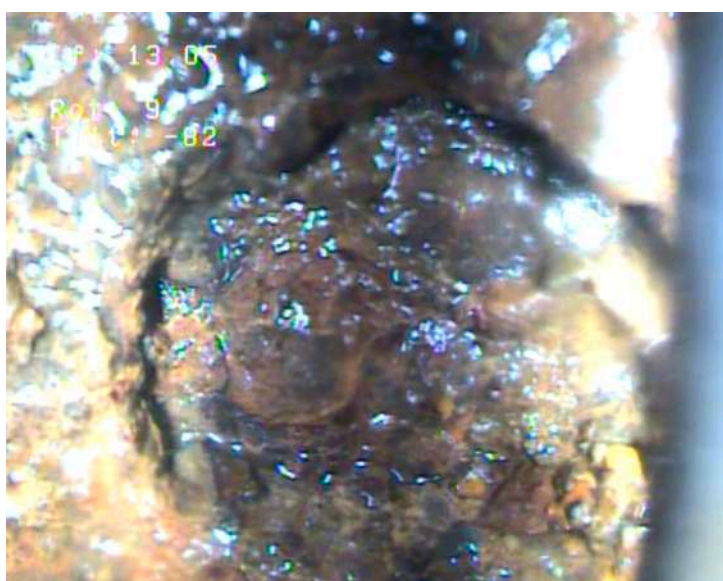
SIEGE SOCIAL : SUNFOR – 07220 ST MONTAN
SAS AU CAPITAL DE 40.000 € - SIRET : 411 401 961 000 15 – NAF 4313Z
N° INTRACOMMUNAUTAIRE : FR 114 114 019 61 ~~000 15 X~~



Profondeur 2,30 mètres.
Dépôt calcaire important. Le forage
a dû absorber de l'eau, par une fuite
à un raccord ou par le regard.



Profondeur 7,30 mètres.
Tubage fortement oxydé.



Profondeur 13,05 mètres.
Tubage percé par la corrosion.



Profondeur 60,10 mètres.
Dépôt sur tubage important.



Profondeur 84,45 mètres.
Dépôt correspondant à un niveau
d'eau plus haut qu'actuellement.



Profondeur 89,15 mètres.
Niveau d'eau forage.



Forage avec beaucoup de dépôt léger tombant au passage de la caméra.
 Sur cette image une sonde de contrôle de niveau d'eau va bloquer la caméra, puis
 chuter jusqu'à 102,30 mètres en troublant énormément l'eau.
 La caméra va à nouveau se bloquer sur une grosse concrétion.



Conclusion.

Tubage acier corrodé et surement fragile sur certaines zones.
 Forage très encrassé sous le niveau d'eau. Dépôt léger pouvant être brossé et évacué
 par air-lift, ce qui pourrait permettre au forage de retrouver son débit initial.

Annexe 2

Compte rendu d'essais de pompage après développement de l'ouvrage Picon 1

DEPARTEMENT DES ALPES DE HAUTE PROVENCE

SCEA LE DOMAINE DE MERITON

**DOMAINE DE MERITON
04100 MONTFURON**

COMPTE RENDU D'ESSAIS DE POMPAGES

Version 1	Dossier 6379 - Diag	29 avril 2022
Chargé d'études	Validation	Edition
Jérémy SKRZYPCZAK	Céline BLANC	Anne-Sophie DAVID

TEST DE POMPAGE DANS UN OUVRAGE EXISTANT

1 CARACTERISTIQUES DU TEST

L'ouvrage testé est le puits existant sur la propriété du Domaine de Mériton à Montfuron (04) utilisé pour l'eau potable et l'irrigation. Un test de pompage a été réalisé le 15/04/2022 après développement de l'ouvrage. Un pompage de 12h préalable le 13/04/2022 a été réalisé pour purger l'ouvrage. Ce test a consisté en la réalisation d'un pompage en 5 paliers, suivi d'un contrôle de la remontée de la nappe pendant une durée d'une heure. La pompe utilisée était de type « Grundfos » et prend place après un nettoyage de l'ouvrage par brossage.

