



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



REALISATION D'UN FORAGE D'EXPLOITATION D'EAU POTABLE AU LIEU-DIT L'AUMEDE

COMMUNE : LE POUGET (34)

RAPPORT DE TRAVAUX (DET) – CREATION DU FORAGE F3



IDEES-EAUX – D1920116/F3-DET
Octobre 2022

IDEES-EAUX – AGENCE DE LA DRÔME

Siège social : Quartier les Drets - 26 300 BOURG-DE-PEAGE (France)

Tél : +33(0) 4 75 47 17 17 – Fax : +33(0) 4 75 47 07 07 – Email : contact@ideeseaux.com – www.ideeseaux.com

N° SIRET : 413 116 047 00023 – SARL au capital de 230 000 € - RCS ROMANS 413 116 047 – APE : 7112B

DESTINATAIRE

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Communauté de Communes Vallée de l'Hérault
Service Eau Assainissement
Direction de l'Eau
2, parc d'activités de Calmacé
BP 15
34 150 GIGNAC
Tél : 04 67 57 04 50

Conditions d'utilisation du rapport

Le présent document est produit à l'usage exclusif du maître d'ouvrage et de façon à répondre aux objectifs contractuels. Il est la propriété exclusive du maître d'ouvrage, les conséquences des décisions prises suite aux recommandations émises ne pourront en aucun cas être imputées à IDEES-EAUX.

Le présent document est basé sur les connaissances techniques, réglementaires et scientifiques disponibles à la date d'émission du rapport et se limite à la zone étudiée.

Indissociable, une utilisation partielle ou toute interprétation dépassant les recommandations émises ne saurait engager la responsabilité d'IDEES-EAUX sauf en cas d'accord préalable établi.

Rédaction et relecture

Sommaire

1. PREAMBULE	7
1.1. CONTEXTE DES TRAVAUX ET HISTORIQUE	7
1.2. OBJECTIFS DU PROJET ET RAPPEL DES TRAVAUX DE FORAGE (F2)	8
1.3. MISSION DE MAITRISE D'ŒUVRE.....	8
1.4. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES TRAVAUX	9
2. TRAVAUX DE FORAGE	12
2.1. CHRONOLOGIE DES EVENEMENTS ANTERIEURS AUX TRAVAUX	12
2.1.1. <i>Déclaration des travaux</i>	12
2.1.2. <i>Choix de l'entreprise</i>	12
2.2. LOCALISATION DES FORAGES.....	12
2.3. CONTENU ET CHRONOLOGIE DES TRAVAUX	13
2.4. LES TRAVAUX DE FORAGE POUR LA CREATION DE L'OUVRAGE F3	14
2.4.1. <i>Choix de la méthode</i>	14
2.4.2. <i>Le forage</i>	14
2.4.3. <i>La coupe lithologique</i>	15
2.4.4. <i>Plan de tubage du forage</i>	16
2.4.5. <i>Réception du forage</i>	19
3. ESSAIS PAR POMPAGES.....	24
3.1. MOYENS MIS EN ŒUVRE	24
3.1.1. <i>Système de pompage</i>	24
3.1.2. <i>Système de mesure</i>	24
3.1.3. <i>Nivellement des ouvrages</i>	26
3.2. DEROULEMENT DES ESSAIS PAR POMPAGES	26
3.3. POMPAGES DE NETTOYAGE ET DE DEVELOPPEMENT	27
3.3.1. <i>Evolution des rabattements</i>	27
3.3.2. <i>Evolution de la turbidité</i>	28
3.3.3. <i>Evolution de la teneur en sable</i>	29
3.4. ESSAI DE PUIIS A DEBITS CROISSANTS ET ENCHAÎNES	30
3.4.1. <i>Objectifs du pompage</i>	30
3.4.2. <i>Débit spécifique / Rabattement spécifique</i>	30
3.4.3. <i>Courbe caractéristique</i>	30
3.4.4. <i>Pertes de charge</i>	32
3.5. ESSAIS PAR POMPAGE DE LONGUE DUREE SUR LE FORAGE F3	34
3.5.1. <i>Objectifs du pompage</i>	34
3.5.2. <i>Déroulement de l'essai de longue durée</i>	34
3.5.3. <i>Evolution du niveau d'eau dans l'ouvrage F3</i>	36
3.5.4. <i>Calcul des paramètres hydrogéologiques de l'aquifère</i>	37
3.5.5. <i>Impact du prélèvement sur la ressource</i>	42
3.6. ESSAIS PAR POMPAGE DE LONGUE DUREE SIMULTANE F2+F3.....	46
3.6.1. <i>Objectifs du pompage</i>	46
3.6.2. <i>Déroulement de l'essai de longue durée</i>	46
3.6.3. <i>Evolution du niveau d'eau dans les ouvrages F2 et F3</i>	47

3.6.4.	Impact du prélèvement sur la ressource	53
4.	ANALYSE DE LA QUALITE DE L'EAU	58
4.1.	QUALITE DE L'EAU AU COURS DES ESSAIS PAR POMPAGE SUR F3	58
4.1.1.	Analyse en laboratoire.....	58
4.1.2.	Turbidité de l'eau.....	59
4.1.3.	Evolution de la teneur en sable.....	59
4.1.4.	Evolution de la conductivité et de la température.....	59
4.2.	QUALITE DE L'EAU DANS LES OUVRAGES F2 ET F3 AU COURS DE L'ESSAI PAR POMPAGE DE LONGUE DUREE EN SIMULTANE	62
4.2.1.	Turbidité de l'eau.....	62
4.2.2.	Evolution de la conductivité et de la température.....	62
5.	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES D'EXPLOITATION	65
5.1.	SYNTHESE DES DONNEES	65
5.1.1.	D'un point de vue géologique	65
5.1.2.	D'un point de vue technique	65
5.1.3.	D'un point de vue hydrogéologique et hydrodynamique	66
5.1.4.	D'un point de vue qualitatif	67
5.2.	PERSPECTIVES D'EXPLOITATION	67
5.2.1.	Exploitation du forage F2 seul (rappels)	67
5.2.2.	Exploitation du forage F3 seul	67
5.2.3.	Forage F2 + F3	67
5.2.4.	Position de la pompe d'exploitation dans le forage F3.....	68
5.2.5.	Protection des ouvrages	68
5.2.6.	Réhabilitation des piézomètres de surveillance (rappels).....	68
5.3.	TRANSMISSION DES DONNEES	70

Liste des figures

FIGURE 1 : LOCALISATION DE LA COMMUNE DE LE POUGET AU SEIN DU TERRITOIRE DE LA CCVH (SOURCES CCVH).....	9
FIGURE 2 : LOCALISATION DU SECTEUR D'ETUDE SUR FOND IGN, PHOTOGRAPHIE AERIENNE ET CADASTRE (SOURCE GEOPORTAIL)	10
FIGURE 3 : LOCALISATION DES OUVRAGES EXISTANTS ET DES OUVRAGES NOUVELLEMENT CREEES (F2, F3 ET Pz7) SUR LE SECTEUR DE L'AUMEDE	11
FIGURE 4 : ATELIER DE FORAGE A LA BENOTO / BENNE PRENEUSE.....	15
FIGURE 5 : TUBAGE DE SOUTÈNEMENT Ø 800 MM / LOUVOYEUR.....	15
FIGURE 6 : DEBLAIS DU FORAGE	16
FIGURE 7 : EQUIPEMENT EN ACIER INOXYDABLE DN400 AISI 304L A RACCORDS MANCHONNES SOUDES.....	18
FIGURE 8 : CONTROLE DE L'EQUIPEMENT (DIAMETRE D'EQUIPEMENT, SLOT ET CALIBRES DE GRAVIER ADDITIONNEL)	18
FIGURE 9 : CIMENTATION ET REALISATION DE LA MARGELLE REGLEMENTAIRE	19
FIGURE 10 : MISE EN PLACE DE LA CAMERA POUR L'INSPECTION VIDEO	19
FIGURE 11 : CHAMBRE DE POMPAGE DU FORAGE F3	21
FIGURE 12 : CHAMBRE DE CAPTAGE DU FORAGE F3	22
FIGURE 13 : TUBE DE DECANTATION DU FORAGE F3	22
FIGURE 14 : COUPE TECHNIQUE DU FORAGE F3.....	23
FIGURE 15 : SYSTEME DE POMPAGE ET DE MESURE	25
FIGURE 16 : POMPAGES DE DEVELOPPEMENT PAR POMPAGES ALTERNES - EVOLUTION DU NIVEAU DYNAMIQUE EN FONCTION DU DEBIT	27
FIGURE 17 : POMPAGES DE DEVELOPPEMENT PAR POMPAGES ALTERNES - EVOLUTION DE LA TURBIDITE EN FONCTION DU DEBIT	28
FIGURE 18 : POMPAGES DE DEVELOPPEMENT PAR POMPAGES ALTERNES – EVOLUTION DE LA TENUEUR EN SABLE	29
FIGURE 19 : ESSAI DE PUIS : EVOLUTION DU NIVEAU D'EAU DANS L'OUVRAGE F3 EN FONCTION DU DEBIT DE POMPAGE	31
FIGURE 20 : COURBE CARACTERISTIQUE DU FORAGE F3 (18 ET 19/07/2022)	31
FIGURE 21 : CALCUL DES PERTES DE CHARGE SUR LE FORAGE F3	33
FIGURE 22 : DETERMINATION GRAPHIQUE DES PERTES DE CHARGE / COMPORTEMENT HYDRAULIQUE OPTIMAL DU FORAGE F3	33
FIGURE 23 : ESQUISSE PIEZOMETRIQUE EN REGIME STATIQUE (19/07/2022)	35
FIGURE 24 : EVOLUTION DU NIVEAU D'EAU DANS LES OUVRAGES SUIVIS PENDANT LE POMPAGE DE LONGUE DUREE SUR F3 (DU 19 AU 22/07/22)	37
FIGURE 25 : POMPAGE DE LONGUE DUREE SUR F3 DU 19 AU 21/07/22 (DESCENTE).....	39
FIGURE 26 : POMPAGE DE LONGUE DUREE SUR F3 DU 19 AU 21/07/22 (DESCENTE) – ZOOM SUR LES OUVRAGES DE SUIVI.....	40
FIGURE 27 : POMPAGE DE LONGUE DUREE DU 21 AU 22/07/22 (REMONTEE)	40
FIGURE 28 : POMPAGE DE LONGUE DUREE DU 21 AU 22/07/22 (REMONTEE) – ZOOM SUR LES OUVRAGES DE SUIVI.....	41
FIGURE 29 : DETERMINATION GRAPHIQUE DU RAYON D'ACTION DU PRELEVEMENT DE 100 M3/H DANS L'OUVRAGE F3	43
FIGURE 30 : CARTE DES ISO-RABATTEMENTS (F3 A 100 M3/H)	44
FIGURE 31 : ESQUISSE PIEZOMETRIQUE EN REGIME INFLUENCE (21/07/2022).....	45
FIGURE 32 : EVOLUTION DU NIVEAU D'EAU DANS LES OUVRAGES SUIVIS PENDANT LE POMPAGE DE LONGUE DUREE SIMULTANE F2+F3 (DU 22 AU 25/07/22)	48
FIGURE 33 : POMPAGE DE LONGUE DUREE SIMULTANE F2+F3 DU 22 AU 25/07/22 (DESCENTE).....	50
FIGURE 34 : POMPAGE DE LONGUE DUREE SIMULTANE F2+F3 DU 22 AU 25/07/22 (DESCENTE) – ZOOM SUR LES OUVRAGES DE SUIVI.....	50
FIGURE 35 : POMPAGE DE LONGUE DUREE SIMULTANE F2+F3 DU 22 AU 25/07/22 (REMONTEE).....	52
FIGURE 36 : POMPAGE DE LONGUE DUREE SIMULTANE F2+F3 DU 22 AU 25/07/22 (REMONTEE) – ZOOM SUR LES OUVRAGES DE SUIVI	52
FIGURE 37 : DISTANCE LIMITE THEORIQUE EVALUEE DURANT L'ESSAI DE LONGUE DUREE SIMULTANE F2+F3 DU 22 AU 25/07/22 (DESCENTE)	54
FIGURE 38 : DETERMINATION GRAPHIQUE DU RAYON D'ACTION DU DOUBLE PRELEVEMENT F2+F3 = 230 M3/H.....	55
FIGURE 39 : CARTE DES ISO-RABATTEMENTS (F2 A 150 M3/H ET F3 A 80 M3/H)	56
FIGURE 40 : ESQUISSE PIEZOMETRIQUE EN REGIME INFLUENCE A 230 M3/H (25/07/2022)	57

