

BUREAU D'ÉTUDES HYDROGÉOLOGIQUES
SPÉCIALISÉ EN MESURES SUR LES FORAGES

AGENCE DE LA DRÔME : Quartier les Drets | 26300 BOURG-DE-PEAGE (France)

Tél : +33(0) 4 75 47 17 17 | Fax : +33(0) 4 75 47 07 07

www.ideeseaux.com | Email : contact@ideeseaux.com

VALENCE ROMANS AGGLO
Direction de l'Eau
et de la Préservation de la Ressource en eau



CAPTAGE D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE
« FORAGE FD3 »

COMMUNE DE COMBOVIN (26)

DOSSIER LOI SUR L'EAU

DOSSIER Réf/ D2223031-A

Version du 28 janvier 2025

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| TABLE DES MATIERES | 2 |
| LISTE DES FIGURES..... | 3 |
| LISTE DES TABLEAUX..... | 4 |
| 1. LE DEMANDEUR | 5 |
| 2. LE PROJET DE CAPTAGE D'EAU POTABLE FORAGE FD3 | 8 |
| 2.1. PRESENTATION DU CONTEXTE DANS LEQUEL S'INSCRIT LA DEMANDE..... | 8 |
| 2.2. SITUATION DU PROJET VIS-A-VIS DE LA NOMENCLATURE EAU | 9 |
| 2.3. COUPE TECHNIQUE DU FORAGE FD3..... | 10 |
| 2.4. COUPE GEOLOGIQUE DU FORAGE FD3 | 10 |
| 2.5. LOCALISATION DES VENUES D'EAU CAPTEES DANS LE FORAGE FD3 | 11 |
| 2.6. DETERMINATION DE LA PRODUCTIVITE DU FORAGE FD3 | 12 |
| 1.1.1 DEROULEMENT DES POMPAGES PAR PALIERS | 12 |
| 1.1.2 RESULTATS DES POMPAGES PAR PALIERS | 13 |
| 1.1.3 INTERPRETATION DES RESULTATS DES POMPAGES PAR PALIERS | 15 |
| 1.1.4 DEROULEMENT DU POMPAGE DE LONGUE DUREE SUR FR3 DU 16 AU 20/09/2021 | 16 |
| 1.1.5 RESULTATS DU POMPAGE DE LONGUE DUREE SUR FR3 DU 16 AU 20/09/2021 | 17 |
| 1.1.6 INTERPRETATION DES RESULTATS DU POMPAGE DE LONGUE DUREE SUR FR3 DU 16 AU 20/09/2021..... | 23 |
| 1.1.7 DEROULEMENT DU POMPAGE DE LONGUE DUREE SUR FD3 DU 24/10 AU 02/11/2022..... | 26 |
| 1.1.8 RESULTATS DU POMPAGE DE LONGUE DUREE SUR FD3 DU 24/10 AU 02/11/2022 | 26 |
| 2.6.1 Conclusion sur la productivité de l'ouvrage | 32 |
| 3. DOCUMENT D'INCIDENCE SUR L'EAU | 33 |
| 3.1. ETAT INITIAL | 33 |
| 3.1.1 Géographie..... | 33 |
| 3.1.2 Réseau hydrographique – Eaux superficielles | 34 |
| 3.1.3 Géologie | 36 |
| 3.1.4 Contexte hydrogéologique | 39 |
| 3.1.5 Relation entre la Véore et l'aquifère capté par le forage FD3..... | 44 |
| 3.1.6 Zones inondables..... | 45 |
| 3.1.7 Zones humides | 45 |
| 3.1.8 Milieu naturel - ZNIEFF..... | 46 |
| 3.1.9 Sites Natura 2000..... | 47 |
| 3.2. INCIDENCE DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT | 49 |
| 3.2.1 Incidence sur les eaux superficielles | 49 |
| 3.2.2 Incidence sur les eaux souterraines..... | 50 |
| 3.2.3 Incidence sur les zones humides..... | 50 |
| 3.2.4 Incidence sur le milieu naturel et les sites Natura 2000..... | 50 |
| 3.2.5 Incidence sur les zones inondables..... | 51 |
| 3.3. MESURES DE REDUCTION DES NUISANCES | 51 |
| 3.3.1 Mesures générales de réduction des nuisances | 51 |
| 3.3.2 Mesures de réduction des nuisances sur le risque inondation | 51 |
| 4. MOYENS DE SURVEILLANCE..... | 53 |
| 4.1. VOLET QUANTITATIF | 53 |
| 4.2. VOLET QUALITATIF | 53 |
| 4.2.1 Moyens d'alerte en cas de défaillance d'une installation ou d'une pollution | 53 |
| 4.2.2 Modalité d'alerte de l'ARS en cas de pollution..... | 54 |
| 4.2.3 Modalité de surveillance | 54 |
| 4.2.4 Mesures de prévention..... | 54 |
| 4.3. ENTRETIEN DES OUVRAGES | 55 |

| | |
|---|-----------|
| 5. COMPATIBILITE AVEC LE SDAGE, SAGE ET PGRE | 56 |
| 5.1. SDAGE RHONE MEDITERRANEE | 56 |
| 5.2. S.A.G.E. BAS DAUPHINE – PLAINE DE VALENCE | 57 |
| 5.3. LA ZRE VEORE BARBEROLLE ET LE PGRE..... | 58 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| FIGURE 1 : LOCALISATION DU PROJET DE FORAGE FD3 SUR FOND DE CARTE IGN (SOURCE GEOPORTAIL)..... | 6 |
| FIGURE 2 : LOCALISATION DU FORAGE FD3 SUR FOND CADASTRAL (SOURCE CABINET DAVID) | 7 |
| FIGURE 3 : COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE FD3 AVEC POSITIONNEMENT DES ARRIVEES D'EAU (IDEES EAUX, 2022) | 12 |
| FIGURE 4 : EQUATION CARACTERISTIQUE DES ESSAIS DU 18/11/2022 SUR LE FORAGE FD3 (IDEES EAUX, 2022) | 15 |
| FIGURE 5 : COURBE CARACTERISTIQUE DU FORAGE FD3 – ESSAIS DU 18/11/2022 (IDEES EAUX, 2022)..... | 16 |
| FIGURE 6 : COURBE DU NIVEAU D'EAU EN FONCTION DU TEMPS (ECHELLE LOGARITHMIQUE) EN PHASE DE DESCENTE - FORAGE FR3 (IDEES EAUX, 2021) | 18 |
| FIGURE 7 : NIVEAU D'EAU DANS LE FORAGE FR3 AU COURS DE L'ESSAI DE POMPAGE DE LONGUE DUREE ET DE LA REMONTEE (IDEES EAUX, 2021) | 19 |
| FIGURE 8 : EVOLUTION DU NIVEAU D'EAU EN FONCTION DU TEMPS (ECHELLE LOGARITHMIQUE) EN PHASE DE DESCENTE SUR LES FORAGES FR3 ET ROUCHIER OU F1 (IDEES EAUX, 2021)..... | 20 |
| FIGURE 9 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LE FORAGE ROUCHIER OU F1 ET DANS LE FORAGE FR3 AU COURS DE L'ESSAI DE POMPAGE DE LONGUE DUREE SUR FR3 PUIS DE LA REMONTEE (IDEES EAUX, 2021) | 21 |
| FIGURE 10 : EVOLUTION DU NIVEAU D'EAU EN FONCTION DU TEMPS (ECHELLE LOGARITHMIQUE) EN PHASE DE DESCENTE SUR LE FORAGE FR1 (IDEES EAUX, 2021) | 22 |
| FIGURE 11 : EVOLUTION DU NIVEAU D'EAU DANS LE FORAGE FR1 AU COURS DE L'ESSAI DE POMPAGE DE LONGUE DUREE ET DE LA REMONTEE | 23 |
| FIGURE 12 : RABATTEMENT CORRIGE EN FONCTION DU TEMPS (ECHELLE LOGARITHMIQUE) – FORAGE ROUCHIER OU F1 (IDEES EAUX, 2021) | 25 |
| FIGURE 13 : RAYON D'ACTION DU POMPAGE PAR LA METHODE GRAPHIQUE (IDEES EAUX, 2021) | 26 |
| FIGURE 14 : SUIVI DE LA TURBIDITE AU COURS DU POMPAGE MIS EN ŒUVRE DU 24 OCTOBRE AU 2 NOVEMBRE 2022 SUR LE FORAGE FD3 (IDEES EAUX, 2022) | 27 |
| FIGURE 15 : AUGMENTATION DE LA TURBIDITE LORS DE L'EPISODE PLUVIEUX (IDEES EAUX, 2022) | 28 |
| FIGURE 16 : EFFET DES PRECIPITATIONS SUR LA CONDUCTIVITE DE L'EAU DU FORAGE FD3 (IDEES EAUX, 2022) | 28 |
| FIGURE 17 : EFFET DES PRECIPITATIONS SUR LA TEMPERATURE DE L'EAU DU FORAGE FD3 (IDEES EAUX, 2022) | 29 |
| FIGURE 18 : EVOLUTION DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE AU COURS DU POMPAGE DU 24 OCTOBRE AU 2 NOVEMBRE 2022 SUR LE FORAGE FD3 (IDEES EAUX, 2022) | 30 |
| FIGURE 19 : ZOOM SUR L'EVOLUTION DU NIVEAU DYNAMIQUE SUR LE FORAGE FD3 AU COURS DE L'EPISODE PLUVIEUX DU 31 OCTOBRE AU 1ER NOVEMBRE 2022 (IDEES EAUX, 2022) | 31 |
| FIGURE 20 : EXTRAPOLATION DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE SUR LE FORAGE FD3 (IDEES EAUX, 2022)..... | 32 |
| FIGURE 21 : LOCALISATION CADASTRALE DU FORAGE FD3 ET OUVRAGES « ANNEXES » SUR FOND CADASTRAL (SOURCE CABINET DAVID) | 33 |
| FIGURE 22 : VUE DU FORAGE FD3 ET DE LA PISTE D'ACCES JUSQU'A LA RD 262 | 34 |
| FIGURE 23 : VUE DE LA VEORE ET SA RIPISYLVE AUX ABORDS DU FORAGE | 35 |
| FIGURE 24 : DEBIT MOYEN MENSUEL ET DEBITS CARACTERISTIQUES DE LA VEORE A CHABEUIL (STATION V403 4010 01) | 35 |
| FIGURE 25 : CARTE GEOLOGIQUE DU SECTEUR DE LA CLUE DE COMBOVIN | 37 |
| FIGURE 26 : COUPE GEOLOGIQUE DANS LA PARTIE SUD DE LA CLUE DE COMBOVIN..... | 37 |
| FIGURE 27 : COUPE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE (AU DROIT DE COMBOVIN A GAUCHE ET DE LA CLUE A DROITE) | 38 |
| FIGURE 28 : CARTE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE | 39 |
| FIGURE 29 : EXTENSION DU BASSIN D'ALIMENTATION DU FORAGE FD3 SUR FOND DE CARTE GEOLOGIQUE | 43 |
| FIGURE 30 : EXTENSION DU BASSIN D'ALIMENTATION DU FORAGE FD3 SUR FOND DE CARTE TOPOGRAPHIQUE..... | 44 |
| FIGURE 31 : DELIMITATION DE LA ZONE HUMIDE QUI S'ETEND LE LONG DE LA RIVIERE VEORE..... | 46 |
| FIGURE 32 : ZNIEFF A PROXIMITE DU CAPTAGE..... | 47 |
| FIGURE 33 : SITE NATURA 2000 JOUXTANT LE SITE DU FORAGE FD3..... | 48 |
| FIGURE 34 : SCHEMA ILLUSTRANT L'AMENAGEMENT DE L'OUVRAGE DE CAPTAGE DU FORAGE FD3 | 52 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| TABLEAU 1 : REFERENCES DU FORAGE FD3 | 7 |
| TABLEAU 2 : REGIME D’EXPLOITATION SOLLICITE | 9 |
| TABLEAU 3 : NOMENCLATURE LOI SUR L’EAU – ARTICLE R214.1 DU CODE DE L’ENVIRONNEMENT CONCERNE PAR LE CAPTAGE FORAGE FD3 | 10 |
| TABLEAU 4 : RESULTATS DES POMPAGES PAR PALIERS SUR LE FORAGE FD3 (IDEES EAUX, 2022) | 13 |
| TABLEAU 5 : EVOLUTION DU NIVEAU DYNAMIQUE PENDANT LES ESSAIS (IDEES EAUX, 2022) | 14 |
| TABLEAU 6 : RESULTATS DES ANALYSES DE LA TURBIDITE DURANT LES POMPAGES PAR PALIERS SUR LE FORAGE FD3 (IDEES EAUX, 2022) | 14 |
| TABLEAU 7 : RESULTATS DU POMPAGE DE LONGUE DUREE REALISE DU 16 AU 20 SEPTEMBRE 2021 SUR LE FORAGE FR3 (IDEES EAUX, 2021) | 17 |
| TABLEAU 8 : DEBIT MOYEN ANNUEL DE LA VEORE A COMBOVIN..... | 42 |
| TABLEAU 9 : PLUIE EFFICACE PARTICIPANT A LA RECHARGE DE LA NAPPE | 42 |

1. LE DEMANDEUR

Le demandeur est le Syndicat Intercommunal des Eaux de la Plaine de Valence (SIEPV), maître d'ouvrage délégué, par convention de délégation de compétence du service public de l'eau sur son territoire,



**505 rue des Petits Eynards
26 520 SAINT MARCEL LES VALENCE**
N° SIRET : 252 600 853 00011
Personne morale : Pascal OBOUSSIER
(Président du SIEPV)
Téléphone : 04.75.58.39.91
siepv@wanadoo.fr

agissant au nom, et pour le compte de la communauté d'agglomération, Valence Romans Agglo (VRA), maître d'ouvrage.