Nom	X (L-93)	Y (L-93)	Ø (mm)	Margelle (m)	Nv statique (m/TN)	Profondeur (m/TN)
Forage Picon	914 764	6 304 648	133/125	0	96.3	107

Figure 1 : Caractéristiques de l'ouvrage testé

2 FLUCTUATIONS DE LA NAPPE

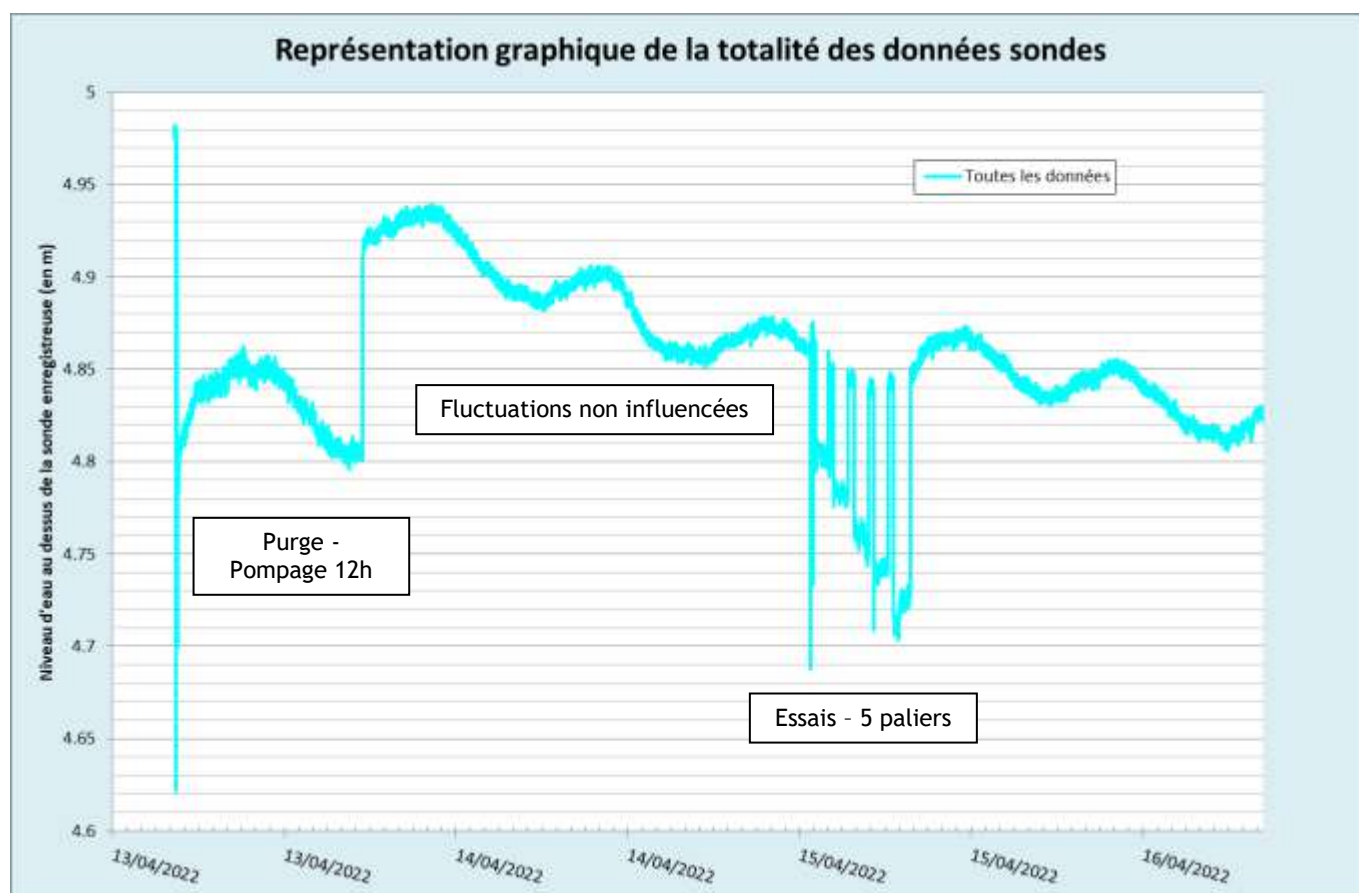


Figure 2 : Fluctuations du niveau d'eau enregistrées par les sondes automatiques

Le niveau de la nappe a été suivi dès la mise en place de la pompe jusqu'à son extraction le 19 avril. Des fluctuations pseudo périodiques semblent affecter la nappe bien que les ondes soient déphasées. Fluctuations naturelles ou anthropiques, à défaut d'un suivi sur plusieurs ouvrages à l'échelle du bassin versant hydrogéologique, il n'est pas possible de statuer.

Quoi qu'il en soit, il y a un à deux cycles par jour d'environ 1 cm de battement. En outre, la nappe présente une tendance à la baisse de l'ordre de 4 cm/jour, cohérente avec la saison et l'absence de pluie pendant les essais.