FIGURE 41 : SUIVI DE LA TURBIDITE PENDANT LES POMPAGES D'ESSAI SUR F3	60
FIGURE 42 : SUIVI DE LA TENEUR EN SABLE PENDANT LES POMPAGES D'ESSAI SUR F3	60
FIGURE 43 : SUIVI DE LA TEMPERATURE PENDANT LES POMPAGES D'ESSAI SUR F3	61
FIGURE 44 : SUIVI DE LA CONDUCTIVITE PENDANT LES POMPAGES D'ESSAI SUR F3	61
FIGURE 45 : SUIVI DE LA TURBIDITE PENDANT L'ESSAI PAR POMPAGE DE LONGUE DUREE SIMULTANE	63
FIGURE 46 : SUIVI DE LA TEMPERATURE PENDANT L'ESSAI PAR POMPAGE DE LONGUE DUREE SIMULTANE	63
FIGURE 47 : SUIVI DE LA CONDUCTIVITE PENDANT L'ESSAI PAR POMPAGE DE LONGUE DUREE SIMULTANE	64
FIGURE 48 : FORAGE F1 (GAUCHE) / PIEZOMETRE Pz5 (DROITE)	69
FIGURE 49 : PIEZOMETRE Pz3 (GAUCHE) / PIEZOMETRE Pz4 (DROITE)	69
FIGURE 50 : PIEZOMETRE Pz6 APRES SA DECOUVERTE (GAUCHE) / PIEZOMETRE Pz6 APRES UNE REHABILITATION PARTIELLE (DROITE)	69

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : COORDONNEES GEOGRAPHIQUES ET CADASTRALES DES OUVRAGES NOUVELLEMENT CREES	12
TABLEAU 2 : COUPE GEOLOGIQUE DU FORAGE F3	16
TABLEAU 3 : COORDONNEES DES OUVRAGES SUIVIS	26
TABLEAU 4 : RESULTATS DES POMPAGES PAR PALIERS SUR LE FORAGE F3	30
TABLEAU 5 : OUVRAGES SUIVIS PENDANT LES POMPAGES D'ESSAI DE LONGUE DUREE	34
TABLEAU 6 : RABATTEMENT MESURE EN FONCTION DU TEMPS DE POMPAGE A 100 M ³ /H	36
TABLEAU 7 : RABATTEMENT RESIDUEL DANS LE FORAGE F3 APRES ARRET DU POMPAGE DE LONGUE DUREE	36
TABLEAU 8 : TRANSMISSIVITE DE L'AQUIFERE CALCULEE A LA DESCENTE (POMPAGE DE LONGUE DUREE DU 19 AU 21/07/22	38
TABLEAU 9 : TRANSMISSIVITE DE L'AQUIFERE CALCULEE A LA REMONTEE (POMPAGE DE LONGUE DUREE DU 19 AU 21/07/22)	39
TABLEAU 10 : COEFFICIENT D'EMMAGASINEMENT DE L'AQUIFERE	41
TABLEAU 11 : PERMEABILITE DE L'AQUIFERE	42
TABLEAU 12 : ALTITUDES DU NIVEAU D'EAU DANS LES OUVRAGES INSTRUMENTES ET SUIVIS PENDANT L'ESSAI DE LONGUE DUREE SUR F3	44
TABLEAU 13 : OUVRAGES SUIVIS PENDANT LES POMPAGES D'ESSAI DE LONGUE DUREE	46
TABLEAU 14 : RABATTEMENT MESURE EN FONCTION DU TEMPS DE POMPAGE A 100 M ³ /H	47
TABLEAU 15 : RABATTEMENT RESIDUEL DANS LES FORAGES F2 ET F3 APRES ARRET DU POMPAGE DE LONGUE DUREE	48
TABLEAU 16 : DISTANCE LIMITE THEORIQUE	53
TABLEAU 17 : ALTITUDES DU NIVEAU D'EAU DANS LES OUVRAGES INSTRUMENTES ET SUIVIS PENDANT L'ESSAI DE LONGUE DUREE SIMULTANE	56
TABLEAU 18 : PROGRAMME DE REHABILITATION DES OUVRAGES DE SURVEILLANCE	68

Liste des annexes

ANNEXE 1 : RESULTATS D'ANALYSE	72
--------------------------------------	----

1. Préambule

1.1. Contexte des travaux et historique

Le Pouget (34) fait partie de la **COMMUNAUTE DE COMMUNES VALLEE DE L'HERAULT (CCVH)**. Cette commune est alimentée en eau potable par le puits de l'Aumède, créé en 1929, implanté dans les alluvions quaternaires, en rive gauche de l'Hérault. L'ouvrage est exploité par la régie des eaux. Ce puits ne dispose pas à ce jour de Déclaration d'Utilité Publique.

Historiquement, l'eau pompée au puits de l'Aumède présente, depuis le début des années 2000, des concentrations significatives en molécules pesticides qui l'ont conduit à être classé parmi les captages prioritaires Grenelle. En parallèle, le **CONSEIL GENERAL DE L'HERAULT** a lancé dès 2006 une recherche en eau en vue de substituer le puits de l'Aumède. Après une campagne de géophysique menée par **BRPG** en 2006 et une campagne de forage de reconnaissance en 2007 réalisée par **SUD FORAGES** et suivie par **HYDRIAD**, ce programme de recherche en eau a abouti en 2007 à la réalisation d'un forage de reconnaissance en acier (nommé "forage de l'Aumède F1") situé à 400 m au nord du puits de l'Aumède, dans la nappe alluviale de l'Hérault, en rive gauche et en bordure des vignes. L'interprétation des pompages mis en œuvre sur le forage de l'Aumède, testé à 74 m³/h, ont permis d'extrapoler les résultats et d'envisager un prélèvement à un débit instantané de plus de 100 m³/h au droit de l'ouvrage. Toutefois, des traces de pesticides ont également été retrouvées (simazine et terbuthylazine déséthyl). Notons que la configuration technique de cet ouvrage (équipé dans un diamètre de 168 mm) ne permet pas une exploitation au-delà de 70-80 m³/h.

En 2010, une modélisation hydrodynamique et des traçages réalisés par **ARTESIE** sur le forage de l'Aumède ont conclu à une alimentation du forage de l'Aumède de près de 80% par le fleuve, 14% par le coteau Nord-Est et 6% par le coteau Sud-Est.

En 2013, l'étude pour la délimitation de l'Aire d'Alimentation du puits de l'Aumède réalisée par **SAFEGE**, a permis de déterminer le bassin d'alimentation du forage de reconnaissance F1 et du puits.

En 2018, une inspection vidéo réalisée par **IDEES EAUX** a montré que l'état technique du forage F1 était fortement dégradé (colmaté par des dépôts indurés).

En 2019, le schéma directeur d'eau potable validé, mené par **OTEIS**, a conclu à l'abandon du site du puits de l'Aumède au Sud au profit de celui du forage de l'Aumède F1 au Nord avec l'implantation d'un à deux nouveaux forages.

En octobre 2020, le bureau d'études **CALLIGEE** a réalisé sur le secteur Nord de l'Aumède une campagne de géophysique par tomographie de résistivité électrique qui a permis d'identifier la présence d'un paléo-chenal dans les alluvions de l'Hérault caractérisé par un sur-épaissement des dépôts alluvionnaires. Deux zones favorables ont été retenues pour l'implantation de forages d'exploitation au droit des parcelles AK003 et AK002.

1.2. Objectifs du projet et rappel des travaux de forage (F2)

L'objectif quantitatif de production de cette nouvelle ressource est d'atteindre au minimum la capacité théorique du puits de l'Aumède afin de le substituer, soit un débit de 70 m³/h et un volume de pointe journalière de 1150 m³ (16 à 17h de fonctionnement/24h) pour alimenter Le Pouget. Le volume disponible supplémentaire serait destiné à termes à l'alimentation de la partie Nord du territoire de la CCVH.

L'Hydrogéologue agréé missionné par l'ARS pour donner un avis sur le projet en amont des travaux de forage, a demandé la réalisation d'un doublet de forages (F2 et F3, l'un étant prévu en secours de l'autre).

Au regard du potentiel estimé de la ressource (débit instantané >100 m³/h) :

- Le premier forage F2 a été implanté à proximité du forage de reconnaissance de l'Aumède F1, sur la parcelle AK003. Il a été réalisé entre juillet et septembre 2021. Il est profond de 13.4 m et équipé en acier inoxydable Ø800 mm avec des crépines à fil enroulé. Les résultats des pompages ont permis de définir une capacité de production de 3600 m³/jour au débit de pompage de 180 m³/h (20h/24h).
- Le second forage F3 (objet du présent rapport) doit permettre une exploitation au débit minimum de 70 m³/h avec un fonctionnement en alternance avec le forage F2. A termes, si les capacités de l'aquifère le permettent, une exploitation des deux ouvrages en simultané est envisagée.

En complément, un piézomètre de surveillance (nommé Pz7) avait été créé au Sud du projet afin d'évaluer l'impact du prélèvement.

1.3. Mission de maîtrise d'œuvre

IDEES EAUX a été mandaté par la CCVH pour réaliser cette mission de recherche et de maîtrise d'œuvre devant aboutir à la création de deux forages d'exploitation F2 et F3 et d'un piézomètre de surveillance Pz7. Les missions normalisées suivant la loi MOP sont les suivantes :

- **EP** : Etudes préliminaires ;
- **AVP** : Etude de l'avant-projet ;
- **PRO** : Etude de projet ;
- **ACT** : Assistance à la passation du contrat de travaux ;
- **VISA** : Visa des documents d'exécution ;
- **DET** : Dossier de l'exécution du contrat de travaux ;
- **AOR** : Assistance aux opérations de réception.

Le marché intègre une mission complémentaire : **Traitement et interprétation des données de pompages** en phase DET.

Ce présent rapport rend compte des travaux de forages F3 et des pompages associés (phase DET) ainsi que des mesures complémentaires (en phase AOR).

1.4. Localisation géographique des travaux

Le Pouget se situe dans le département de l'Hérault, dans la partie méridionale du territoire de la CCVH, à environ 7 km au Sud-Ouest de Gignac (Figure 1). Le lieu-dit « Aumède » est localisé à l'Ouest du territoire de la commune (Figure 2). Le puits de l'Aumède et les forages de l'Aumède F1-F2 sont implantés respectivement sur les parcelles 0011 et 0003 de la section AK du cadastre communal (Figure 2).