**1, place Jacques Brel
26 000 VALENCE**
N° SIRET CA: 200 068 781 00166
N° SIRET REGIE D'EAU POTABLE: 200 068 781 00174
Personne morale : Nicolas DARAGON
(Président du conseil communautaire)
Téléphone : 04.75.81.30.30
accueil@valenceromansagglo.fr

LOCALISATION DU PROJET

Le projet de forage d'eau potable FD3 s'implante sur la commune de COMBOVIN (26 120), en limite nord du territoire communal, sur la parcelle n° 804 de la section AO.

L'ouvrage se trouve sur une parcelle agricole plane, en rive droite de la rivière Véore ; laquelle s'écoule une vingtaine de mètres à l'ouest. L'accès au projet se fait depuis la route RD 262 qui relie Combovin à Châteaudouble, à l'est du projet.

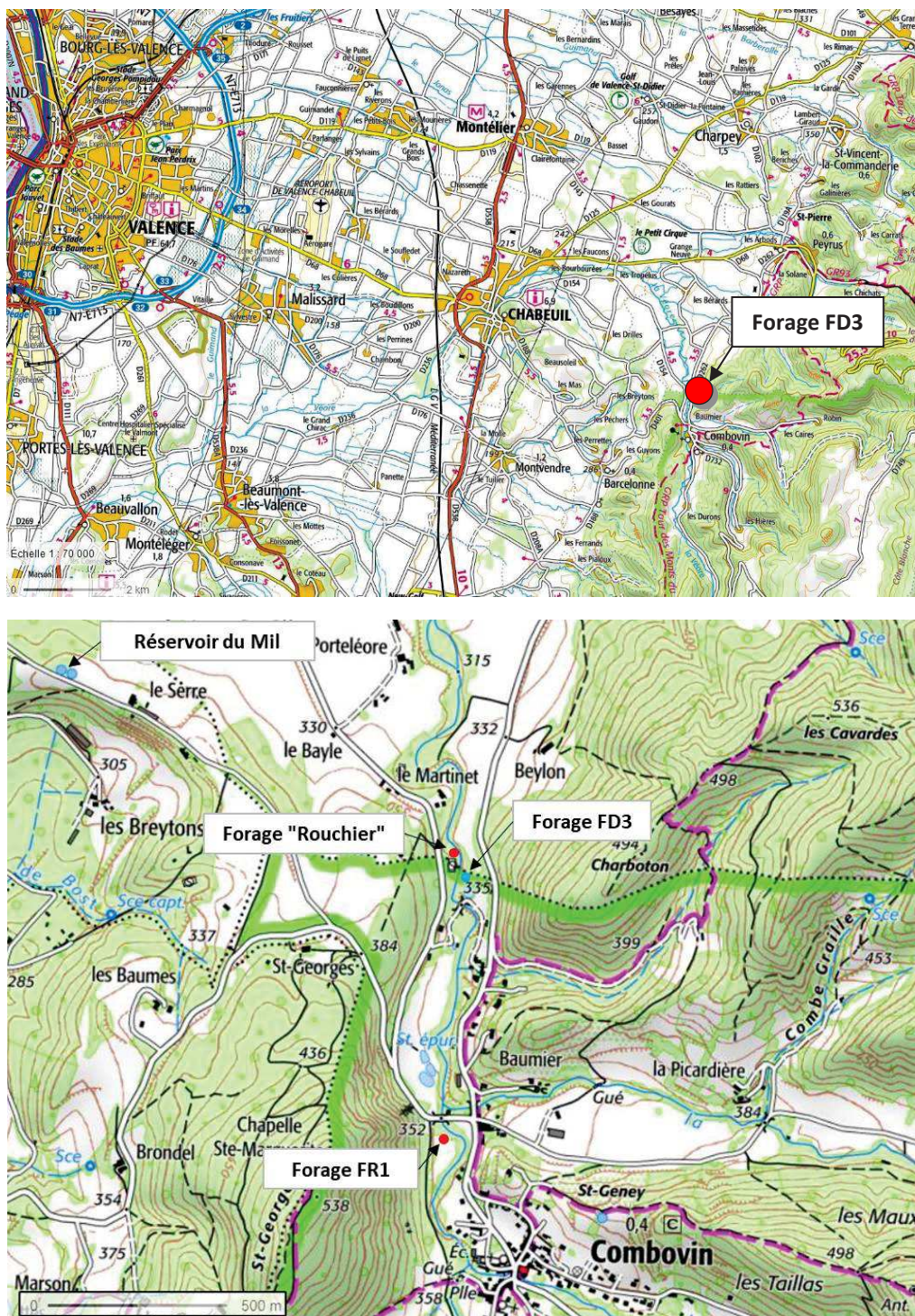


Figure 1 : Localisation du projet de forage FD3 sur fond de carte IGN (source GéoPortail)

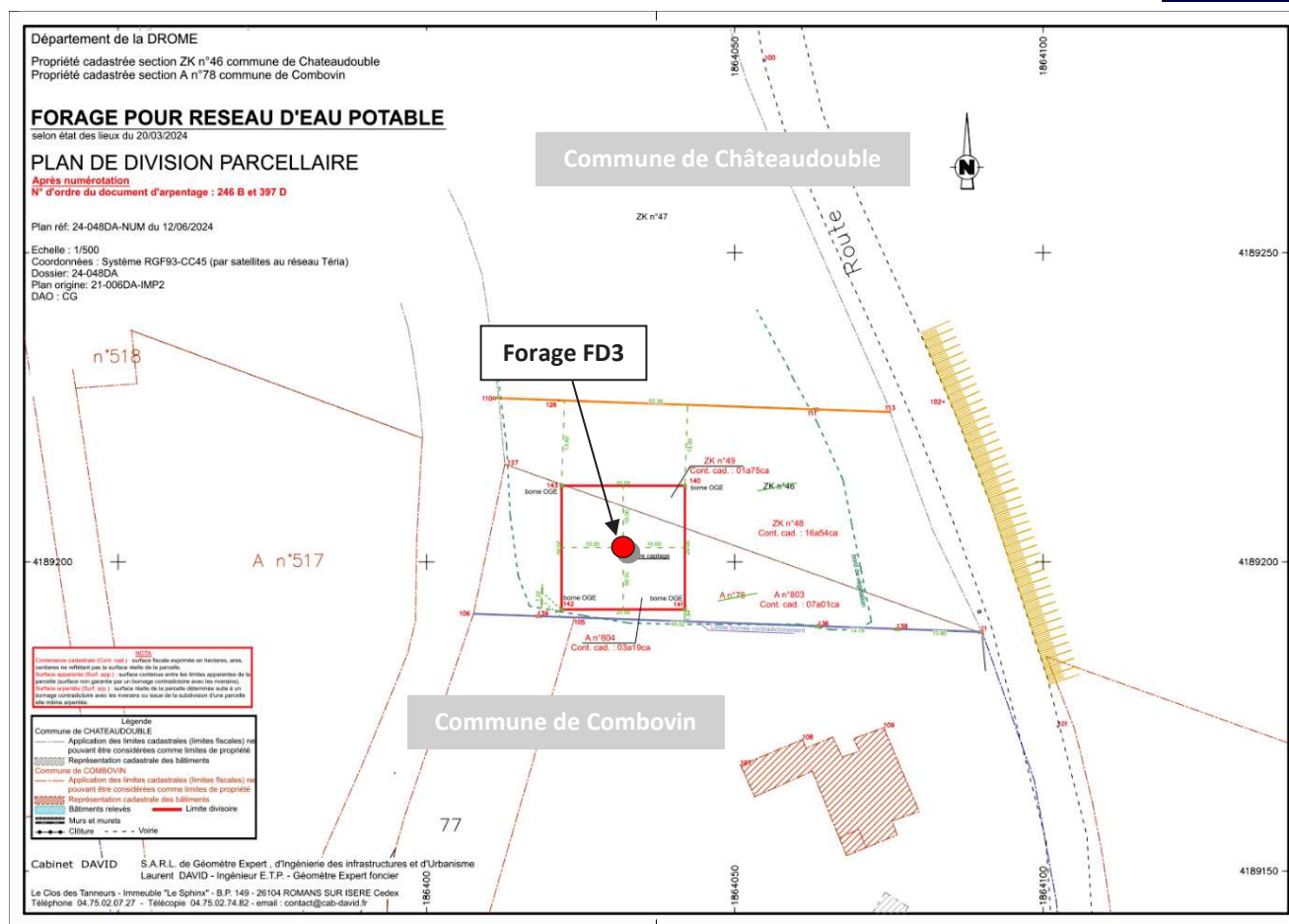


Figure 2 : Localisation du forage FD3 sur fond cadastral (source Cabinet DAVID)

Les coordonnées géographiques Lambert 93 du forage FD3 sont les suivantes :

| Références géographiques approximatives | | | |
|--|---------|-----------|-----------------------------|
| Système de référence | X (m) | Y (m) | Z margelle du puits (m NGF) |
| Lambert 93 | 863 950 | 6 422 679 | 334.50 |
| Références cadastrales | | | |
| Commune | Section | Parcelle | Lieu-dit |
| Combovin | A | 804 | Pré de Bellon |
| Indice de classement national (Code BSS) | | | BSS004KYA |

Tableau 1 : références du forage FD3

2. LE PROJET DE CAPTAGE D'EAU POTABLE FORAGE FD3

2.1. Présentation du contexte dans lequel s'inscrit la demande

Le syndicat Intercommunal des Eaux de la Plaine de Valence (SIEPV) gère le service public de l'eau potable, par convention de délégation de compétence, au nom et pour le compte de Valence Romans Agglo, sur huit communes de la plaine de Valence. Il exploite quatre captages lui permettant de subvenir à ses besoins : la source des Tufts sur la commune de Peyrus (source karstique), les forages de Saint-Didier-de-Charpey sur la commune de Charpey, les forages des Petits Eynards sur la commune de Saint-Marcel-les-Valence et le forage des Deveys sur la commune de Châteauneuf-sur-Isère. La source des Tufts constitue aujourd'hui la plus grosse ressource du syndicat (en volume prélevé annuellement).

Les forages de Saint-Didier sont exploités au maximum de leur capacité. Le forage des Deveys est classé captage prioritaire en raison de teneurs élevées en nitrates et certains pesticides.

Le captage des Tufts, doté d'un arrêté préfectoral de Déclaration d'Utilité Publique autorisant le prélèvement des eaux à hauteur de 120 m³/h et 2880 m³/jour, fournissait jusqu'en 2017, 50 % de l'eau distribuée aux abonnés du syndicat, soit environ 900 000 m³/an.

Depuis 2017, les épisodes de sécheresse se succédant, le débit de la source des Tufts a diminué et le captage ne fournit aujourd'hui qu'environ 720 000 m³/an.

Le trop-plein de la source des Tufts alimente la rivière Véore.

Dans le cadre de l'application du Plan de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE), il est demandé au SIEPV de réduire, voire de stopper, les prélèvements sur le captage des Tufts durant les mois les plus secs afin de soutenir le débit d'étiage et l'équilibre écologique de la rivière.

Parallèlement à la nécessité de réduire les prélèvements sur la source des Tufts, le SIEPV souhaite également sécuriser son approvisionnement en eau en diversifiant ses ressources pour palier, le cas échéant, à un déficit d'une de ses autres ressources (baisse de productivité et/ou problème de qualité) et anticiper la hausse des besoins attendue à l'échéance 2040.

C'est dans cette optique que le syndicat a commandé une étude de recherche de ressources en eau alternatives à la source des Tufts, en dehors de la zone de répartition des eaux (ZRE) de la Véore Barberolles où s'applique le PGRE. Cette étude a abouti à la réalisation de 2 forages de reconnaissance (FR1 et FR3) dans les calcaires de l'Urgonien, situés au droit de la cluse de la vallée de la Véore, au nord du village de Combovin.

Sur la base des bons résultats du forage FR3 (en qualité en quantité), Monsieur COLLIGNON, hydrogéologue agréé, a donné un avis favorable pour transformer le forage FR3 en ouvrage d'exploitation FD3.

Le SIEPV souhaite aujourd'hui mettre en exploitation le forage FD3 pour :

- Satisfaire à la nécessité de réduire les prélèvements sur les sources des Tufts,
- Disposer d'une ressource supplémentaire permettant de sécuriser l'alimentation du syndicat et anticiper la hausse des besoins à l'échéance 2040.