3 INFLUENCE D'UN POMPAGE SUR LA NAPPE

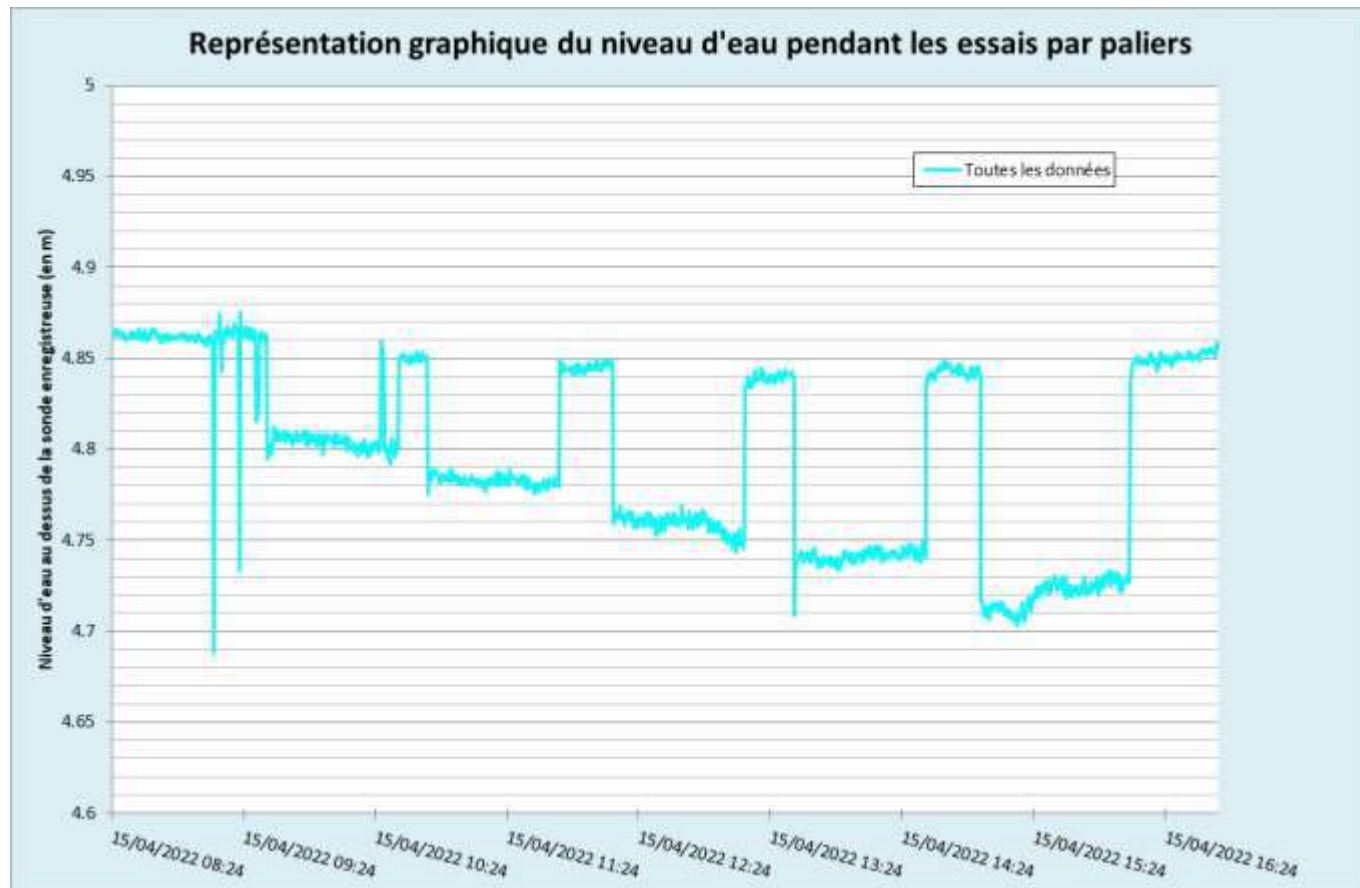


Figure 3 : Niveaux d'eau mesurés pendant les essais par paliers

Chaque opération de pompage a généré un rabattement quasi instantané au lancement de la nappe et un retour à son niveau d'équilibre tout aussi rapide à l'arrêt. Les sondes de niveau ont été programmées pour enregistrer la totalité des essais avec un pas de temps de 30 s entre 2 mesures. Si l'instantanéité peut être remise en question, il demeure que la nappe phréatique est extrêmement réactive.