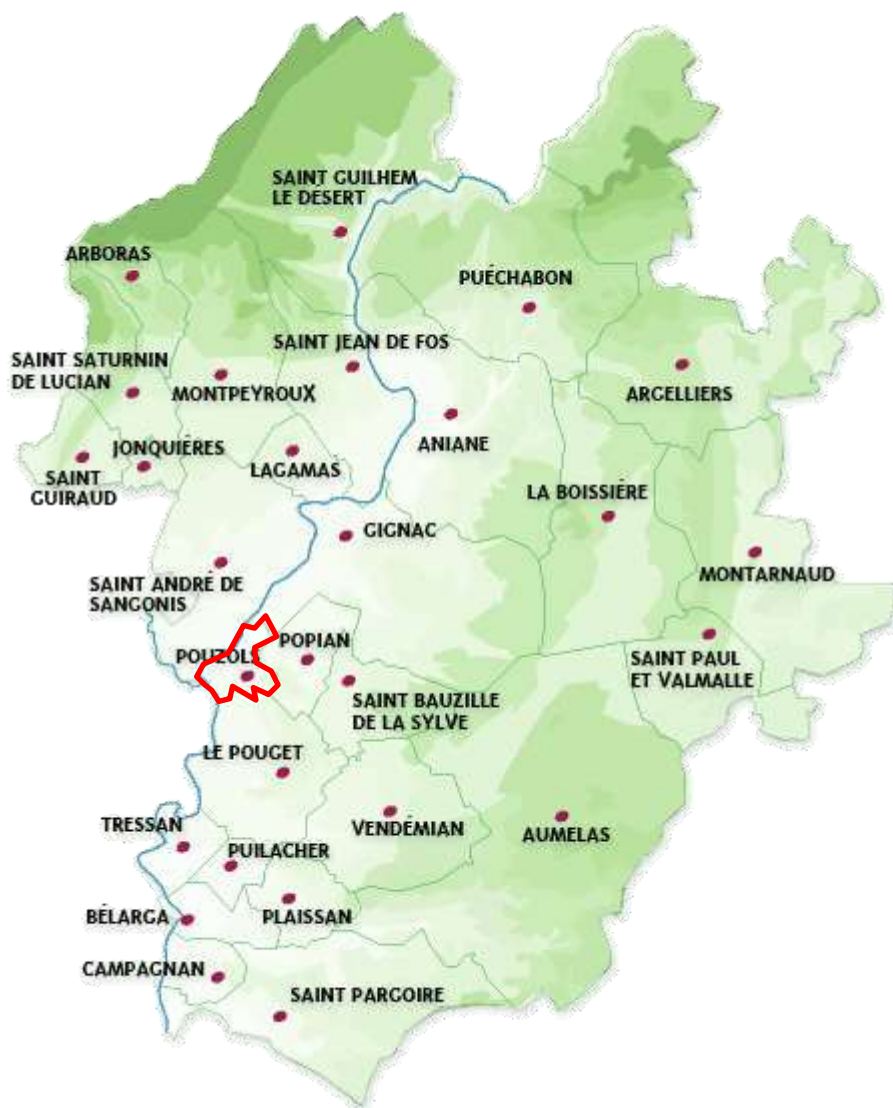


Figure 1 : Localisation de la commune de Le Pouget au sein du territoire de la CCVH (sources CCVH)

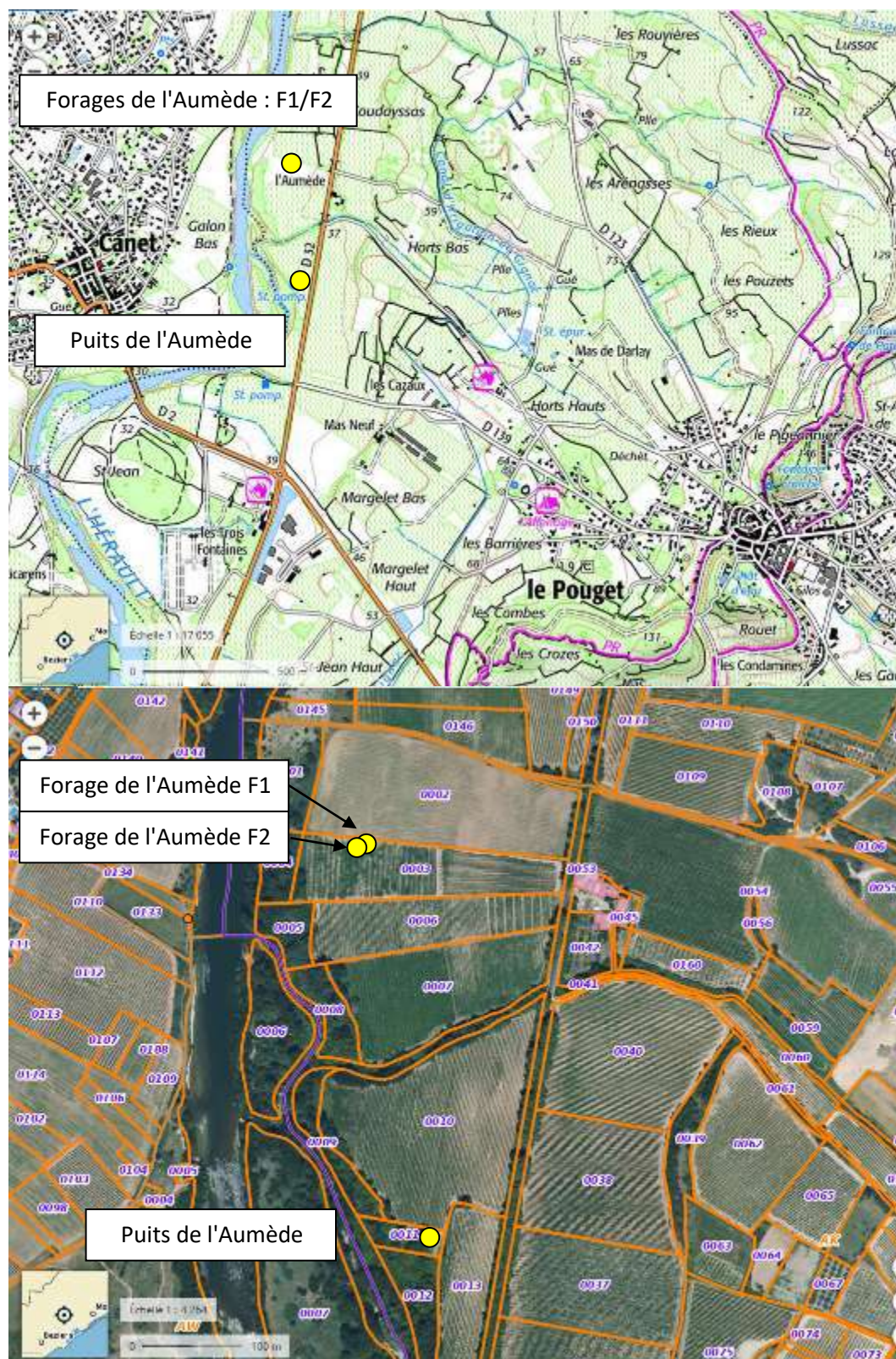


Figure 2 : Localisation du secteur d'étude sur fond IGN, photographie aérienne et cadastre (source Géoportail)

Tous les ouvrages nouvellement créés (F2, F3 et Pz7) ont été implantés sur la parcelle AK003 appartenant à la CCVH.

L'ouvrage F3 a été implanté au Sud de l'ouvrage F2 (à environ 15 m) sur la base des données géophysiques (investigations menées dans le cadre de l'Etude Préliminaire de cette mission) qui identifiaient une prolongation du paléo-chenal vers le Sud.



Figure 3 : Localisation des ouvrages existants et des ouvrages nouvellement créés (F2, F3 et Pz7) sur le secteur de l'Aumède

2. Travaux de forage

2.1. Chronologie des événements antérieurs aux travaux

2.1.1. Déclaration des travaux

Les forages d'exploitation F2 et F3 ainsi que le piézomètre de surveillance Pz7 ont fait l'objet d'un dossier de déclaration déposé au guichet unique Police de l'eau du département de l'Hérault. L'ouvrage a été enregistré sous le numéro 34-2021-00040 le 16/03/2021.

A l'issue des travaux et du rendu du rapport, les forages F2, F3 et Pz7 doivent également faire l'objet d'un enregistrement dans la banque de données du sous-sol afin qu'un code leur soit attribué.

2.1.2. Choix de l'entreprise

La société **RESURGENCE**, basée à Saint-Priest (69), a été retenue après consultation des entreprises suivant un marché MAPA.

2.2. Localisation des forages

Les localisations géographique et administrative des tous les ouvrages nouvellement créés sont les suivantes :

Ouvrage	Coordonnées géographiques Système Lambert 93			Coordonnées cadastrales
	X	Y	Z sol	
Forage F2	740 364 m	6 278 533 m	31.06 m	Le Pouget : Section AK – Parcelle 003
Forage F3	740 365 m	6 278 527 m	31.20 m	Le Pouget : Section AK – Parcelle 003
Piézomètre Pz7	740 362 m	6 278 474 m	31.50 m	Le Pouget : Section AK – Parcelle 003

Tableau 1 : Coordonnées géographiques et cadastrales des ouvrages nouvellement créés

2.3. Contenu et chronologie des travaux

Les travaux pour la création du forage F2 ont été réalisés du **13 juillet au 28 septembre 2021** (cf. rapport D1920116/F2-DET)

Les travaux pour la création du forage F3 ont été réalisés du **28 juin au 27 juillet 2022** selon la chronologie suivante :

Du 28 au 30/06/2022 : Installation du chantier sur F3 :

- Installation de l'atelier de forage BENOTO ;
- Balisage du chantier ;

Du 30/06 au 01/07/2022 : Réalisation du forage F3 :

- Forage en Ø 800 mm dans les formations alluviales à la benne preneuse (BENOTO) jusqu'à 13.0 m/sol avec tubage de soutènement provisoire Ø 800/880 mm ;
- Acheminement de l'équipement en acier inoxydable Ø 400 mm AISI 304L ;

Du 04/07 au 05/07/2022 : Equipement du forage F3 :

- Mise en place de l'équipement en acier inoxydable Ø 400 mm :
 - o Descente de la colonne d'équipement jusqu'à 13.0 m/sol, y compris centreurs et tube de décantation ;
 - o Pose gravitaire du massif filtrant calibré 4-8 mm (entre 13.0 et 6.0 m/sol) et 2-4 mm (entre 6.0 et 5.5 m/sol) ;
 - o Cimentation annulaire sur lit d'argile et réalisation de la margelle de protection réglementaire ;
 - o Temps de séchage de 24h ;

Du 06 au 08/07/2022 : Nettoyage et développement du forage F3 (24h) :

- Pompages à débits progressifs (35 à 80 m³/h) jusqu'à éclaircissement de l'eau (4h) ;
- Pompages alternés (5mn/15mn) à débits progressifs (45 à 80 m³/h) (20h) ;
- Repli du matériel de forage ;

Le 12 et 13/07/2022 : Réalisation des essais par pompages sur F3 :

- Pompages par paliers de 2h à débits croissants et enchainés (35/55/74/83 m³/h) ;
- Dépose des installations ;

Le 18-19/07/2022 : Réalisation de nouveaux pompages par paliers sur F3 (après constat d'un développement soudain) :

- Pompages par paliers de 2h à débits croissants et enchainés (55/72/82/100/112 m³/h) ;

Du 19 au 21/07/2022 : Réalisation du pompage de longue durée sur F3 et du prélèvement pour analyse d'eau :

- Pompage de longue durée pendant (52 h) en continu au débit fixe de 100 m³/h puis suivi de la remontée pendant 16 h ;
- Prélèvement pour analyse d'eau de type « 1^{ère} adduction » ;

Du 22 au 25/07/2022 : Réalisation des essais par pompage simultané sur F2+F3 :

- Pompage de longue durée pendant (72 h) en continu au débit fixe de 150 m³/h sur F2 et 80 m³/h sur F3 puis suivi de la remontée pendant 48 h ;

DU 26 au 27/09/2021 : Repli des matériels de pompage, réception de l'ouvrage F3 :

- Dépose des installations de pompage ;
- Réalisation d'un air-lift de nettoyage (4h) ;
- Inspection vidéo ;
- Pose d'une bride et contre-bride boulonnée en acier inoxydable sur le tubage Ø 400 mm.