Le régime d'exploitation sollicité par le SIEPV pour le forage FD3 de Combovin est le suivant :

| Période | Période d'été (juin, juillet, août, septembre) | Période hors été (octobre à mai inclus) |
|-------------------------------|--|---|
| Débit horaire | 60 m ³ /h à raison de 20h/j | 80 m ³ /h à raison de 20h/j |
| Débit journalier (20h/j) | 1 200 m ³ /j | 1 600 m ³ /j |
| Volume prélevé sur la période | 146 400 m ³ | 390 400 m ³ |
| Volume prélevé annuellement | 540 000 m ³ | |

Tableau 2 : Régime d'exploitation sollicité

2.2. Situation du projet vis-à-vis de la nomenclature Eau

Le forage de reconnaissance FR3 (puis transformé en forage définitif FD3) a fait l'objet en 2021 d'une déclaration au titre de la rubrique 1.1.1.0 ayant donné lieu à un récépissé de déclaration le 21/05/2021, enregistré sous le n° 26-2021-00099. (*Récépissé de déclaration joint en annexe 1*)

Le volume de prélèvement envisagé aujourd'hui sur le forage FD3 est de 540 000 m³/an : cet ouvrage est donc soumis à une demande d'autorisation au titre de la rubrique 1.1.2.0 (prélèvement). ; demande d'autorisation qui fait l'objet du présent dossier.

Pour rappel, les régimes d'autorisation ou de déclaration sont définis dans le livre II : Milieux physiques - Eaux et milieux aquatiques – Chapitre IV Activités, installations et usage – Régimes d'autorisation ou de déclaration (articles L.241-1 à L.214-11). La nomenclature de ces installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA) soumis à déclaration ou à autorisation est présentée dans l'article L.214-1. Les rubriques principalement concernées par la production d'eau potable à partir d'eau souterraine, sont :

| Rubrique | Cas du projet | Régime |
|---|---|--------------|
| 1.1.1.0. Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (D). | Forage en vue d'un prélèvement pour l'AEP | Déclaration |
| 1.1.2.0. Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total étant : 1° Supérieur ou égal à 200 000 m ³ /an (A) ; 2° Supérieur à 10 000 m ³ /an mais inférieur à 200 000 m ³ /an (D). | 540 000 m ³ /an | Autorisation |

Tableau 3 : Nomenclature Loi sur l'Eau – Article R214.1 du Code de l'Environnement concerné par le captage forage FD3

2.3. Coupe technique du forage FD3

Le forage FD3 est profond de 82.00 m/terrain naturel. Sa coupe technique est la suivante :

- **Isolement des terrains de surface de 0 à -10 m** : avant-trou réalisé au marteau fond de trou avec tubage à l'avancement (diamètre 406 mm), alésé dans un diamètre de 432 mm.
- Tubage en acier Ø 323/4 mm avec cimentation gravitaire (600 litres de coulis de densité 1.8).
- **Chambre de pompage de +0.8 à -41.20 m** : alésage du forage en diamètre 304 mm de 10 à 36 m puis à l'ODEX avec tubage à l'avancement provisoire de diamètre 273 mm de 36 à 42 m.
- Tubage INOX 304 L, Ø 219/4 mm avec cimentation annulaire gravitaire en 6 passes sur bouchon d'argile de -36 à -42 m ;
- **Chambre de captage de -41.20 m à -82.00 m** : forage laissé en trou nu, Ø 220 mm, dans les calcaires fracturés.



Le forage d'exploitation FD3 a été créé entre le 14 juin et le 1^{er} juillet 2022. Il correspond à la transformation du forage de reconnaissance FR3 réalisé en septembre 2021 par l'entreprise FORASUD.

L'inspection caméra réalisée par idées Eaux postérieurement à la transformation du forage de reconnaissance en forage définitif a montré que le tubage INOX de la chambre de pompage est en bon état et les soudures observées entières et sans défaut.

Le contrôle de cimentation réalisé le 05 août 2022 (IDEES EAUX, 2022) montre que la cimentation est de bonne qualité entre -12.20 et -36.50 m, mais de mauvaise qualité et ne joue pas son rôle d'étanchéité entre -36.50 et -42 m. L'épaisseur des terrains où la cimentation est de bonne qualité (-36.50 m/TN) est toutefois suffisamment importante pour garantir une protection efficace contre les infiltrations d'eaux superficielles.

Le contrôle de l'inclinaison du forage jusqu'à -42 m de profondeur montre que l'ouvrage respecte le degré sexagésimal sur la hauteur de la chambre de pompage.

2.4. Coupe géologique du forage FD3

Le forage d'exploitation FD3 réalisé en septembre 2021 par l'entreprise FORASUD a révélé la coupe géologique interprétée suivante :

Eboulis :

- De 0 à 5 m : argiles plastiques, couleur beige clair → pas de venue d'eau ;
- De 5 à 10 m : graves calcaires de forme anguleuse (20%), couleur blanche, au sein d'une matrice limono-argileuse beige (80%) → pas de venue d'eau ;

Calcaires du Barrémien supérieur à faciès Urgonien :

- De 10 à 38 m : conglomérats constitués de graves anguleuses calcaires claires (50%) au sein d'une matrice argileuse indurée (50%) ;
- De 38 à 41 m : zone de calcaires beiges plus sains, peu fracturés ;
- De 41 à 74 m : calcaires beiges très fracturés ;

Calcaires du Barrémien inférieur :

- De 74 à 82 m : calcaires gris, moins fracturés.

2.5. Localisation des venues d'eau captées dans le forage FD3

Lors du forage de reconnaissance FR3, le débit air-lift a été régulièrement mesuré jusqu'à atteindre 90 m³/h. Les augmentations du débit ont été localisées au droit ou après le passage de fractures et indices de karstification aux cotes suivantes :

- 25 m³/h à 25 m de profondeur ;
- 35 m³/h à 35 m de profondeur ;
- 45 m³/h à 50 m de profondeur ;
- 90 m³/h à 70 m de profondeur ;
- 90 m³/h à 82 m de profondeur.

Ces premières estimations montraient que les principales arrivées d'eau étaient situées entre 50 et 70 m de profondeur.

Après transformation du forage de reconnaissance FR3 en forage définitif FD3, la diagraphie micro-moulinet réalisée le 2 décembre 2022 au débit de 60 m³/h a permis de localiser et quantifier les arrivées d'eau dans la partie laissée en trou nu (chambre de captage) comme suit :

- Entre 42 et 45.50 m (45 % du débit pompé) ;
- Entre 48 et 49 m (21% du débit pompé) ;
- Entre 52.50 et 54.50 m (10% du débit pompé) ;
- Entre 58 et 59 m (22% du débit pompé) ;
- Entre 61.50 et 62 m (2% du débit pompé).

A la sortie du tubage plein, à 42 m, de grosses turbulences perturbe la mesure. 45% du débit total pompé provient de la zone fracturée entre 42 et 45.5 m de profondeur mais une partie du débit de cette zone semble sortir à la base du tubage et provenir des premiers mètres mal cimentés situé entre 36 et 42 m.

La double cimentation présente entre 0 et 10 m puis la cimentation complémentaire jusqu'à -36 m assurent néanmoins un bon isolement contre les infiltrations d'eau superficielles.

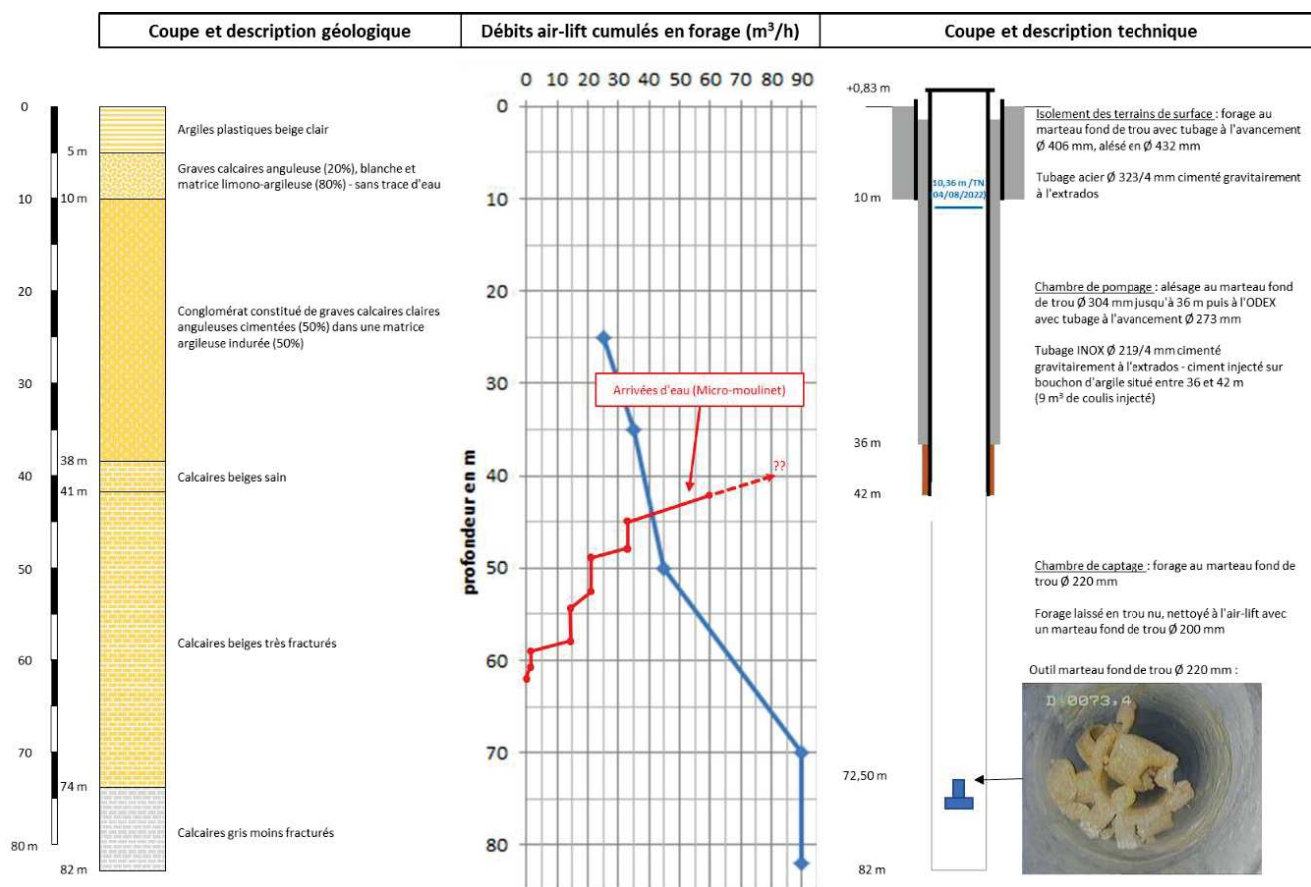


Figure 3 : Coupe géologique et technique du forage FD3 avec positionnement des arrivées d'eau (IDEES EAUX, 2022)

2.6. Détermination de la productivité du forage FD3

1.1.1 Déroulement des pompages par paliers

Le forage FD3 a fait l'objet de pompages par paliers réalisés le 18 novembre 2022 aux débits moyens de 32.50, 49.60, 66.80 et 83.60 m³/h avec des périodes de pompage de 1h30 et des périodes de remontée de 1h30.

Toutes les mesures de niveaux au forage ont été prises à +0.20 m au-dessus de la bride elle-même située à +0.83 m au-dessus du terrain naturel, soit une référence des mesures située à +1.03 m/TN.

Le niveau statique au démarrage des essais s'établissait à -11.45 m/référence, soit -10.42 m/TN.

Pendant les essais, la crépine d'aspiration de la pompe était placée au-dessus de la partie en trou nu à -37.30 m/TN.

1.1.2 Résultats des pompages par paliers

Les données brutes sont reportées sur le Tableau 8 et sur le Tableau 5 : . Les débits notés sont les moyennes des débits enregistrés pendant le palier.