Les pompes ont engendrés des rabattements de plus de 4 cm, les paliers peuvent donc être considérés valides car dépassant les variations périodiques. Cependant, les fluctuations de la nappe ne se sont pas interrompues pendant la réalisation des essais. Une correction a été appliquée dans l'interprétation afin tenir compte de ce phénomène.

4 ETAT DE L'OUVRAGE DE POMPAGE

Palier	Débit (m ³ /h)	Rabattement corrigé (m)	Temps de pompage	Temps de remontée
1	3.6	0.061	1 heure	12 minutes
2	4.5	0.086	1 heure	22 minutes
3	6.3	0.104	1 heure	22 minutes
4	7.1	0.124	1 heure	25 minutes
5	9.2	0.158	1 heure	-

Figure 4 : Synthèse des paliers

L'interprétation des résultats a été faite à l'aide du logiciel OUAIP 1.9.3.

L'interprétation aboutit à des pertes de charges linéaires de 51.9 s/m² et des pertes de charges quadratiques de 5000 s²/m⁵.

Compte tenu des faibles rabattements et des fluctuations de la nappe, une certaine incertitude sur la précision des résultats demeure. Si les chiffres exacts sont sujet à caution, les ordres de grandeur restent valides.

La qualité d'un ouvrage est définie par ses pertes de charges. Un ouvrage est considéré en très bon état lorsque ses pertes de charges quadratiques (C) sont inférieures à 10 000 s²/m⁵.

On observe des pertes de charges quadratiques deux fois plus faibles, ce qui signifie que l'ouvrage est dans un état exceptionnel dans la mesure où il n'avait jamais été entretenu avant.

A partir de ces résultats, il est possible de calculer le débit critique de l'ouvrage qui sert de référence pour la définition des débits d'exploitation.