2.4. Les travaux de forage pour la création de l'ouvrage F3

Le forage d'exploitation F3 est implanté dans les formations alluviales de l'Hérault qui reposent sur les marnes gréseuses du Miocène. Il a atteint la cote de 13.0 m/sol et il est équipé sur 13.0 m.

2.4.1. Choix de la méthode

Le choix de la méthode de forage et des diamètres utilisés a été guidé essentiellement par deux paramètres :

- Type de terrains traversés : Les formations meubles sablo-graveleuses nécessitant l'entraînement d'un tubage de soutènement provisoire pour progresser ;
- Le diamètre d'équipement (406 mm) conditionné par l'objectif de débit : >70 m³/h avec 1 pompe 8" équipée d'une jupe de protection amenant à un diamètre de 250 mm.

2.4.2. Le forage

L'ouvrage a été réalisé jusqu'à 13.0 m/sol par havage avec la technique de la benne preneuse (système BENOTO) (Figure 4 et Figure 5), incluant la pose d'un tubage de soutènement provisoire en acier Ø 880/800 mm entre 0 et -13.0 m/sol. Les tubes de soutènement sont descendus puis retirés à l'aide d'un louvoyeur. Les déblais excavés (environ 7.9 m³) ont été laissés sur place en vue de leur réutilisation future dans le cadre de la réalisation d'une rampe d'accès à la parcelle.



Figure 4 : Atelier de forage à la BENOTO / Benne preneuse



Figure 5 : Tubage de soutènement Ø 800 mm / Louvoyeur

2.4.3. La coupe lithologique

Des échantillons de terrain ont été régulièrement prélevés par le foreur (Figure 6) et ont permis de lever la coupe géologique (Tableau 2). Les commentaires sont les suivants :

- Le substratum est atteint à la profondeur de 12.7 m/sol, alors qu'il est identifié à la cote de 12.9 m/sol sur le forage F2 (distant de 15 m).
- Les alluvions quaternaires sont constituées de plusieurs ensembles distincts :
 - Un recouvrement de surface sablo-limoneux entre 0 et 2.4 m/sol ;
 - Entre 2.4 et 5.0 m/sol : un ensemble sablo-graveleux à dominante sableuse ;
 - Entre 5.0 à 12.7 m/sol : un ensemble sablo-graveleux à dominante graveleuse avec un horizon présentant une fraction argileuse entre 5.7 et 7.0 m/sol ;
 - Au-delà de 12.7 m/sol : argiles plastiques bleues indurées (substratum).

Dans le détail, la coupe lithologique relevée est la suivante :

Profondeur	Coupe lithologique du forage F3	Stratigraphie
0 à 2.4 m/sol	Sables fins et limons bruns (sans gravier)	Alluvions de l'Hérault (Quaternaire)
2.4 à 3.5 m/sol	Sables fins à moyens (50%) emballant des graviers et galets pluricentimétriques (50%)	
3.5 à 5.0 m/sol	Sables grossiers bruns/rouges (50%) avec graviers et galets pluricentimétriques (jusqu'à 10 cm) (50%)	
5.0 à 5.7 m/sol	Graviers et galets + blocs (60%) emballés dans des sables grossiers à fins de couleur bruns/rouges (40%).	
5.7 à 7.0 m/sol	Graviers et galets + blocs dans une matrice argileuse à argilo-sableuse marron	
7.0 à 12.7 m/sol	Graviers, galets et blocs décimétriques (>60%) dans une matrice de sables très grossiers bruns (<40%)	Marnes argileuses miocènes
12.7 à 13.0 m/sol	Argiles plastiques bleu gris	

Tableau 2 : Coupe géologique du forage F3



Figure 6 : Déblais du forage

2.4.4. Plan de tubage du forage

L'équipement tient donc compte :

- Des observations des déblais de forage afin de positionner les crépines face aux horizons potentiellement productifs sous l'horizon argileux identifié de 5.7 à 7.0 m/sol ;
- Du débit d'exploitation objectif par le Maître d'Ouvrage : >70 m³/h afin de dimensionner la hauteur et le slot de la crépine pour conserver un pourcentage de vides maximum ;
- Du nombre de pompes à mettre en place dans l'ouvrage : 1 pompe de diamètre 8" ;
- De la position de la pompe face aux crépines impliquant de prévoir la mise en place d'une jupe de refroidissement (donc augmentation de l'encombrement de la pompe (250 mm) ;
- Du retour d'expérience des résultats des pompages menés en septembre 2021 sur le forage F2 (pertes de charges, débit critique, débits spécifiques et profondeur du niveau piézométrique en régime statique).

Tenant compte de ces éléments, l'équipement a été défini comme suit :

1. Tubage plein en acier inoxydable AISI 304L Ø 406/400 mm (résistance à l'écrasement 2.4b, résistance à la traction 190 tonnes) de +1.2 à 7.2 m/sol (avec 2 centreurs) à raccords soudés ;
2. Crépines en acier inoxydable AISI 304L, à raccords soudés, Ø 406/388 mm (résistance à l'écrasement 3.2b, résistance à la traction 240 tonnes) à fil enroulé slot 1 mm (27% de vides) : de 7.2 à 12.7 m/sol (débit théorique admissible : 37.2 m³/h par mètre linéaire, soit un débit théorique de 204,6 m³/h près de trois fois supérieur au débit objectif pour une vitesse d'entrée de l'eau de 3 cm/s en supposant que la totalité de la formation face à laquelle est placée la crépine produise). Notons que l'équipement avait été commandé en prévision d'une implantation initiale sur la parcelle AK002 au Nord de F2 où l'épaisseur aquifère devait être plus importante, la hauteur de crépines à disposition (6 m) s'est avérée légèrement trop longue pour cette nouvelle implantation et de fait la partie supérieure se trouverait désormais au droit de la base de l'horizon à matrice argileuse (identifié entre 5.7 et 7.0 m/sol soit entre 6.9 et 8.2 m/bride). C'est pourquoi, pour éviter de solliciter cette zone potentiellement génératrice de turbidité, nous avons souhaité l'occulter : l'Entreprise RESURGENCE a donc mis en place une tôle pleine en acier inoxydable et cintrée autour du tubage. Le sommet de la zone captante sera donc situé à la cote finale de 7.2 m/sol.
3. Tube de décantation en acier inoxydable AISI 304L Ø 406/400 mm (résistance à l'écrasement 2.4b, résistance à la traction 240 tonnes) de +12.7 à 13.0 m/sol (avec 1 centreur) à raccords soudés ;
4. Complétion avec pose gravitaire d'un gravier filtre siliceux, lavé, roulé et calibré :
 - a. 4-8 mm de 13.0 à 6.0 m/sol ;
 - b. 2-4 mm de 6.0 à 5.5 m/sol.
5. Cimentation sur lit d'argile gonflante (épaisseur : 230 mm) de -5.5 m à la surface.

En surface, l'ouvrage est équipé d'une margelle réglementaire en béton (3 m²) et d'une contre-bride de fermeture boulonnée sur la bride du tubage en acier inoxydable DN400 mm. Le sommet de la tête de puits est situé à +1.00 m/margelle soit +1.20 m/sol.

Le diamètre de l'équipement en acier inoxydable, le slot des crépines et les calibres du gravier filtre ont été contrôlés par nos soins.



Figure 7 : Equipement en acier inoxydable DN400 AISI 304L à raccords manchonnés soudés



Figure 8 : Contrôle de l'équipement (diamètre d'équipement, slot et calibres de gravier additionnel)



Figure 9 : Cimentation et réalisation de la margelle réglementaire

2.4.5. Réception du forage

La réception de l'ouvrage par inspection vidéo a été réalisée par IDEES EAUX le 26 juillet 2022. La référence des cotes de profondeur portées sur les clichés est le sommet du tubage en acier inoxydable (bride) situé à +1.2 m/sol. L'erreur sur la mesure de profondeur est inférieure à 0,1 m.



Figure 10 : Mise en place de la caméra pour l'inspection vidéo

On constate un décalage de 0.2 m du sommet et de la base de la crépine entre le plan de tubage (cf. §2.4.4 en page 16) et les cotes réelles observées. Ce décalage est lié à une remontée de l'équipement et du gravier lors du retrait des tubes de soutènement d'après le foreur.

Le niveau d'eau est rencontré à la cote -6.80 m/bride. L'eau est claire.

Le tubage plein = chambre de pompage (clichés sur la Figure 11) :

La chambre de pompage de l'ouvrage est en acier inoxydable plein \varnothing 406/400 mm. Elle est positionnée jusqu'à 7.7 m/bride (=6.5 m/sol). Elle est constituée d'éléments de longueur 2 m de type roulé soudé à soudure longitudinale. Ils sont raccordés entre eux par des :

- Jonctions soudées en usine (bord à bord) identifiables aux cotes 1.7 et 3.7 m/bride ;

- Jonctions soudées sur le chantier (manchonnée soudée) visibles aux cotes 5.7 et 7.7 m/bride.

Toutes les jonctions sont entières (soudures « usine » contrôlées initialement sur chantier au moment du stockage des tubes). Elles ne présentent aucun défaut technique apparent.

Le tubage est propre et également sans défaut technique apparent (ni trou, ni casse, ni déformation). Aucune intrusion de ciment n'est observée, les raccords sont donc tous bien étanches.

On observe également des traces de chauffe reflétant la présence des centreurs à l'extrados.

La base du tubage plein est atteinte à la cote 7.70 m/bride. Le raccord ne présente pas de défaut technique apparent.

La chambre de captage (clichés sur la Figure 12) :

Le sommet des crépines est observé à la cote 7.7 m/bride (=6.5 m/sol). Elle est composée d'un seul élément de 6 m de tubage crépiné en acier inoxydable Ø 406/388 mm à fil enroulé dont les 0.5 m supérieurs ont été occultés par plaque pleine à l'extrados. La zone captante effective présente donc une longueur de 5.5 m. Les jonctions hautes et basses sont de type soudé (soudures réalisées sur chantier). Ces jonctions ne présentent pas de défaut technique apparent.

Entre 7.7 et 8.2 m/bride on observe à travers les fentes la tôle pleine occultante en acier inoxydable.

En dessous de 8.2 m/bride, à travers les fentes, on distingue le gravier filtre à l'extrados. Aucune zone de lacune de gravier n'a été observée. Celui-ci semble donc bien en place et bien réparti dans l'annulaire. Aucune déformation des crépines n'a été observée. Sur la partie inférieure des crépines, on distingue un léger dépôt fin argileux sur le fil des crépines, sans conséquence pour l'exploitation de l'ouvrage.