Le régime permanent n'est jamais atteint. Les courbes de remontée montrent que le niveau ne retrouve pas complètement sa valeur initiale après 1h30 de pompage pour les 4 paliers.

| Forage FD3 - Combovin - essais du 18/11/2022 | | | | | |
|--|-------------------|----------------------------|--|---------------------|--|
| Paliers | Débit moyen | Niveau dynamique/référence | Rabatte- ment réel - FD3 18/11/22 | Débit spécifique | Rabatement spécifique FD3 18/11/22 |
| | Q | ND | s | Q/s | s/Q |
| | m ³ /h | mètre | mètre | m ³ /h/m | m/m ³ /h |
| | 0,00 | 11,45 | 0,00 | | |
| Palier n°1 | 32,50 | 15,43 | 3,98 | 8,17 | 0,122 |
| | | 11,65 | | | |
| Palier n°2 | 49,60 | 18,19 | 6,54 | 7,58 | 0,132 |
| | | 11,76 | | | |
| Palier n°3 | 66,80 | 21,75 | 9,99 | 6,69 | 0,150 |
| | | 11,92 | | | |
| Palier n°4 | 83,60 | 25,80 | 13,88 | 6,02 | 0,166 |
| | | 12,12 | | | |

Tableau 4 : résultats des pompages par paliers sur le forage FD3 (IDEES EAUX, 2022)

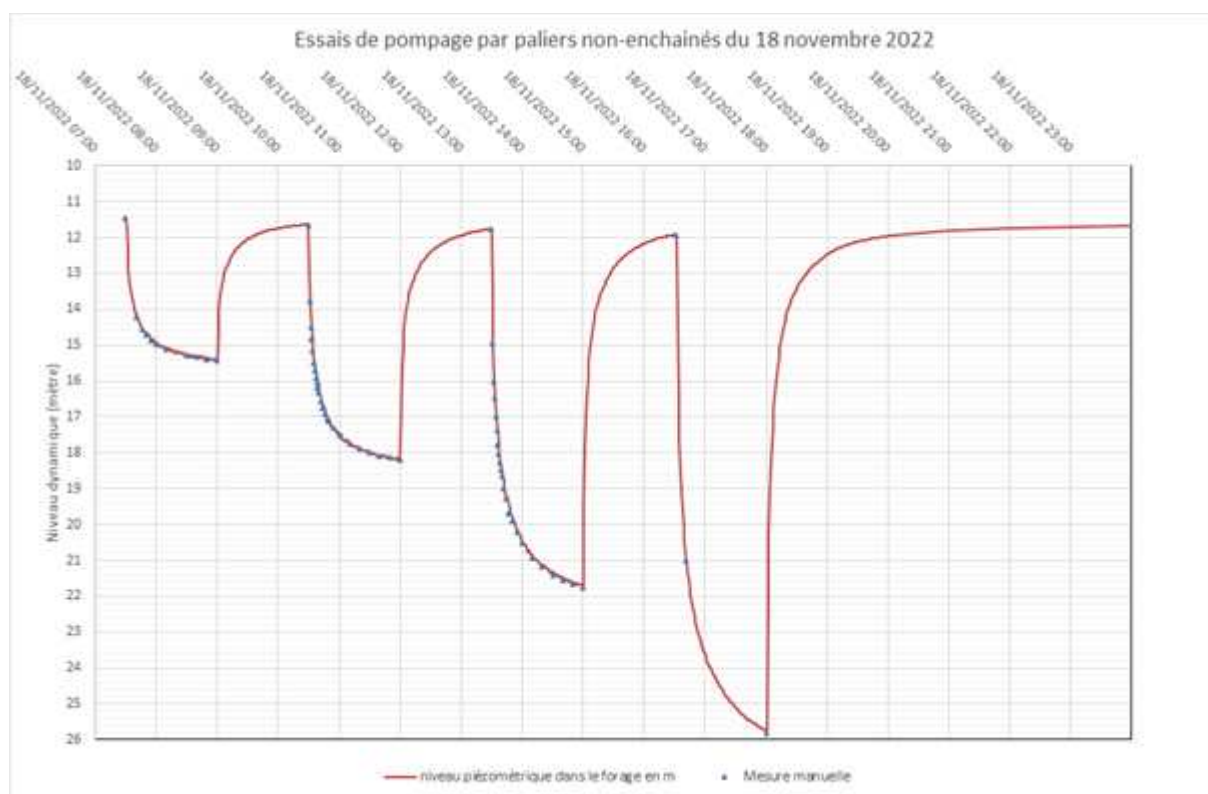


Tableau 5 : évolution du niveau dynamique pendant les essais (IDEES EAUX, 2022)

Les données de turbidité (prélèvements ponctuels à 5 minutes et 1h25 après le démarrage du palier) mesurées par le laboratoire sont reportées dans le tableau en page suivante.

La turbidité est très faible et inférieure ou égale à 2 NTU durant les trois premiers paliers. Elle tend à augmenter avec les débits. Au quatrième palier elle est légèrement supérieure à 2 NTU.

| Forage FD3 - Combovin - essais du 18/11/2022 | | | |
|--|-------------------|----------------------------|------|
| Paliers | Débit moyen | Turbidité | |
| | Q | Turbi | |
| | m ³ /h | NFU | |
| | 0,00 | | |
| Palier n°1 | 32,50 | Au démarrage (5 min après) | 0,26 |
| | | Au bout d'1h25 de pompage | 0,81 |
| Palier n°2 | 49,60 | Au démarrage (5 min après) | 0,93 |
| | | Au bout d'1h25 de pompage | 1,80 |
| Palier n°3 | 66,80 | Au démarrage (5 min après) | 1,60 |
| | | Au bout d'1h25 de pompage | 2,00 |
| Palier n°4 | 83,60 | Au démarrage (5 min après) | >2 |
| | | Au bout d'1h25 de pompage | >2 |

Tableau 6 : résultats des analyses de la turbidité durant les pompages par paliers sur le forage FD3 (IDEES EAUX, 2022)

1.1.3 Interprétation des résultats des pompages par paliers

Les essais ont été interprétés par la méthode de Rorabaugh (1953) qui prend en compte deux termes de perte de charge :

B : représente les pertes de charge dans l'aquifère (pertes linéaires) ;

C : représente les pertes de charge au passage colonne-trou et son liées au forage (pertes non linéaires).

L'équation de la perte de charge du forage s'écrit :

$$s = BQ + CQ^n$$

Q étant le débit et s le rabattement. Les essais ont été interprétés en prenant $n = 2$.

Le premier palier ne s'ajuste pas avec les trois suivants sur le graphique s/q en fonction de Q.

Il n'a donc pas été retenu pour tracer l'équation caractéristique du forage qui s'exprime par :

$$s = 8.21.10^{-2} \times Q + 1.10^{-3} \times Q^2$$

Cette courbe sert ainsi de référence (état zéro).

Après une longue phase de nettoyage et de développement (18-19 jours visant principalement à faire diminuer la turbidité de l'eau), les pompages par paliers montrent que le débit critique correspond au débit pour lequel les pertes de charges quadratiques sont égales aux pertes de charge linéaires, soit 82 m³/h.

La turbidité reste toutefois le facteur limitant de ce forage pour envisager un pompage au-delà de 60 m³/h sans traitement.

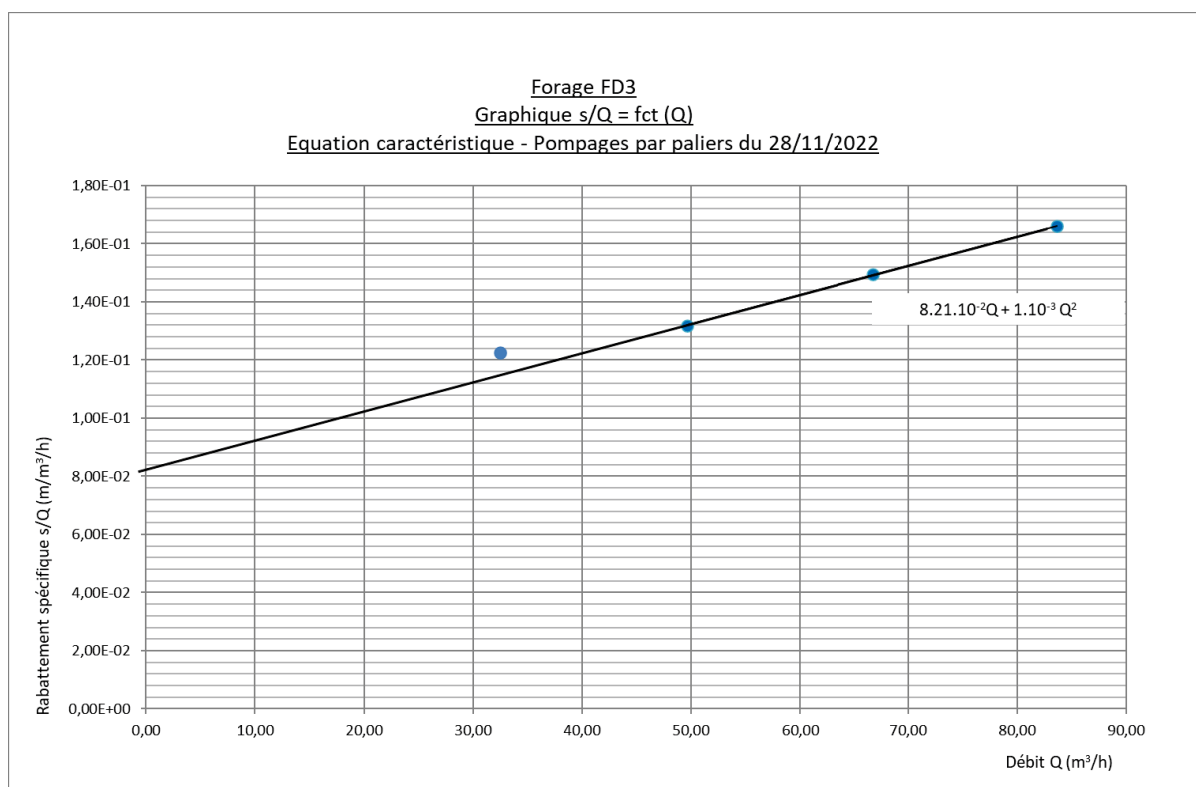


Figure 4 : équation caractéristique des essais du 18/11/2022 sur le forage FD3 (IDEES EAUX, 2022)

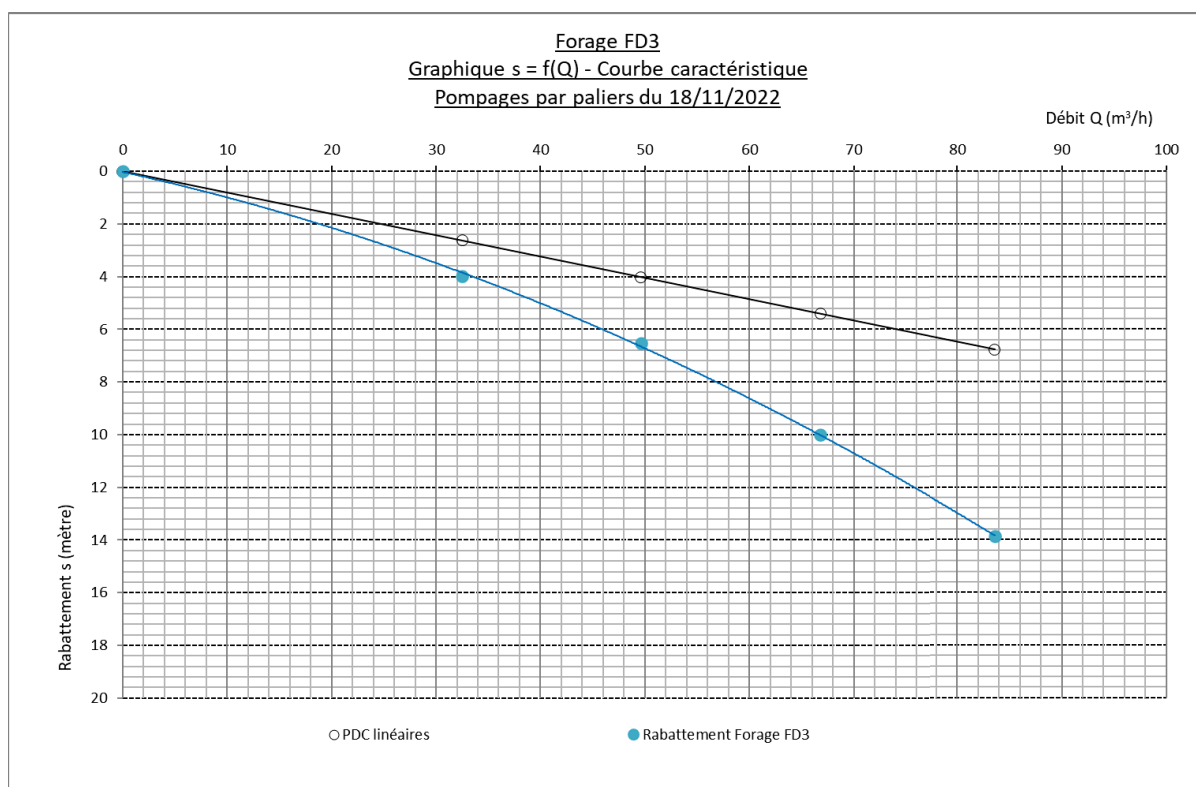


Figure 5 : courbe caractéristique du forage FD3 – Essais du 18/11/2022 (IDEES EAUX, 2022)

1.1.4 Déroulement du pompage de longue durée sur FR3 du 16 au 20/09/2021

Un premier essai de nappe a été réalisé sur le forage de reconnaissance FR3 entre le 16 et le 20 septembre 2021. A la date de cet essai, la chambre de pompage n'était pas réalisée, mais les éboulis étaient cimentés sur 10 m de profondeur ce qui constituait une bonne protection contre les infiltrations d'eaux superficielles. Un tubage acier provisoire de diamètre 160/168 mm descendu jusqu'à 44 m de profondeur protégeait la pompe immergée placée à 40 m de profondeur.