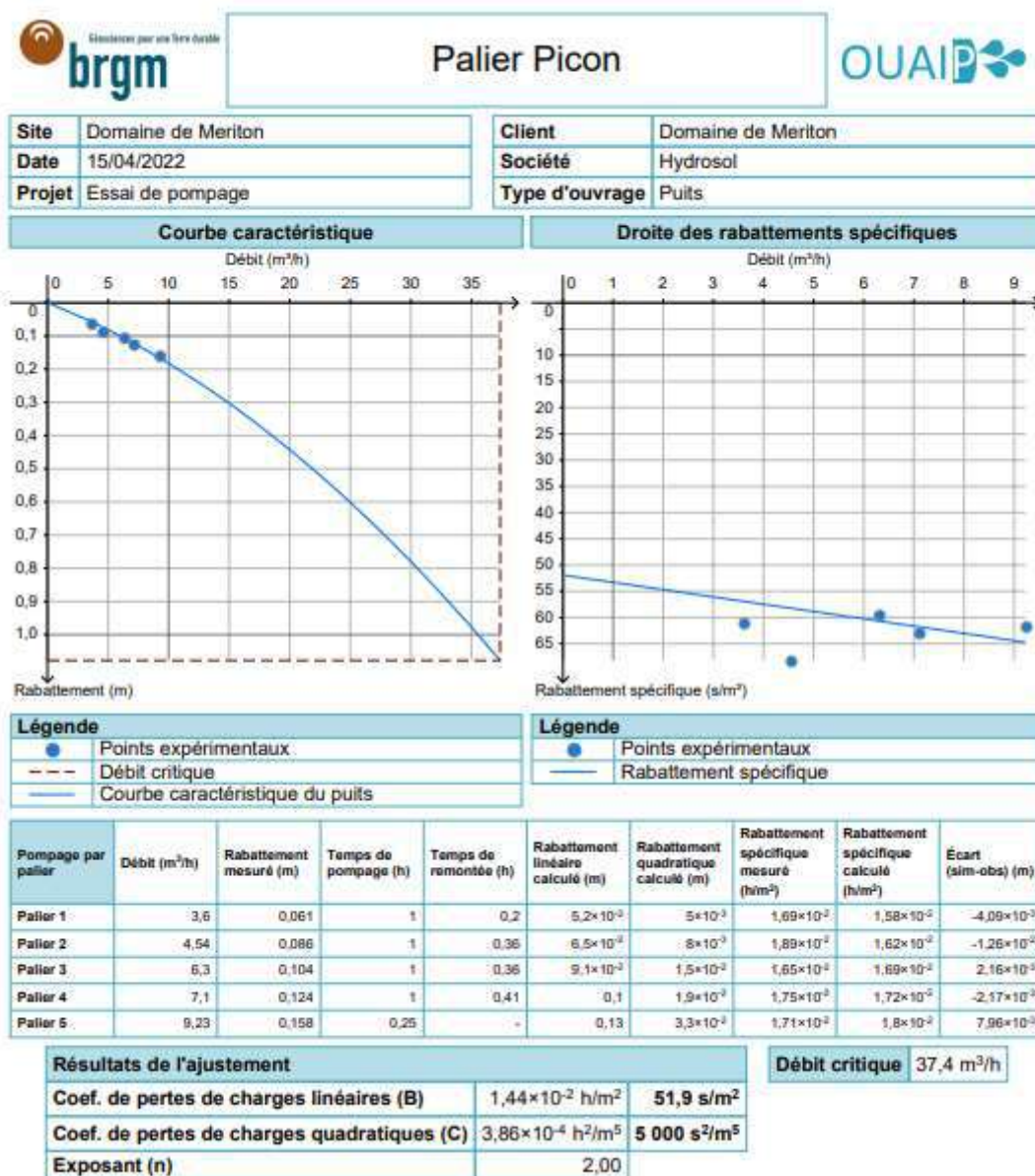


Figure 5 : Résultats pour l'essai par palier à Picon

Le débit critique correspond au débit maximal pouvant affluer d'un aquifère vers un puits en conservant un régime laminaire. Au-delà les écoulements entrent dans un régime turbulent.

Le régime turbulent ne doit jamais être atteint pour éviter une dégradation accélérée du forage et un dénoisement de la pompe.

Le débit critique de l'ouvrage calculé est de 37.4 m³/h. Cependant, dans la mesure où la pompe ne peut pas pomper plus de 9 m³/h, les mesures sont sur une plage de débit réduite. Si l'extrapolation mathématique fonctionnera toujours, plus elle s'éloigne des observations, plus l'incertitude augmente. Ainsi, en considérant l'aquifère de type fissuré/karstique non homogène ni isotrope, le débit critique est probablement surestimé.

5 PROPRIETES HYDRODYNAMIQUES DE L'AQUIFERE

La réalisation d'un temps de coupure pour retour au niveau statique entre chaque palier de pompage permet de calculer les propriétés hydrodynamiques de la nappe. Si l'emmagasinement, le stock d'eau, ne peut pas être calculé au droit de l'ouvrage de pompage, chaque essai a permis de définir la transmissivité de l'aquifère, la vitesse d'entrée de l'eau.

On obtient ainsi :

Essai	Débit (m ³ /h)	Transmissivité (m ² /s)
1	3.6	2.6x10 ⁻²
2	4.5	5.3x10 ⁻²
3	6.3	5.9x10 ⁻²
4	7.1	5.9x10 ⁻²
5	9.2	4.7x10 ⁻²

Figure 6 : Tableau des transmissivités obtenues

Les transmissivités calculées pour les différents essais sont du même ordre de grandeur à savoir 10⁻², ce qui est une valeur forte.

Les essais 2, 3 et 4 montrent des transmissivités similaires mais les premiers et derniers essais dénotent.

La transmissivité dans l'essai 1 est plus faible que celle observée dans les autres essais cela peut venir de la mise sous tension initiale de l'aquifère.

Pour l'essai 5 la différence de transmissivité peut être due au temps de pompage interprétable réduit, due à l'inversion du cycle de battement naturel repartant à la hausse.