Le tube de décantation (clichés sur la Figure 13) :

Le tube de décantation est identifié à partir de 13.7 m/bride (=12.5 m/sol). Il est propre et sans défaut technique apparent. Le fond de l'ouvrage est atteint à la cote 13.9 m/bride.

Il est rempli de dépôts ocres très fins (sables fins et argiles probablement). Cela sous-entend donc un comblement du fond de l'ouvrage < à 10 cm.

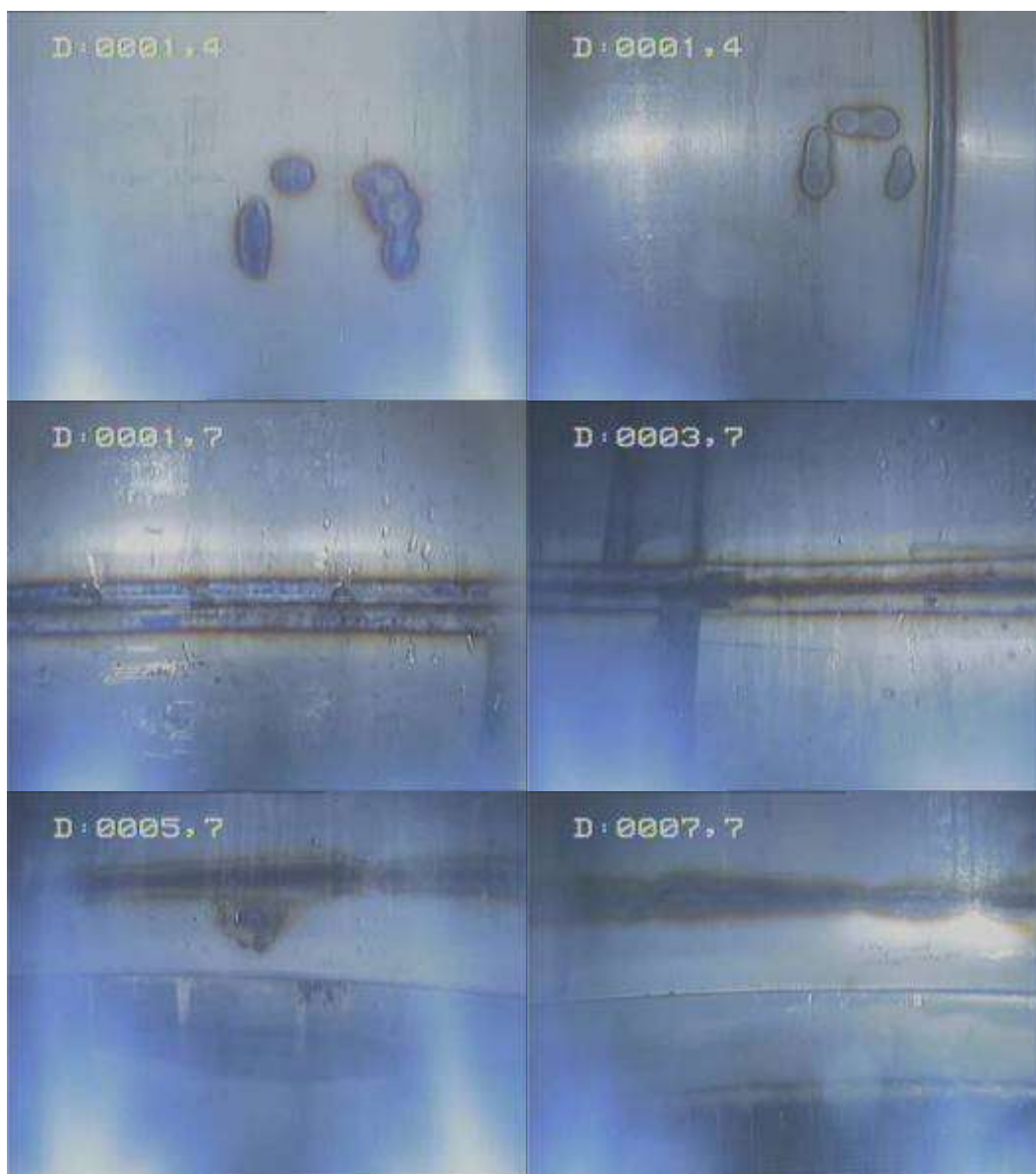


Figure 11 : Chambre de pompage du forage F3



Figure 12 : Chambre de captage du forage F3



Figure 13 : Tube de décantation du forage F3

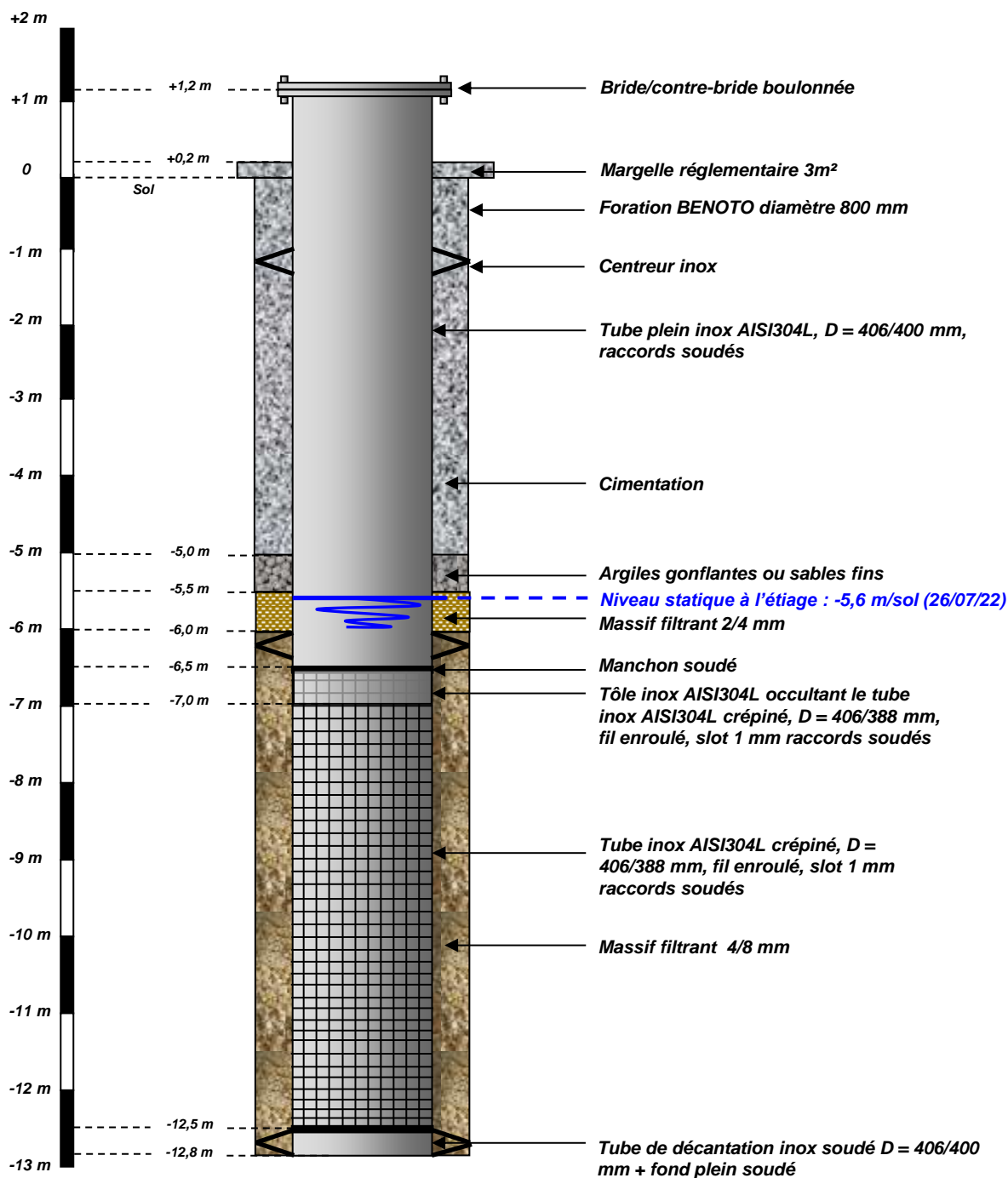


Figure 14 : Coupe technique du forage F3

3. Essais par pompages

3.1. Moyens mis en œuvre

3.1.1. Système de pompage

Les pompages ont été réalisés avec un dispositif mis en place par l'entreprise RESURGENCE qui comprenait (Figure 15) :

- Une pompe d'essai 6/8'' de marque GRUNDFOS et de type SP160-3 permettant l'obtention d'un débit de 160 m³/h sous 62 m de HMT et dont la base a été positionnée à 11 m/bride dans l'ouvrage.
- Une colonne d'exhaure verticale DN125 constituée de barres rigides en acier à raccords vissés, d'une longueur totale de 8 m.
- Un coude à 90° en surface.
- Une conduite de refoulement des eaux pompées en acier galvanisé DN150 à raccords BAUER de 15 m de longueur rejetant les eaux pompées dans un bac de décantation intermédiaire.
- Une pompe de reprise avec un tuyau rigide en acier galvanisé de 10 m puis une conduite souple DN200 refoulant les eaux jusqu'aux berges de l'Hérault.

Après le développement de l'ouvrage et le constat de l'absence de turbidité et de sable dans l'eau pompée, le dispositif de décantation intermédiaire a été retiré.

3.1.2. Système de mesure

Le dispositif de mesure et d'acquisition du débit et du niveau d'eau intégrait :

- Une sonde piézométrique lumineuse pour un contrôle manuel et ponctuel du niveau d'eau.
- Un compteur volumétrique DN150 monté sur une manchette avec une vanne à volant pour le réglage du débit.
- Un capteur de pression de type DIVER positionné dans le forage F3 à 1 m au-dessus de la pompe (pas de temps d'enregistrement 1 minute).
- Des capteurs de pression de marque STS et de type DL/N (0-1b) positionnés dans les ouvrages F1, F2, Pz3, Pz4, Pz5, Pz6, Pz7 et dans l'Hérault (pas de temps d'enregistrement 1 minute) (voir localisation sur la Figure 3).
- Un conductimètre-thermomètre-turbidimètre de marque PONSEL et de type ODEON (Figure 15) et ses cellules de mesure positionnées dans un bac alimenté en continu par un piquage sur le débitmètre (pas de temps d'enregistrement 1 minute).