L'essai a débuté le 16 septembre à 11h10. Le débit s'est rapidement stabilisé au débit moyen de 50 m³/h. Un incident de pompage a eu lieu le 18 septembre à 14h59 : le coffret électrique de la pompe a disjoncté. L'alarme a été déclenchée immédiatement et l'intervention d'un opérateur a permis de relancer le pompage à 16h44 à un débit moyen de 50.8 m³/h.

Au total, le pompage a été réalisé sur un peu plus de 93 h jusqu'au 20 septembre 2021 à 8h27.

La remontée a également été suivie sur plusieurs jours.

Lors de cet essai, les rabattements ont été mesurés sur :

- Le forage FR3 ;
- Le forage Rouchier ou F1 situé à 55 m au nord-ouest du forage FR3 ;
- Le forage FR1 situé à 740 m au sud du forage FR3.

1.1.5 Résultats du pompage de longue durée sur FR3 du 16 au 20/09/2021

Les résultats du pompage mis en œuvre entre le 16 et le 20 septembre 2021 sur le forage FR3 sont présentés dans le Tableau ci-après.

| Forage FR3 - Combovin - Pompage LD du 16 au 20/09/2021 | | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------------|-------------|--------------------------------|----------------------|------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------|
| | | Durée de l'essai | Débit moyen | Niveau dynamique/référence FR3 | Rabattement réel FR3 | Débit spécifique | Niveau dynamique/référence F1 Tennis Rouchier | Rabattement réel F1 Tennis Rouchier | Niveau dynamique/référence FR1 |
| | | Temps | Q | ND | s | Q/s | ND | s | ND |
| | | heure min. | m³/h | mètre | mètre | m³/h/m | mètre | mètre | mètre |
| FR3 | Pompage continu | 0 | 0 | 10,43 | 0,00 | | 8,62 | 0,00 | 18,05 |
| | | 48 | | | | | | | 18,07 |
| | | 52 | 50 | 19,62 | 9,19 | 5,44 | 13,72 | 5,10 | |
| | | 93 | 50,80 | 19,98 | 9,55 | 5,32 | 13,97 | 5,35 | |
| | Remontée | 48 + 52 = 100 | | | | | | | 18,09 |
| | | 48+93 = 141 | | | | | | | 18,14 |
| | | Arrêt pompage + 1 h | 0,00 | 12,75 | 2,32 | | | | |
| | | Arrêt pompage + 24 h | 0,00 | 11,09 | 0,66 | | | | |
| | | Arrêt pompage + 31 h | 0,00 | 11,03 | 0,60 | | | | |

Tableau 7 : résultats du pompage de longue durée réalisé du 16 au 20 septembre 2021 sur le forage FR3 (IDEES EAUX, 2021)

Le rabattement obtenu sur le forage FR3 après 93 heures de pompage au débit de 50.8 m³/h est de 9.55 m, soit un débit spécifique de 5.32 m³/h/m.

La courbe d'évolution du niveau d'eau sur le forage FR3 en fonction du temps (échelle semi-logarithmique) montre :

- Une baisse rapide et régulière du niveau d'eau pendant les 200 premières minutes après le démarrage de l'essai, descente induite par les pertes de charges de l'ouvrage ;
- Puis une diminution plus faible et progressive du niveau d'eau jusqu'à l'incident survenu à environ 3100 minutes (52h) à un débit moyen de 50.0 m³/h, le rabattement atteint alors 9.19 m ;
- Puis une baisse légèrement plus forte du niveau d'eau après avoir relancé la pompe, dont le débit moyen s'est stabilisé à un débit légèrement supérieur à 50.0 m³/h (50.8 m³/h).

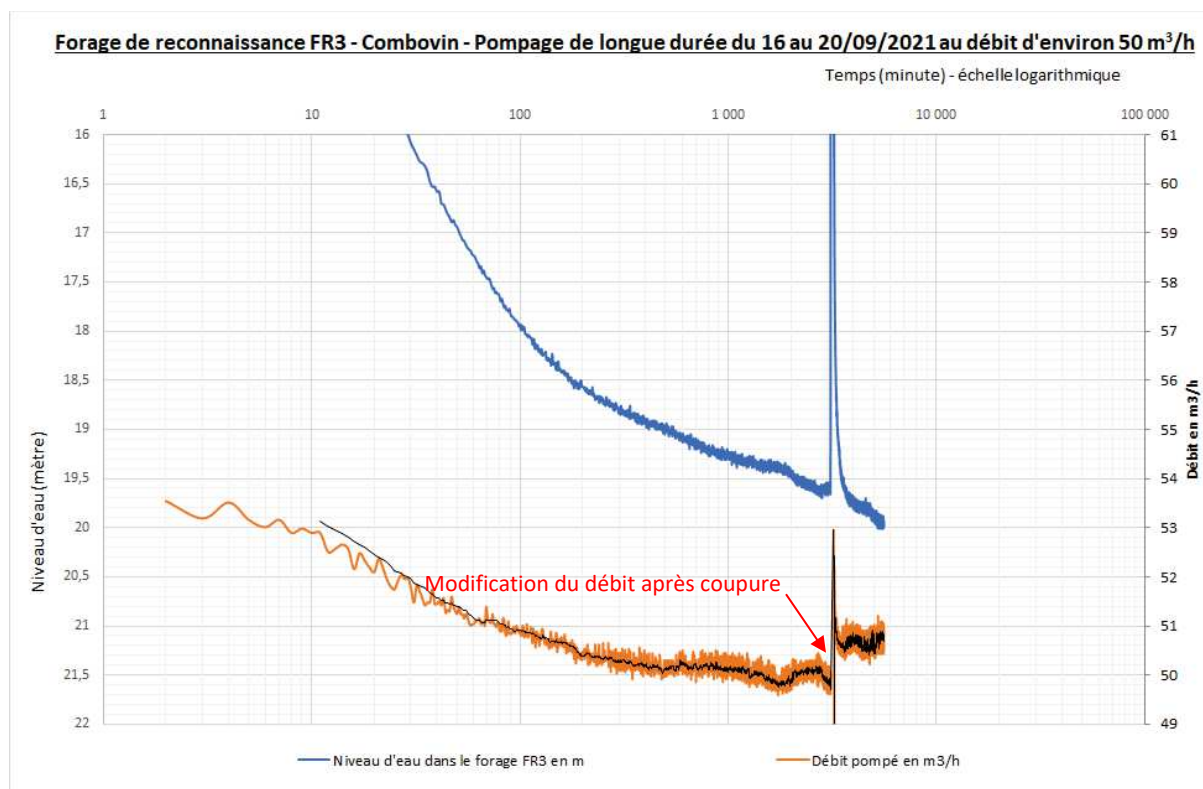


Figure 6 : courbe du niveau d'eau en fonction du temps (échelle logarithmique) en phase de descente - forage FR3 (IDEES EAUX, 2021)

Après arrêt du pompage, la remontée du niveau d'eau est assez rapide (80 % du rabattement en 1h26) mais le niveau initial n'est pas récupéré après 31h (94%).

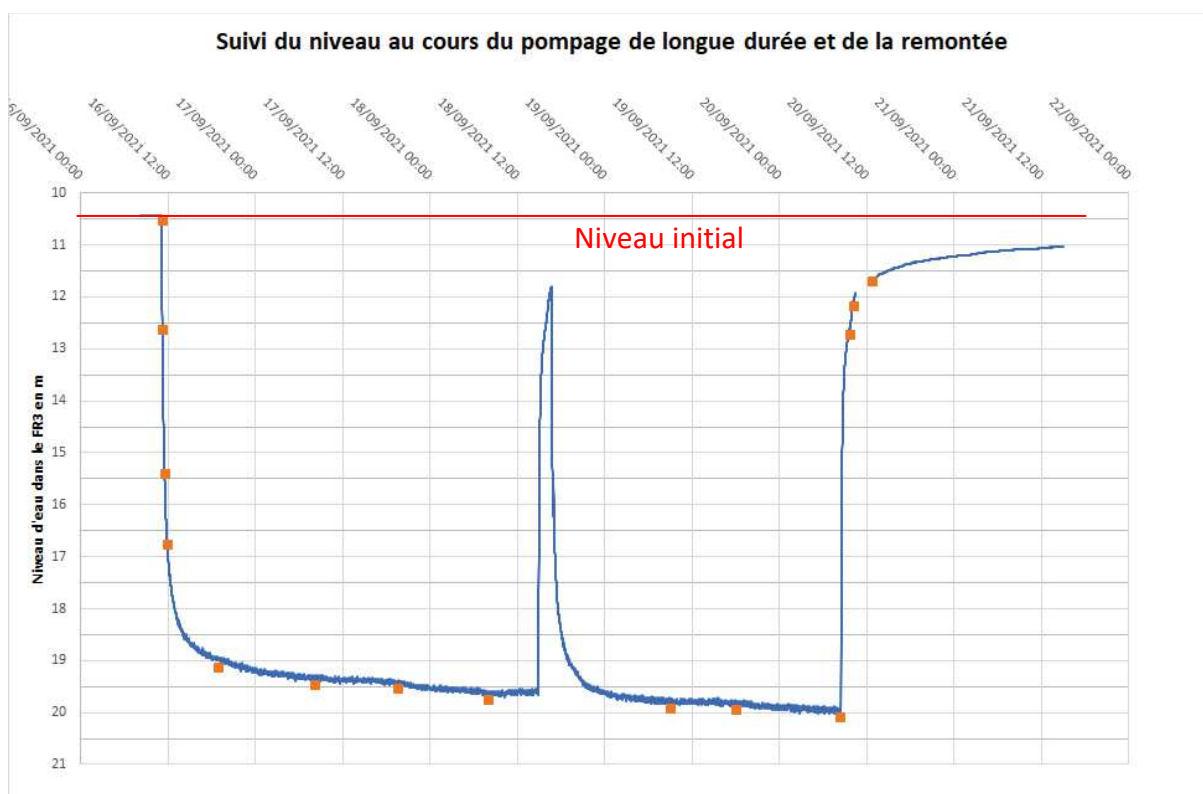


Figure 7 : niveau d'eau dans le forage FR3 au cours de l'essai de pompage de longue durée et de la remontée (IDEES EAUX, 2021)

La courbe d'évolution du niveau d'eau sur le forage Rouchier ou F1 en fonction du temps (échelle semi-logarithmique) montre :

- Une baisse immédiate du niveau d'eau après le démarrage de la pompe sur l'ouvrage FR3 ; le temps de réponse est extrêmement rapide, inférieur à 1 minute indiquant un comportement de nappe captive ;
- Une baisse rapide et régulière du niveau d'eau pendant les 200 premières minutes après le démarrage de l'essai, descente induite par celle observée sur le forage FR3 ;
- Puis une diminution plus faible et progressive du niveau d'eau jusqu'à l'incident survenu à environ 3100 minutes (52h), à un débit moyen de 50.0 m³/h avec un rabattement induit de 5.1 m ;
- Puis une diminution légèrement plus forte du niveau d'eau après avoir relancé la pompe, dont le débit moyen s'est stabilisé à un débit légèrement supérieur à 50.0 m³/h (50.8 m³/h).

Le forage Rouchier ou F1 situé sur la rive opposée au forage FR3 par rapport à la Véore réagit de manière similaire au forage FR3 indiquant qu'il capte le même aquifère et sans aucun doute le même système fissuré voire karstique.

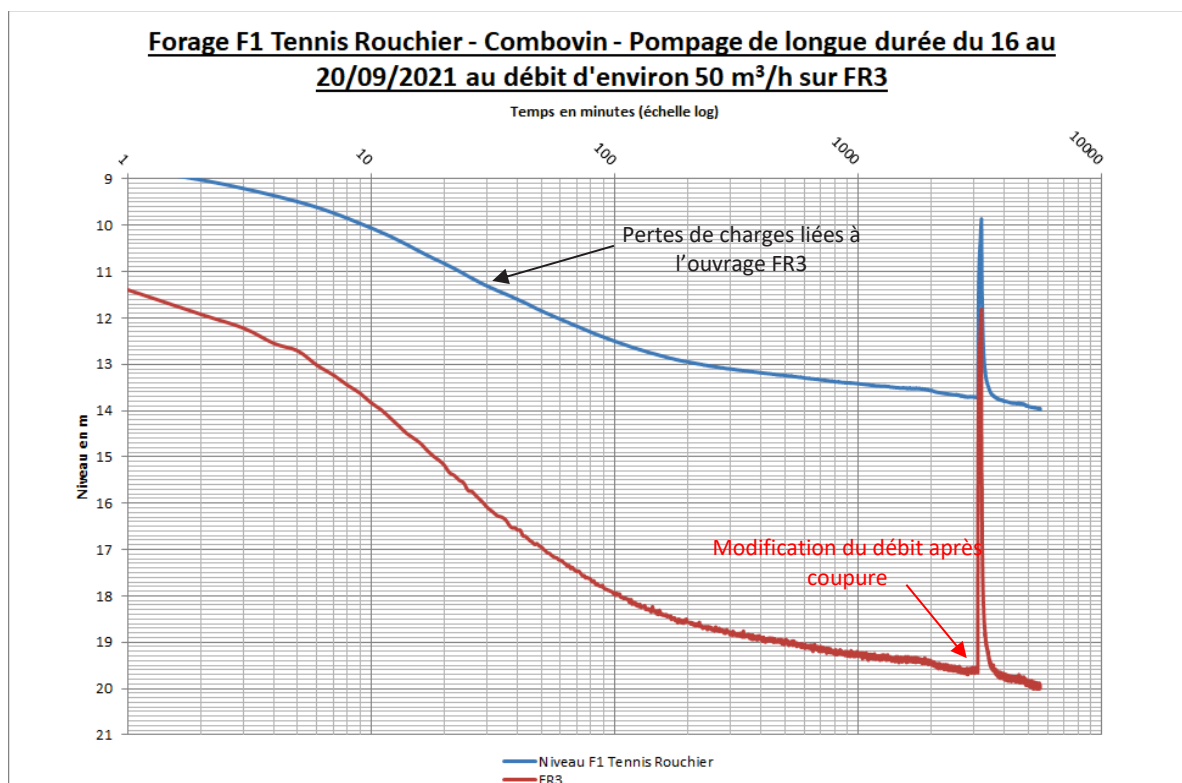


Figure 8 : évolution du niveau d'eau en fonction du temps (échelle logarithmique) en phase de descente sur les forages FR3 et Rouchier ou F1 (IDEES EAUX, 2021)