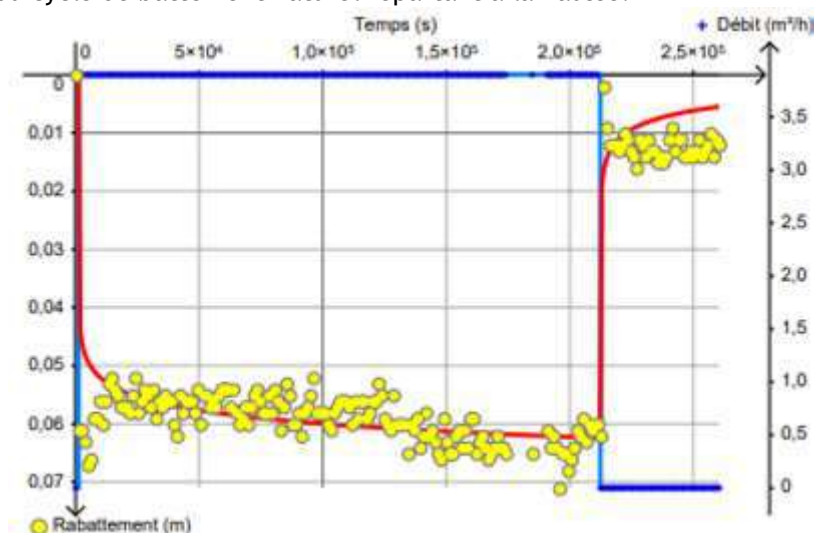


Figure 7 : Graphique du rabattement en fonction du temps pour l'essai 1

Pour une interprétation optimale, la courbe rouge doit s'aligner avec l'ensemble des données. Si la descente est plutôt cohérente, la simulation montre une remontée plus rapide comparée à la réalité. Le modèle possède donc un paramètre de vitesse légèrement surestimé.

Il sera donc retenu comme valeur la transmissivité la plus défavorable à $2,6 \cdot 10^{-2}$ m²/s.

6 DEFINITION DES DEBITS D'EXPLOITATION

Un essai par paliers permet d'obtenir 2 choses :

- Les pertes de charges liées à la nappe, naturelles,
- Les pertes de charges liées à l'état de l'ouvrage.

En ajoutant ces 2 pertes, on obtient la baisse du niveau d'eau dans le puits (rabattement) en fonction du débit.

Lors du test de pompage, le niveau d'eau était à 96,3 m de profondeur et la pompe est installée à 102,5 m. Le rabattement possible est donc de 6,2 m.

En analysant les rabattements et les pertes de charges, le débit critique calculé est de 37.4 m³/h ce qui est supérieur au débit maximum pompé (9 m³/h) dans le palier 5.

Comme expliqué précédemment, le débit critique est probablement surestimé. Au regard des connaissances hydrogéologiques sur le secteur, il est plus raisonnable de supposer une limite autour de 20-25 m³/h.

Toutefois, cette capacité de production est déterminée à partir des seules informations sur la nappe et l'état de l'ouvrage, d'autres critères sont à considérer pour l'exploitation d'eau souterraine.

Par exemple, la profondeur du niveau d'eau oblige l'installation d'une pompe immergée. Le diamètre du tubage devient alors un facteur limitant comme c'est le cas ici. En effet, bien que apte à tirer plus de 20 m³/h, la taille des pompes qui peuvent être descendues ne dépassent pas 12 m³/h pour les plus puissantes sans compter les pertes de charges hydrauliques additionnelles éventuelles.

Par conséquent, le tubage étant ici le facteur limitant, il est possible de remplacer la pompe pour un gain de débit d'environ 3 m³/h et exploiter au maximum possible à 12 m³/h pour l'ouvrage.

7 RECOMMANDATIONS D'EXPLOITATION

Avant restauration de l'ouvrage, le débit était de 4 m³/h. Après développement, une nette augmentation du débit a été constatée passant de 4 à 9 m³/h sans changer la pompe. A ce débit, il n'a pas été observé de manque d'eau en 12h de pompage continu.

Seule la réalisation d'un essai de pompage longue durée permettrait de préciser la pérennité de la ressource. Cependant, pour l'aquifère concerné la durée de test pourrait s'avérer longue.

Afin de ne pas épuiser la ressource, il est très fortement déconseillé de pomper de manière continue dans l'aquifère. La forte transmissivité fait que l'ouvrage sera alimenté tant qu'il y a de l'eau, le revers étant qu'une fois épuisée, la recharge pourrait être beaucoup plus lente. Ce forage servant entre autre pour l'eau potable, l'enjeu est conséquent.

Au vu des besoins exprimés pour l'agriculture, il est conseillé de prévoir un volume tampon avec sonde de niveau pour la mise en route et l'arrêt de la pompe afin de limiter la pression mise sur la ressource. Par ailleurs, la nouvelle pompe devra être équipée d'un dispositif de mise en charge progressive intégré ou externe pour éviter les coups de bélier.

Il est recommandé de laisser la pompe à la hauteur à laquelle elle se situe de manière à ne pas pomper les dépôts de fines ou autres pouvant endommager la pompe.

Un forage est un ouvrage qui doit s'entretenir pour conserver sa productivité. Il est recommandé la réalisation d'un passage caméra et/ou d'essais de pompage par palier au moins tous les 5 ans. Le développement de l'ouvrage n'est pas systématique mais dépend des résultats des investigations précitées.

Hydrosol étend son réseau et dispose de
plusieurs agences afin de mieux vous servir.