Figure 15 : Système de pompage et de mesure

3.1.3. Nivellement des ouvrages

Après la pose des capteurs, le forage F3 a été nivelé par nos soins (sommet du tubage). Les résultats sur F3 ainsi que les autres ouvrages sont rappelés ci-dessous :

	X (L93)	Y (L93)	Z (m/sommet du tubage)	Niveau d'eau le 04/07/22	
				Profondeur (m/sommet du tubage)	Cote (m NGF)
F3	740 365	6 278 327	32.26		
F2	740 364	6 278 533	32.40	6.95	25.47
F1	740 379	6 278 528	32.19	6.69	25.50
Pz3	740 354	6 278 637	31.43	5.93	25.50
Pz4	740 328	6 278 540	32.59	7.23	25.36
Pz5	740 372	6 278 529	32.12	6.70	25.42
Pz6	740 443	6 278 523	31.81	6.16	25.65
Pz7	740 362	6 278 474	32.03	6.60	25.43
Hérault	740 272	6 278 570	25.32	0	25.35

Tableau 3 : Coordonnées des ouvrages suivis

3.2. Déroulement des essais par pompages

Les essais par pompages (juillet 2022) ont été mis en œuvre comme suit :

- Pompage de nettoyage et de développement :
 - Paliers progressifs à débits croissants jusqu'à éclaircissement (35 à 80 m³/h) ;
 - Phase d'Arrêts/Démarrages (15mn/5mn) à débits croissants (45 à 80 m³/h) ;
- Essai de puits n°1 : pompages par paliers à débits croissants et enchainés (4x2h enchainés) :
 - Palier 1 au débit de 35m³/h ;
 - Palier 2 au débit de 55 m³/h ;
 - Palier 3 au débit de 74 m³/h ;
 - Palier 4 au débit de 83 m³/h ;
- Essai de puits n°2 : pompages par paliers à débits croissants et enchainés (5x1h enchainés) :
 - Palier 1 au débit de 55 m³/h ;
 - Palier 2 au débit de 72 m³/h ;
 - Palier 3 au débit de 83 m³/h ;
 - Palier 4 au débit de 100 m³/h ;
 - Palier 5 au débit de 112 m³/h ;
- Essai de nappe sur F3 :
 - Pompage de longue durée (52h) au débit continu et constant de 100 m³/h suivi de la remontée (16h). Prélèvement d'eau en cours d'essai.
- Essai de nappe simultané sur F3/F2 :
 - Pompage de longue durée (72h) au débit continu et constant de 80 m³/h sur F3 et 150 m³/h sur F2 suivi de la remontée (48h).

3.3. Pompages de nettoyage et de développement

Sur le forage F3, entre le 07 et le 11/07/2022, nous avons procédé d'abord à une phase de nettoyage par paliers progressifs en augmentant les débits puis rapidement nous avons procédé à une phase de développement par pompages alternés (5 min/15 min) à débit progressifs pour (1) abattre la turbidité et (2) tenter de diminuer le rabattement.

3.3.1. Evolution des rabattements

La Figure 16 présente l'évolution du niveau d'eau en fonction du débit de pompage. Les commentaires sont les suivants :

- Au démarrage à 75 m³/h, le sommet des crépines est déjà dénoyé de près de 0.6 m.
- Au fur et à mesure du développement, on observe une amélioration de la productivité traduite par un niveau dynamique de plus en plus haut en fin de phase de pompage pour des débits de pompage de plus en plus forts :
 - Le 07/07/22 : rabattement de 1.95 m pour un débit de 76 m³/h soit un débit spécifique de 39 m³/h/m ;
 - Le 11/07/22 : rabattement de 1.85 m pour un débit de 85 m³/h soit un débit spécifique de 46 m³/h/m ;
- A la fin du 3^e jour de développement, le niveau dynamique à 85 m³/h n'évolue plus et les crépines sont dénoyées de près de 0.5 m.

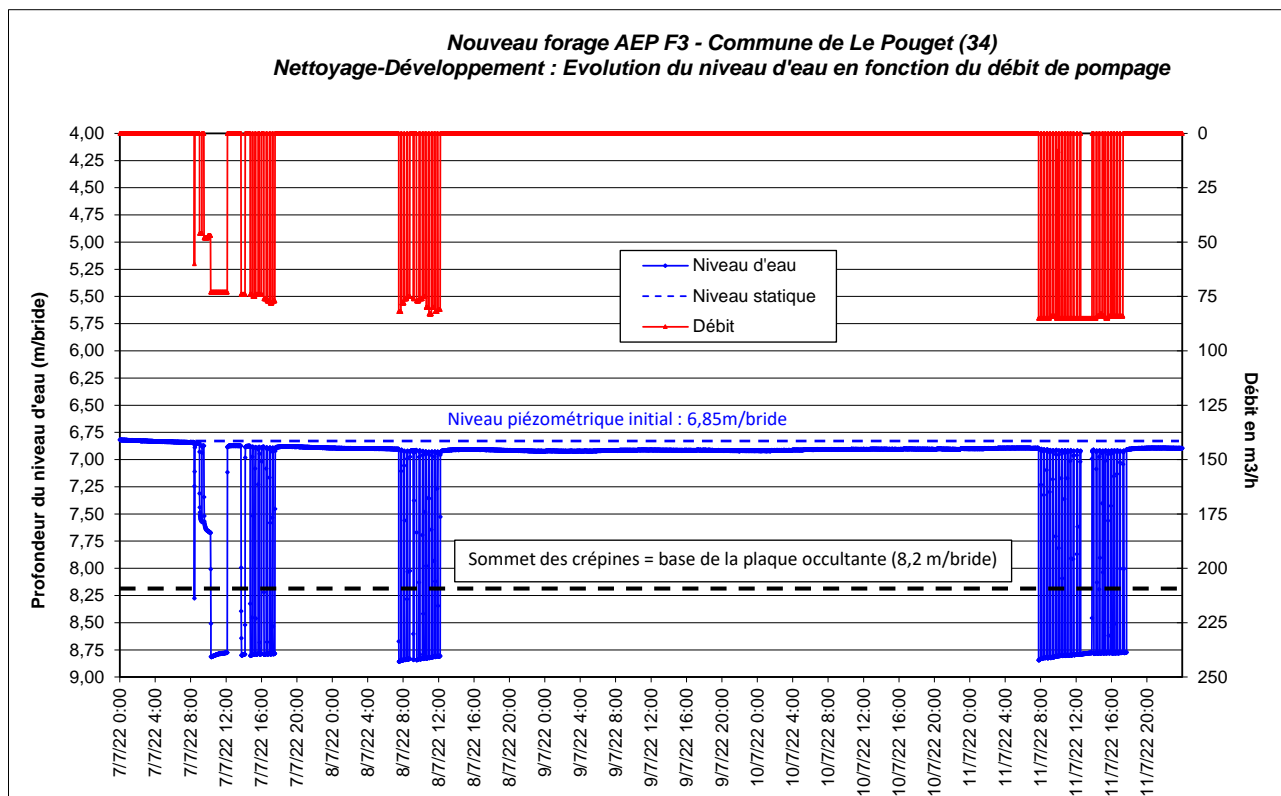


Figure 16 : Pompages de développement par pompages alternés - évolution du niveau dynamique en fonction du débit

3.3.2. Evolution de la turbidité

La Figure 17 présentent l'évolution de la turbidité en fonction du débit au cours du développement. Les commentaires sont les suivants :

- Les pompages progressifs (à 46 et 75 m³/h le 07/07) ont permis d'abattre la turbidité de 500 NTU à 33 NTU.
- Chaque démarrage est souligné par un pic de turbidité qui diminue ensuite. Pour un même débit de pompage, la valeur au pic s'estompe nettement entre le début et la fin de journée.
- Le 11/07/22, en fin de pompage de développement, on constate une nette amélioration de la turbidité (la valeur au pic est bien plus faible : autour de 4 à 5 NTU ; valeur en fin de phase de pompage de 15 minutes : 1 à 2 NTU).

A l'issue de 3 jours de nettoyage et de développement, une nette amélioration de la qualité visuelle de l'eau a été constatée : l'eau était claire et ne comprenait aucune fine.

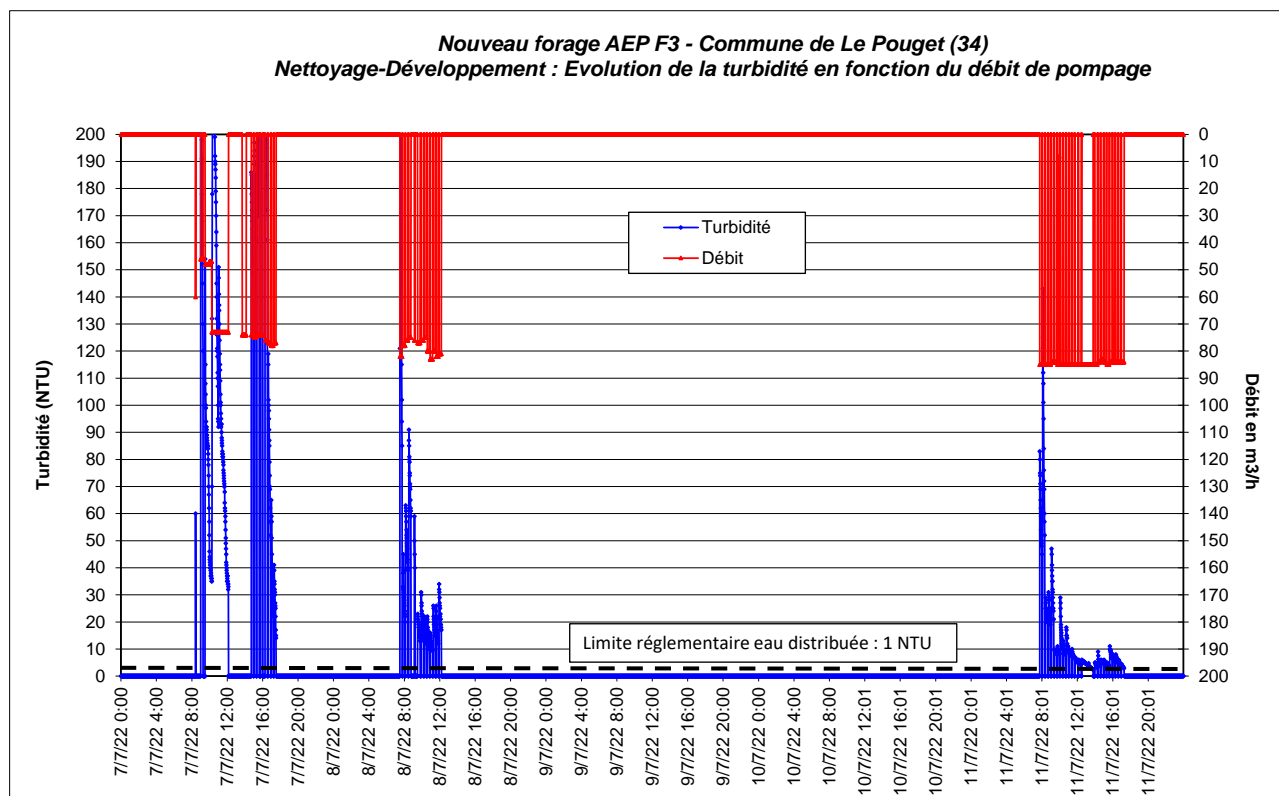


Figure 17 : Pompages de développement par pompages alternés - évolution de la turbidité en fonction du débit

3.3.3. Evolution de la teneur en sable

La Figure 18 présentent l'évolution de la teneur en sable en fonction du débit au cours du développement. Les commentaires sont les suivants :

- On observe un léger pic à chaque démarrage. Ces pics s'estompent au fur et à mesure du développement, passant de 0.5 mL/L à moins de 0.02 mL/L.
- En fin de phase de pompage, la teneur en sable observée passe de 0.05 mL/L à 0, témoignant du bon agencement du massif filtrant et de l'adéquation entre le calibre du gravier additionnel et la granulométrie de la formation aquifère captée.