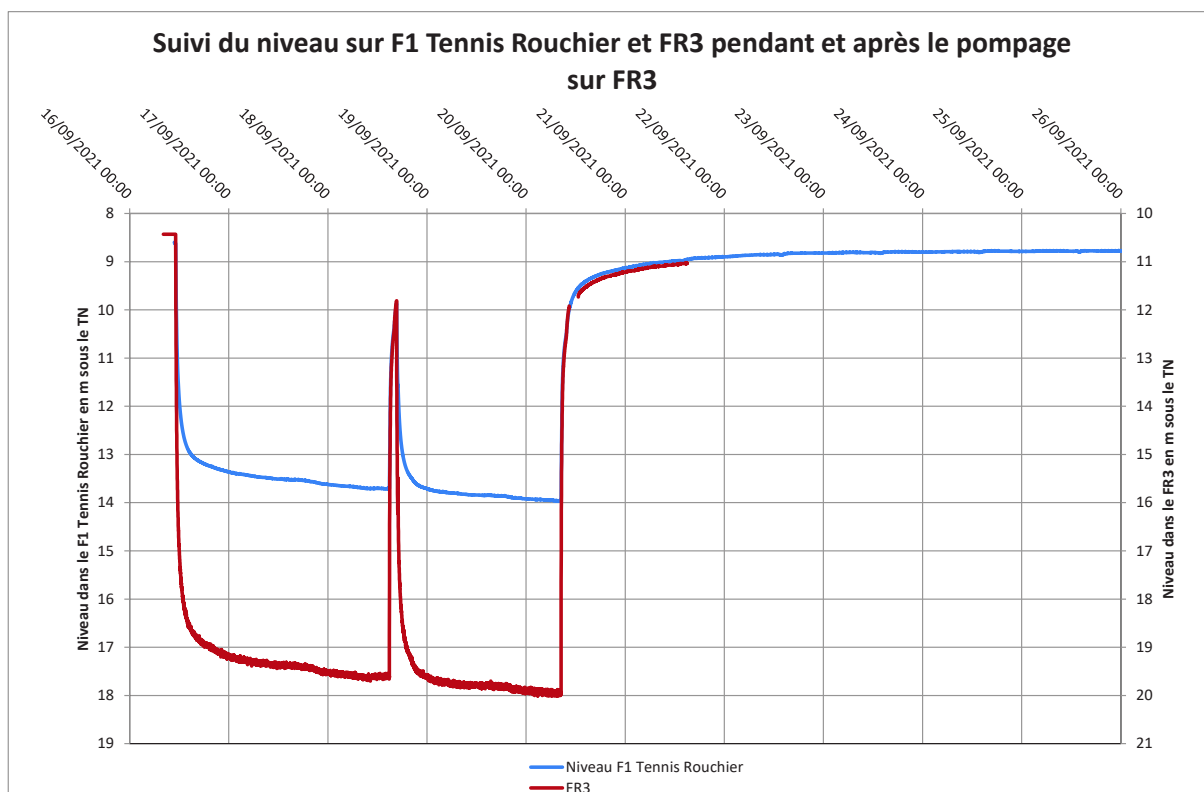


Figure 9 : évolution des niveaux d'eau dans le forage Rouchier ou F1 et dans le forage FR3 au cours de l'essai de pompage de longue durée sur FR3 puis de la remontée (IDEES EAUX, 2021)

La courbe d'évolution du niveau d'eau sur le forage de reconnaissance FR1 en fonction du temps (échelle semi-logarithmique) montre :

- Une réponse au pompage sur FR3 au bout de 48h (2880 min) ;
- Une diminution faible et progressive du niveau d'eau entre 2880 et 6000 minutes après le démarrage de l'essai ;
- Puis une baisse régulière du niveau d'eau jusqu'au 22 septembre au matin où le rabattement atteint 7cm, environ 93h après le début de la réponse, soit 141 h après le début du pompage (et 48h après son arrêt). Ce rabattement est en réalité plus faible (2 cm) car le forage FR1 est affecté d'un effet de marée terrestre.

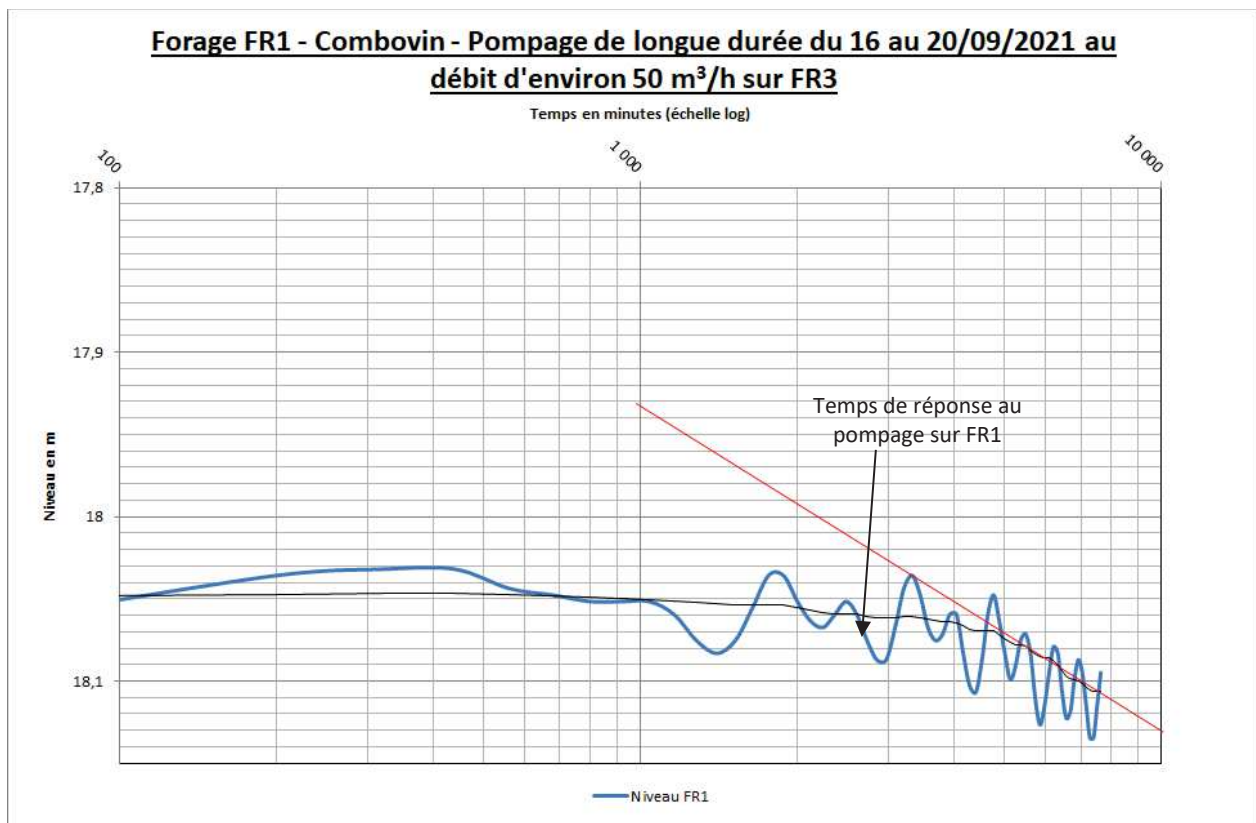


Figure 10 : évolution du niveau d'eau en fonction du temps (échelle logarithmique) en phase de descente sur le forage FR1 (IDEES EAUX, 2021)

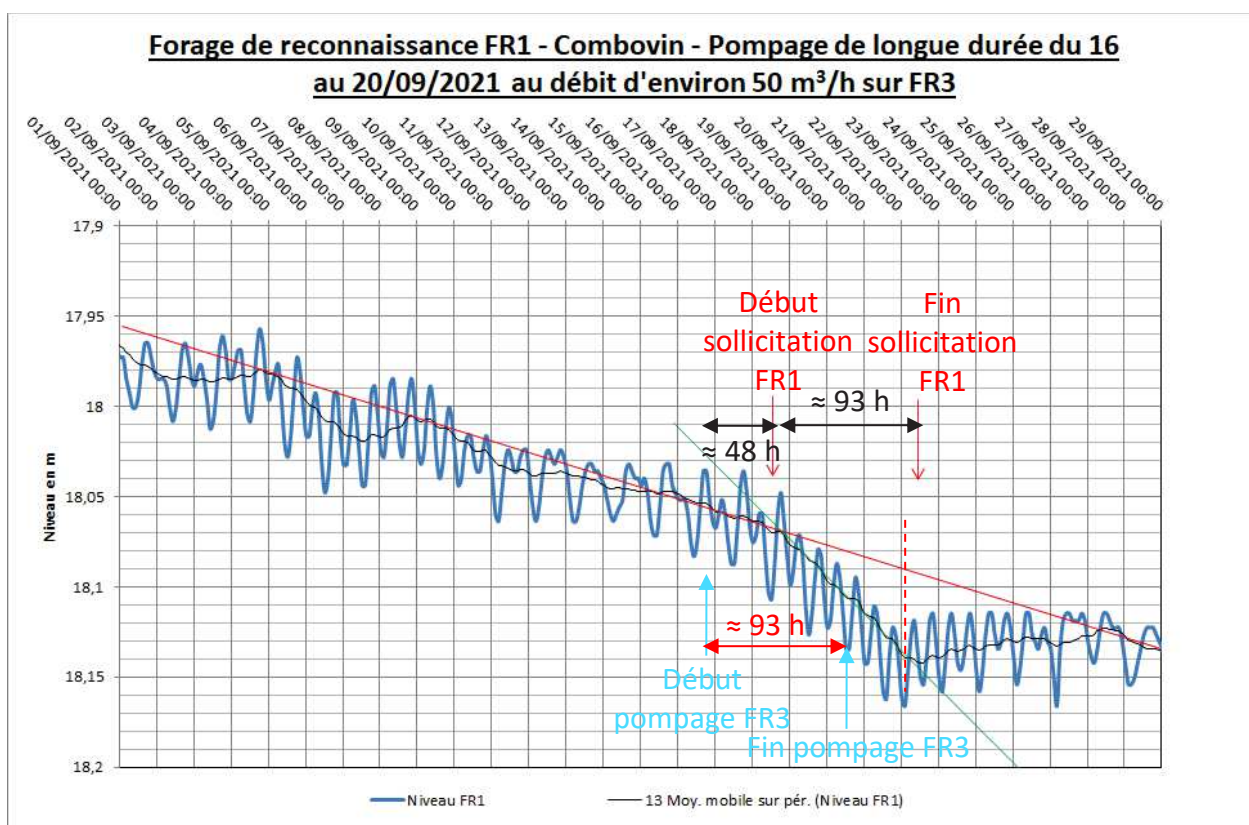


Figure 11 : évolution du niveau d'eau dans le forage FR1 au cours de l'essai de pompage de longue durée et de la remontée

1.1.6 Interprétation des résultats du pompage de longue durée sur FR3 du 16 au 20/09/2021

L'interprétation des résultats consiste, à partir de la géométrie et des limites du système aquifère étudié, à faire correspondre l'évolution du rabattement observé dans le forage FR3 à une approche pratique et simplificatrice de l'écoulement souterrain.

La notion de transmissivité implique un écoulement tridimensionnel dans un système aquifère monocouche, condition non rigoureusement réalisée dans l'aquifère calcaire fissuré et karstifié tel que celui capté par le forage FR3.

La formule de Jacob (établie en milieu poreux, en régime transitoire et en nappe captive) est applicable sur le présent aquifère, en nappe libre, sous certaines conditions :

- Le comportement de l'évolution du niveau de la nappe en pompage (sur les différents ouvrages : forage et piézomètres) est similaire à celui observé en milieu poreux permettant d'assimiler l'aquifère à un milieu poreux (fracturation importante et bonne connexion),
- Le rabattement observé est inférieur à 30 % de l'épaisseur de la nappe,
- Il convient d'appliquer une correction sur les rabattements mesurés.

La transmissivité et le coefficient d'emmagasinement de l'aquifère peuvent donc être calculés à partir de l'approximation de JACOB en régime transitoire, en corrigeant les rabattements et d'après les formules suivantes :

$$T = \frac{0.183 \times Q}{i} \quad \text{et} \quad Sc = \frac{2.25 T \times t_o}{r^2} \quad S = \frac{2.25 T \times t_o}{r^2}$$

Avec T = transmissivité de la nappe en m²/s

i = la pente de la droite du rabattement corrigé en fonction du temps (en log) numériquement égale à l'augmentation de s par cycle logarithmique.

t_o = temps correspondant à l'intersection de la droite du rabattement corrigé en fonction de log de t quand le rabattement est nul en secondes.

r² = la distance du piézomètre utilisé au forage, élevée au carré.

Rabattement corrigé : Sc = S – (S²/2xh) avec h = 64 m (épaisseur de la nappe de 11 à 75 m de profondeur).

Les calculs réalisés sur le forage Rouchier ou F1 (Figure 12 :) situé le plus près du forage FR3 donnent les résultats suivants :

$$T = 4.2.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s} \quad S = 0.02\% \quad K = 6.6 \times 10^{-5} \text{ m/s (pour une hauteur aquifère H = 64 m).}$$

La perméabilité calculée est sous-estimée en raison d'une hauteur aquifère plus faible et correspondant uniquement aux zones productives.

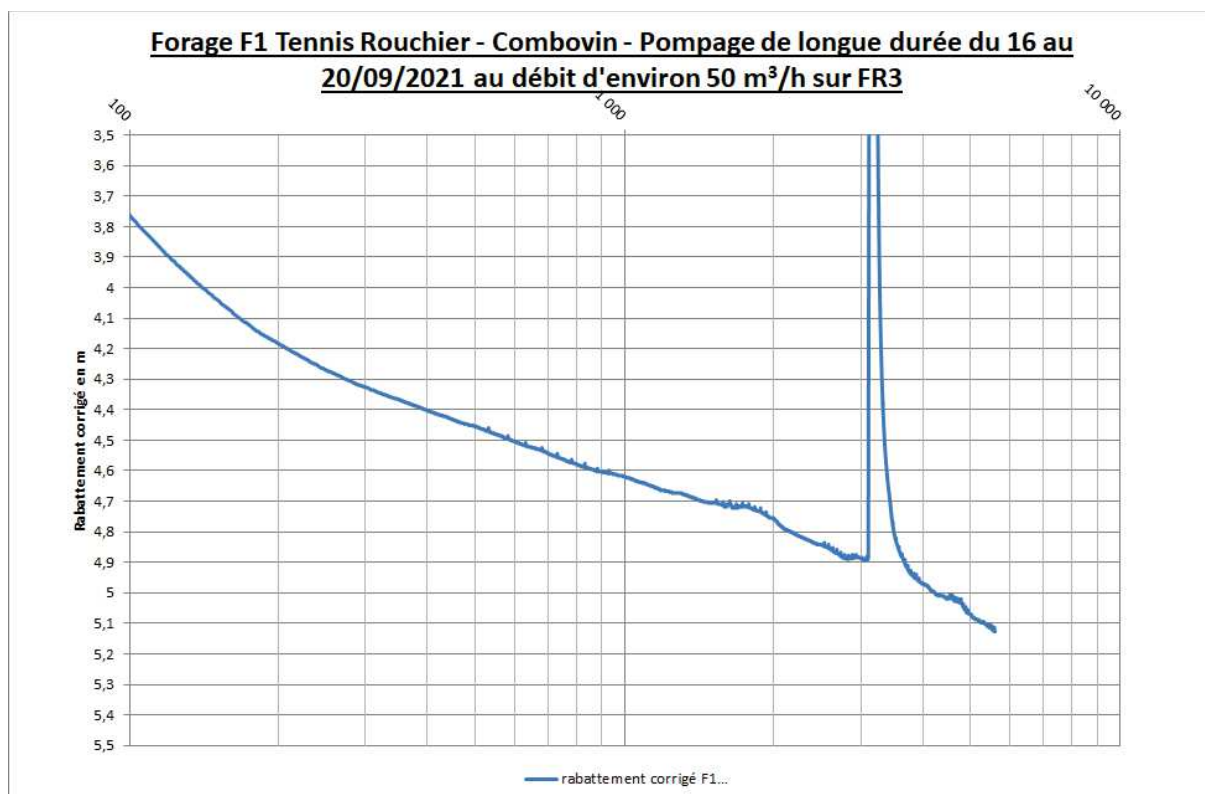


Figure 12 : rabatement corrigé en fonction du temps (échelle logarithmique) – Forage Rouchier ou F1 (IDEES EAUX, 2021)

Le rayon d'action du pompage est déterminé graphiquement en portant sur un graphique semi-logarithmique les rabattements en fonction des distances (sur une échelle logarithmique) séparant le forage Rouchier ou F1 et le forage FR1 du forage FR3.

Les 3 points ne s'alignent pas parfaitement en raison de l'anisotropie du milieu et de leurs différentes directions (les 2 ouvrages suivis Rouchier ou F1 et FR1 ne sont pas alignés avec le forage FR3).

L'intersection de cette droite avec l'axe des abscisses donne le rayon d'action R_a , qui au vu du rabattement observé sur FR1 extrêmement faible (2 cm) doit être proche de 750 à 800 m pour un débit de pompage de 50 m³/h au bout de 52 h.

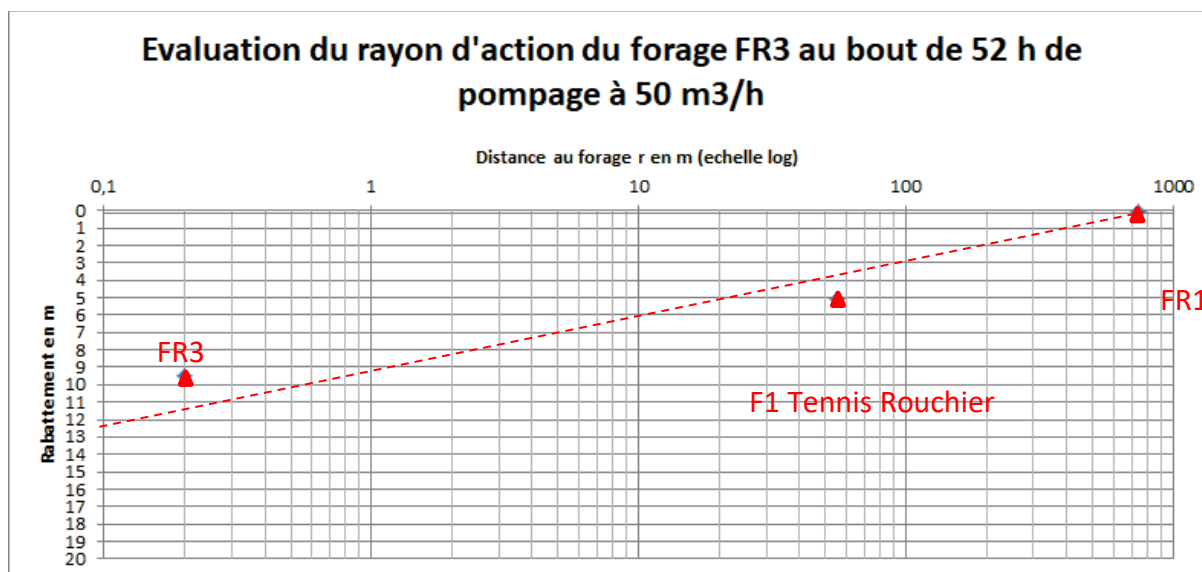


Figure 13 : rayon d'action du pompage par la méthode graphique (IDEES EAUX, 2021)

1.1.7 Déroulement du pompage de longue durée sur FD3 du 24/10 au 02/11/2022

Un pompage de longue durée a été mis en œuvre sur FD3 du 24 octobre 2022 à 13h30 au 2 novembre 2022 à 8h30, soit 178 h (environ 1 semaine) de pompage réalisé au débit de 82.5 m³/h.

1.1.8 Résultats du pompage de longue durée sur FD3 du 24/10 au 02/11/2022

Durant cette nouvelle phase de pompage, la qualité de l'eau s'est significativement améliorée puisque la turbidité est descendue progressivement jusqu'à 2 NTU.

On notera toutefois la présence d'un pic de turbidité à 7 NTU, corrélé à des précipitations importantes survenues la nuit du 31 octobre au 1 novembre (42 mm en 6h).

Ce pic est également marqué en conductivité puisque la turbidité augmente, mais pas en température.

Ceci traduit donc l'effet d'une chasse indirecte produite par la mise en charge rapide de l'aquifère sur ses zones de recharge, effet qui mobilise les fines stockées dans le réseau karstique dans la zone proche du forage. L'absence d'évolution de la température montre l'absence de lien direct avec les eaux superficielles ou météoriques.

En ce qui concerne les variations cycliques de conductivité et de température visibles au cours du suivi, elles sont dues à l'influence des conditions atmosphériques (alternance jour / nuit) sur l'eau présente dans le bac de mesure.

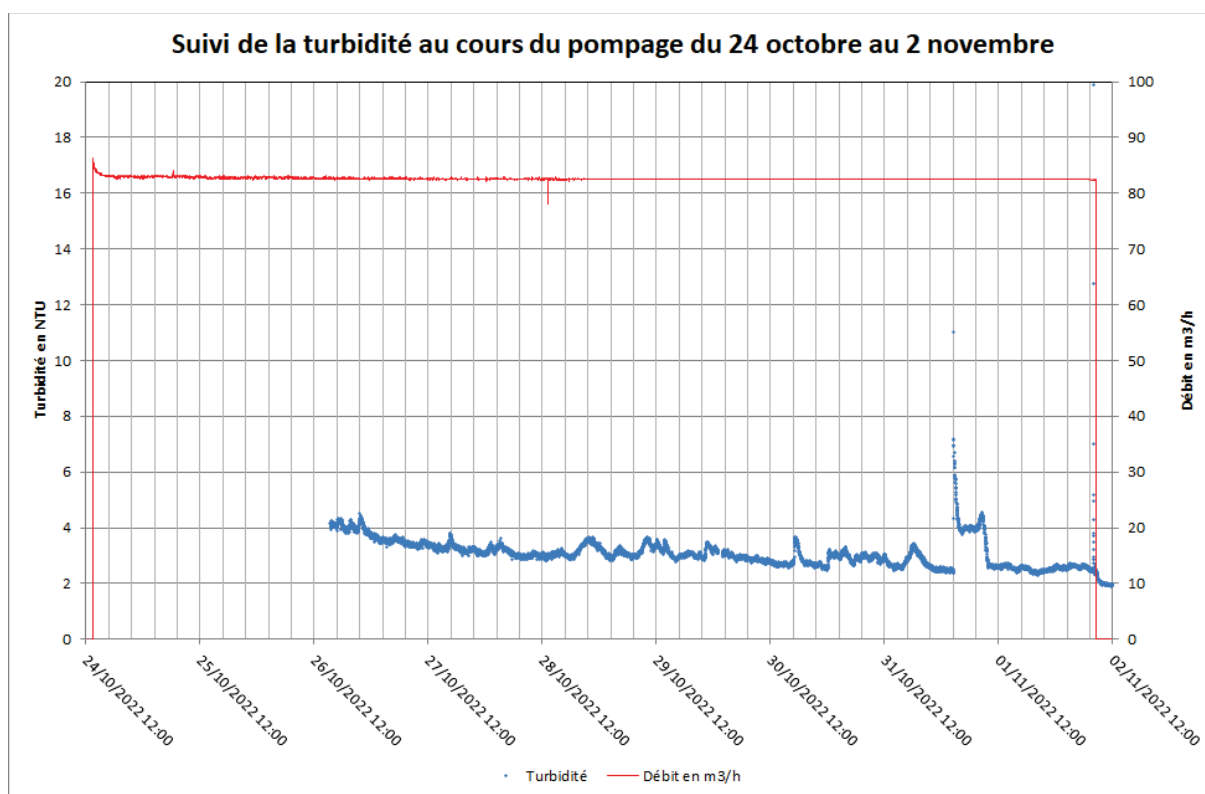


Figure 14 : suivi de la turbidité au cours du pompage mis en œuvre du 24 octobre au 2 novembre 2022 sur le forage FD3 (IDEES EAUX, 2022)