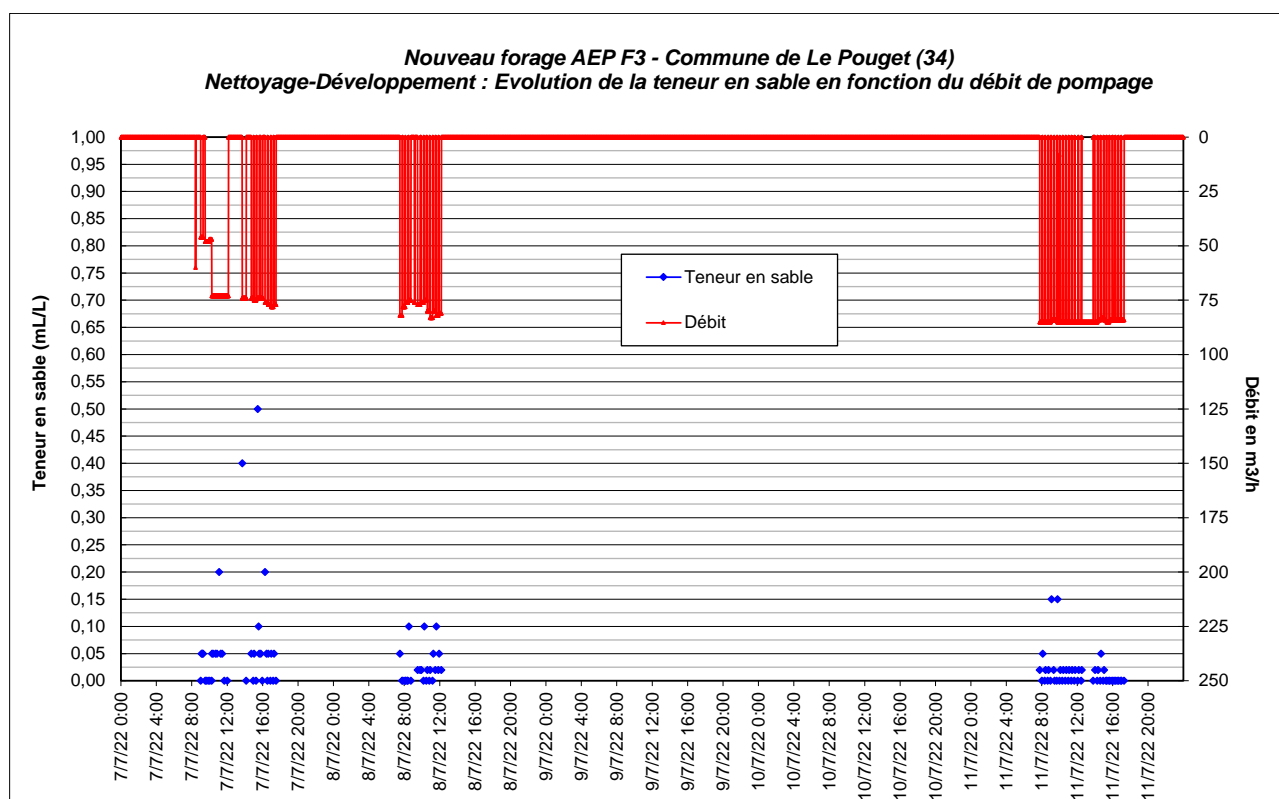


Figure 18 : Pompages de développement par pompages alternés – évolution de la teneur en sable

3.4. Essai de puits à débits croissants et enchainés

3.4.1. Objectifs du pompage

L'objectif des pompages par paliers est de déterminer la productivité du forage F3 et ses caractéristiques hydrauliques et de calculer les pertes de charge.

3.4.2. Débit spécifique / Rabattement spécifique

Les caractéristiques hydrodynamiques du forage F3 ont été établies les 18 et 19/07/2022 à partir des pompages par paliers à débits croissants et enchainés (5 paliers de 1 heure du fait de la rapide stabilisation du niveau dynamique). Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau suivant. Les résultats ont permis de tracer la courbe de l'évolution du niveau d'eau dans l'ouvrage en fonction du débit (Figure 19).

Palier	Durée (min)	Débit Pompage (m ³ /h)	Niveau dynamique (m/bride)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)	Rabattement spécifique (m/m ³ /h)
		0	6.86	0	0	0
P1	60	55	7.54	0.68	80.9	0.012
P2	60	72	7.82	0.96	75.0	0.013
P3	60	83	8.00	1.14	72.8	0.014
P4	60	100	8.35	1.49	67.1	0.015
P5	60	112	>9.09	>2.24	<50.0	>0.020

Tableau 4 : Résultats des pompages par paliers sur le forage F3

Les débits spécifiques sont compris entre 67 et 81 m³/h/m pour des débits compris entre 55 et 100 m³/h.

Notons que :

- Aux trois 1^{ers} paliers le niveau d'eau est stabilisé ;
- Au palier 4 : le niveau d'eau tend à se stabiliser après 1h de pompage ;
- Au palier 5 : le niveau d'eau chute et ne tend pas à se stabiliser (dénoyage des crépines).

3.4.3. Courbe caractéristique

La courbe caractéristique du forage F3 (Figure 20) a été établie à partir des pompages par paliers à débits croissants et enchainés (5 paliers). La courbe présente une rupture nette au-delà de 100 m³/h témoignant de la **présence d'un débit critique entre 105 et 110 m³/h**.

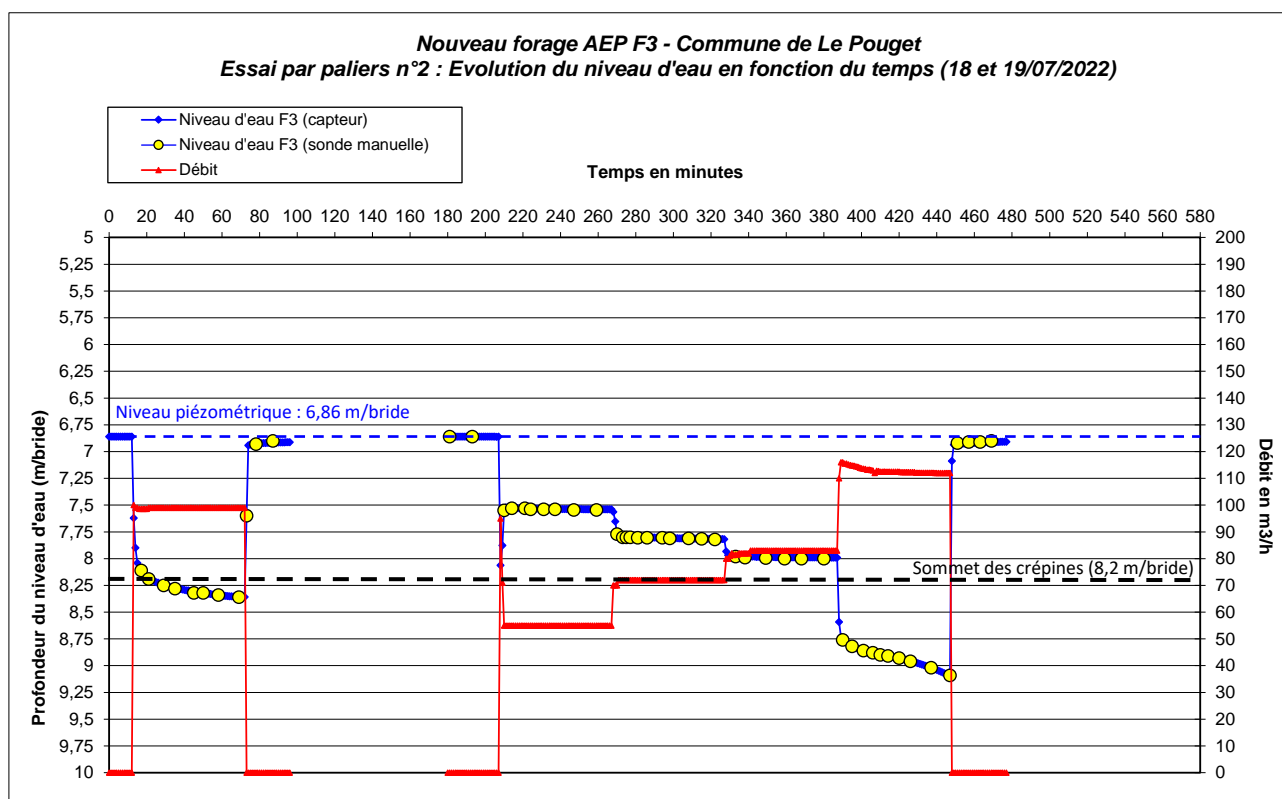


Figure 19 : Essai de puits : évolution du niveau d'eau dans l'ouvrage F3 en fonction du débit de pompage

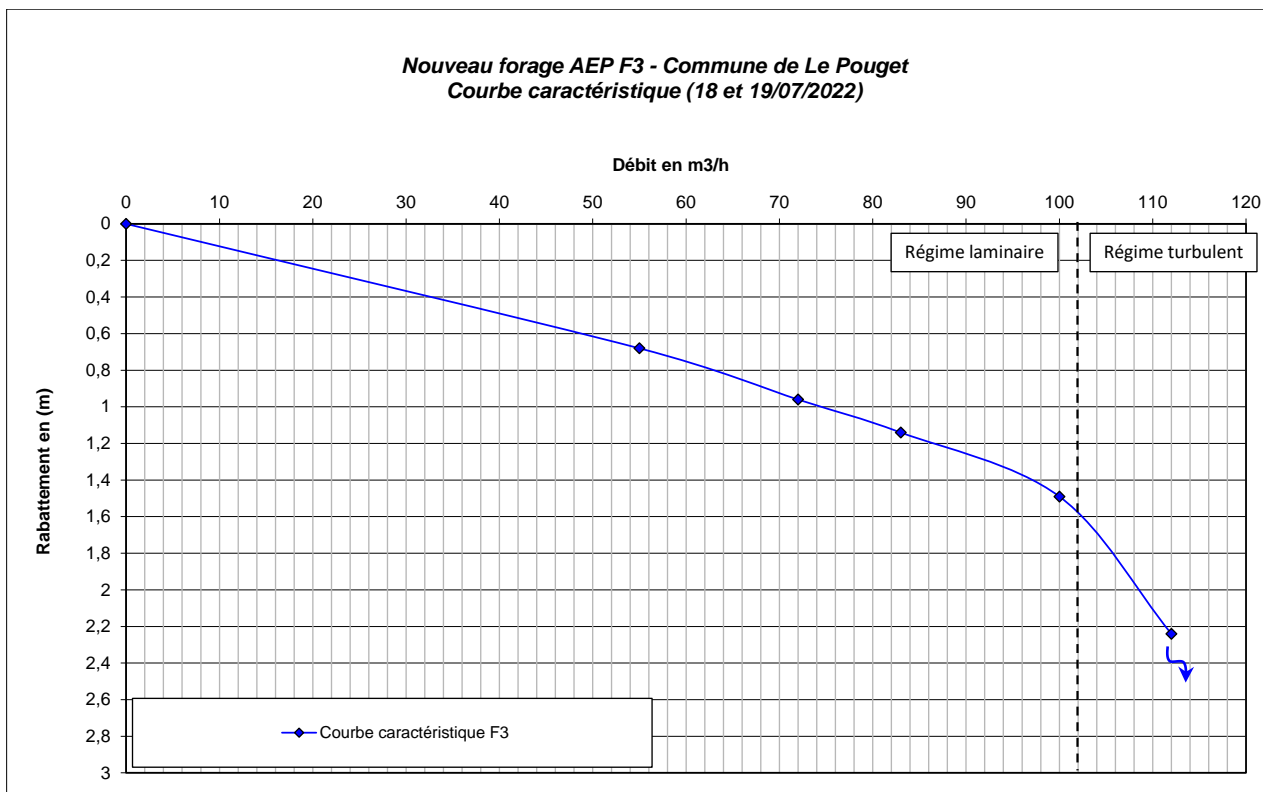


Figure 20 : Courbe caractéristique du forage F3 (18 et 19/07/2022)

3.4.4. Pertes de charge

La courbe caractéristique traduit le rabattement « s » à l'instant t en fonction du débit « Q » (Approximation de Jacob) : $s = B \cdot Q + C \cdot Q^2$ où B et C correspondent aux coefficients de pertes de charge de l'ouvrage. Ces **pertes de charge** sont responsables du rabattement observé et sont d'origine différente :

- Les pertes de charge linéaires $B \cdot Q$, proportionnelles au débit Q, sont typiques de l'aquifère.
- Les pertes charge quadratiques $C \cdot Q^2$, proportionnelles au carré du débit Q (non linéaires), sont provoquées par l'ouvrage et le voisinage de l'ouvrage (dimensionnement de la crépine par rapport aux zones productives, calibre et qualité du massif filtrant, périphérie du massif filtrant = adéquation massif filtrant/granulométrie de la formation).