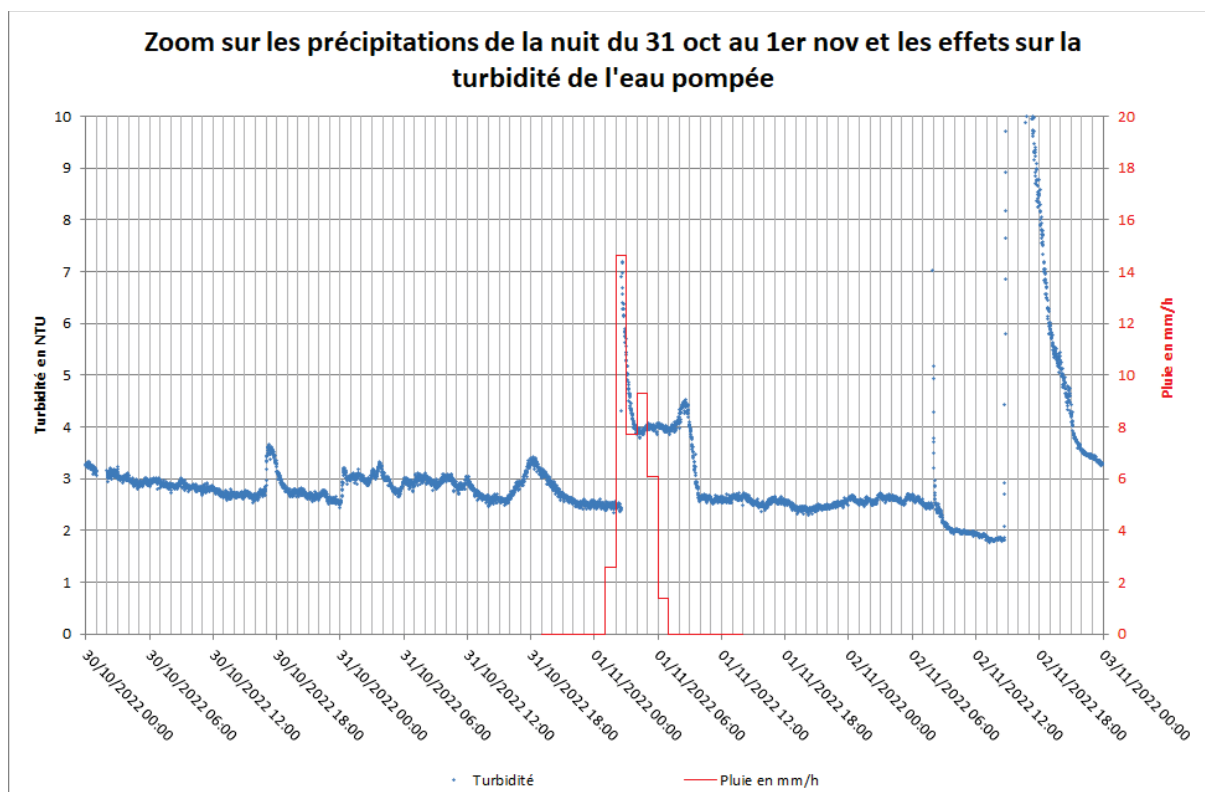


Figure 15 : augmentation de la turbidité lors de l'épisode pluvieux (IDEES EAUX, 2022)

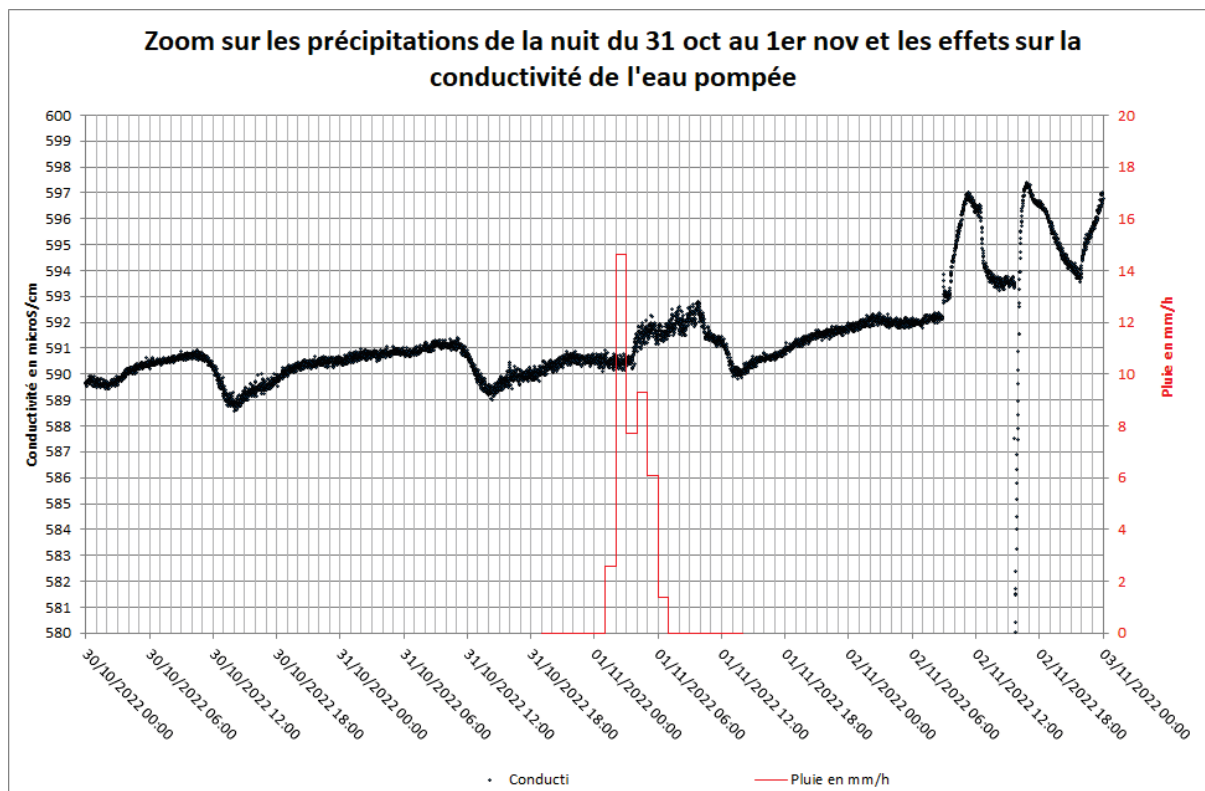


Figure 16 : effet des précipitations sur la conductivité de l'eau du forage FD3 (IDEES EAUX, 2022)

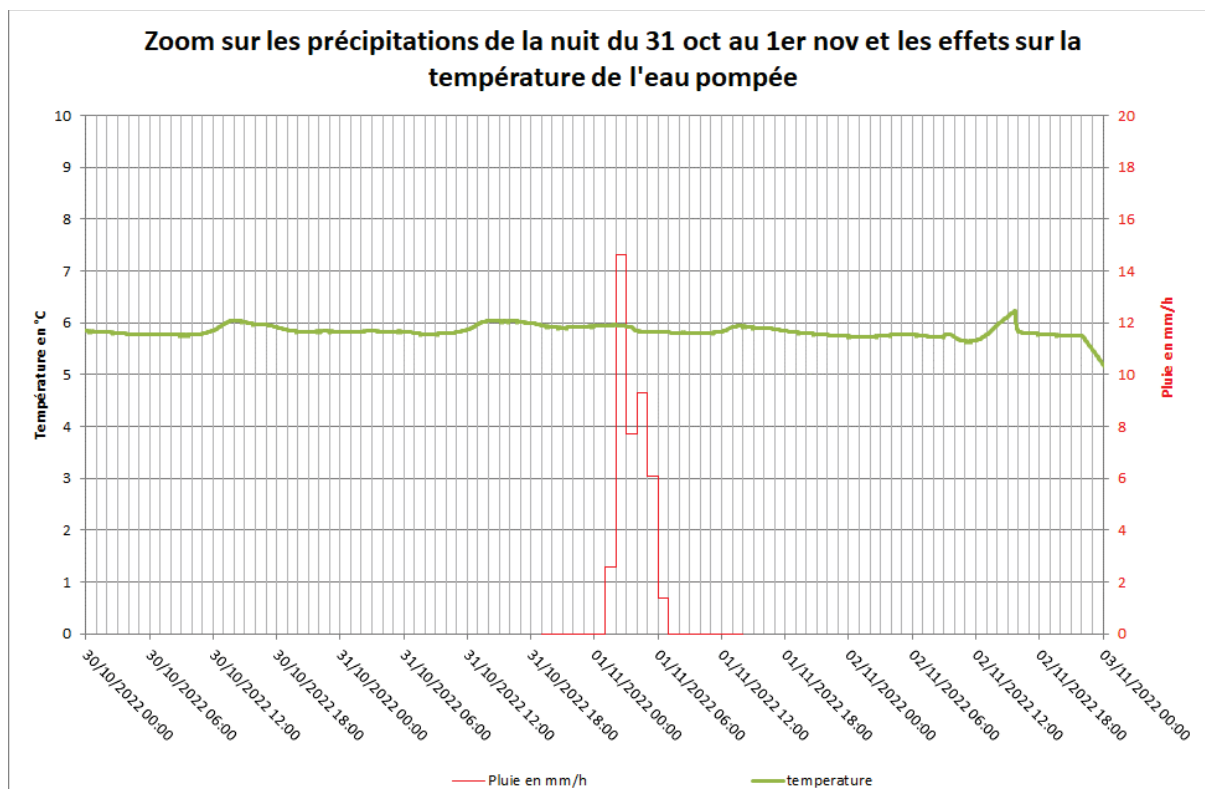


Figure 17 : effet des précipitations sur la température de l'eau du forage FD3 (IDEES EAUX, 2022)

Concernant l'évolution du niveau d'eau, il est observé une baisse régulière jusqu'à 31.2 m (soit 18.42 m de rabattement) qui traduit le régime transitoire, jusqu'au 1 novembre où le niveau remonte à cause des précipitations.

Un zoom de l'effet de l'épisode pluvieux est présenté sur la figure qui suit, le niveau dynamique réagit immédiatement à l'arrivée des précipitations (pas de décalage temporel visible) et l'amplitude atteint ponctuellement 0.25 m de remontée. La réaction rapide du forage souligne donc l'effet de pression induit par la mise en charge de l'aquifère sur les zones de recharge.

Ensuite, le niveau remonte légèrement jusqu'à la fin du pompage en raison de la réalimentation de l'aquifère par les précipitations du 1^{er} novembre.

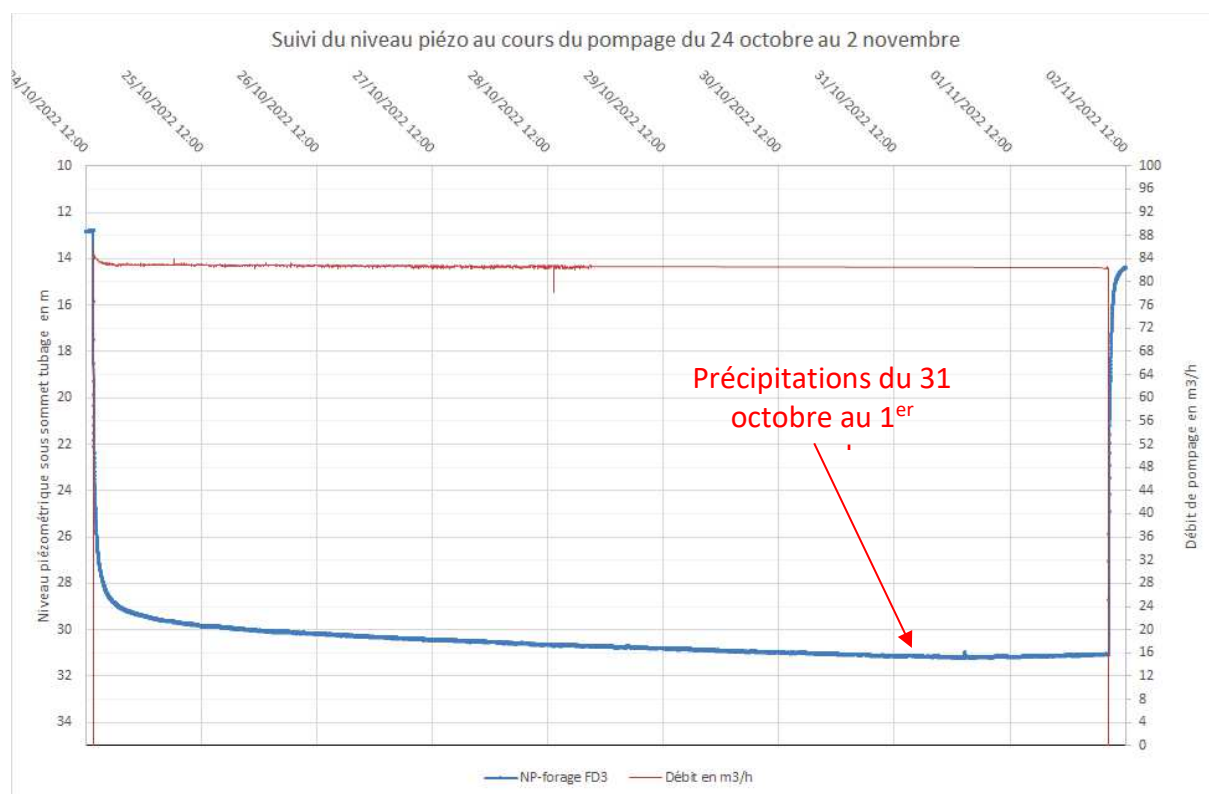


Figure 18 : évolution du niveau piézométrique au cours du pompage du 24 octobre au 2 novembre 2022 sur le forage FD3 (IDEES EAUX, 2022)