Le calcul des pertes de charge s'effectue par le biais de l'équation de la dérivée de la courbe caractéristique qui exprime le rabattement spécifique « s_{sp} » en fonction du débit « Q ». L'équation de cette droite est alors de la forme $s_{sp} = B + C \times Q$ où :

- B correspond à la valeur de l'ordonnée à l'origine ;
- C correspond à la pente de la droite.

D'après la droite traduisant le rabattement spécifique (Figure 21), les coefficients des pertes de charge linéaires B et les coefficients des pertes de charge quadratiques C valent :

B	0.009302
C	0.000055

L'équation du rabattement « s » du niveau d'eau dans les ouvrages s'écrit donc :

$$s = 0.009302 \times Q + 0.000055 \times Q^2$$

Pour calculer le rabattement dû à l'équipement, nous avons reporté sur la Figure 22 la courbe caractéristique du forage (courbe bleue) ainsi que la courbe caractéristique amputée du rabattement fonction des pertes de charge quadratiques ($C \cdot Q^2$) liées à l'ouvrage (courbe rouge) et qui caractériserait donc le comportement hydraulique optimal du forage ($s = B \cdot Q$). On constate un écartement progressif des deux courbes reflétant l'augmentation des pertes de charges quadratiques avec le débit de pompage. Dans le détail, celles-ci représentent environ :

- 24.5% à 55 m³/h ;
- 29.7% à 72 m³/h ;
- 33.2% à 83 m³/h ;
- 36.9% à 100 m³/h ;

Le forage présente donc le rendement suivant :

- 75.5% à 55 m³/h ;
- 70.3% à 72 m³/h ;
- 66.8% à 83 m³/h ;
- 63.1% à 100 m³/h.

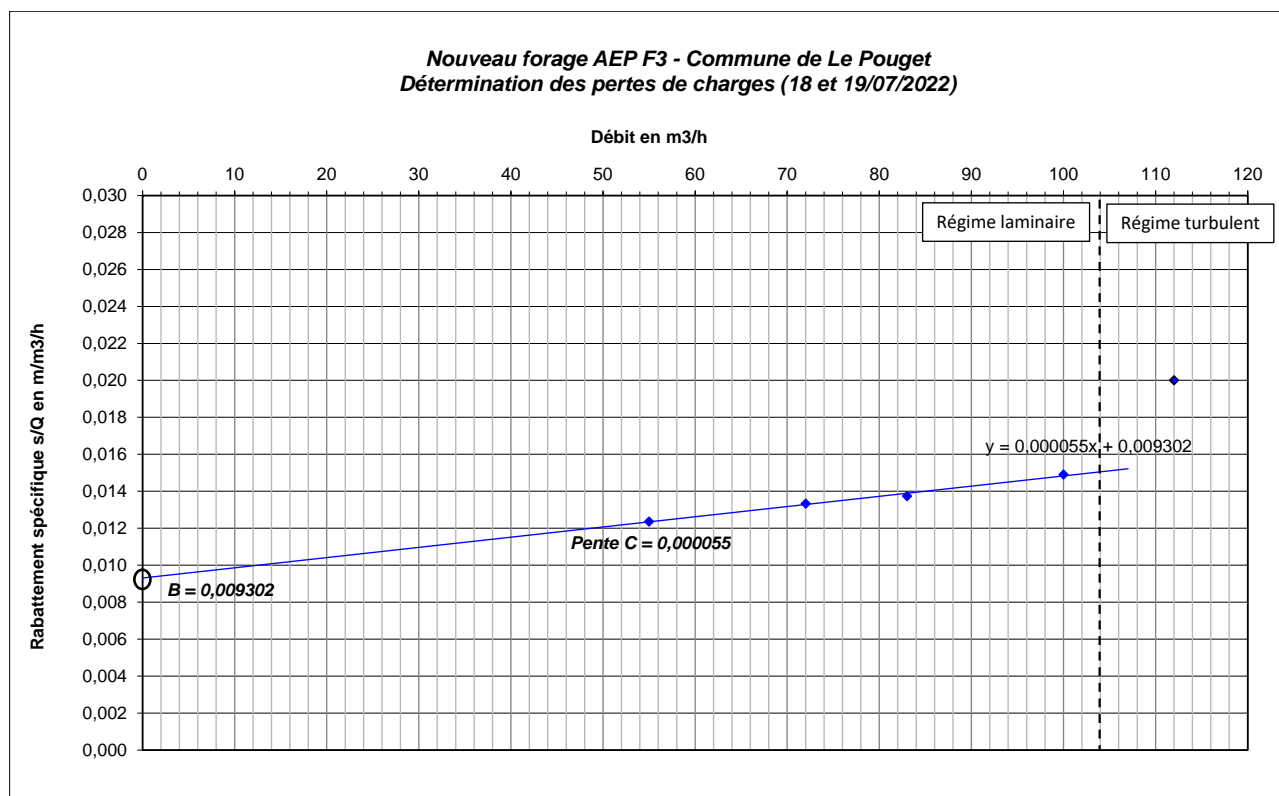


Figure 21 : Calcul des pertes de charge sur le forage F3

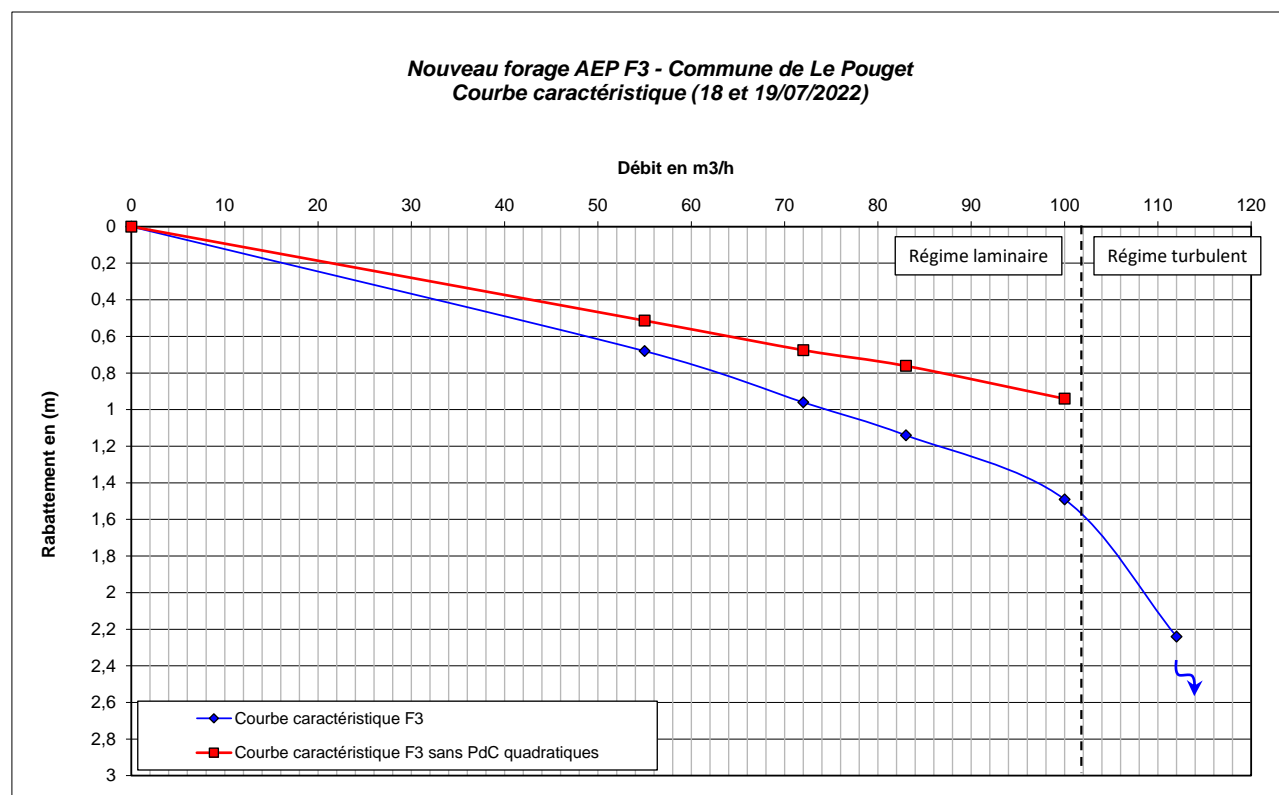


Figure 22 : Détermination graphique des pertes de charge / comportement hydraulique optimal du forage F3

3.5. Essais par pompage de longue durée sur le forage F3

3.5.1. Objectifs du pompage

L'objectif du pompage de longue durée est triple :

- Vérifier que le forage F3 peut être exploité seul sur une longue durée suivant une fréquence définie par l'essai et identifier d'éventuelles limites hydrogéologiques (participation de l'Hérault) ;
- Déterminer les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère (transmissivité, coefficient d'emmagasinement, perméabilité) ;
- Vérifier l'impact (rayon d'action) du prélèvement en F3 sur la ressource et les ouvrages environnants captant le même aquifère.

3.5.2. Déroulement de l'essai de longue durée

Suite aux pompages par paliers, il a été décidé de fixer le débit de pompage de longue durée sur F3 à 100 m³/h en s'autorisant de dénoyer la base de la plaque située à -8,20 m/bride puisque lors des pompages par paliers, ce dénoyage de 15 cm n'a pas eu de conséquence ni sur la qualité ni sur la productivité de l'ouvrage : ce dénoyage n'aura aucun impact sur les conditions d'oxydo-réduction au sein de l'aquifère compte tenu du caractère libre de la nappe et à cela s'ajoute l'absence d'ions fer et manganèse dissous dans l'eau (situation favorable, cf. §4.1.1 en page 58).

Le niveau statique de départ est de 6.90 m/bride.

En vue d'identifier l'impact du prélèvement sur la nappe, tous les ouvrages existants et accessibles autour du forage F3 ont été suivis (Tableau 5).

Ouvrage	Distance au forage F3	Pas de temps d'enregistrement	Niveau statique/repère	Altitude du niveau statique (mNGF)
Forage F3	-	1 minute	6.90	25.36
Forage F2	13 m		7.02	25.38
Forage F1	22 m		6.77	25.42
Pz3	121 m		5.99	25.44
Pz4	39 m		7.24	25.35
Pz5	18 m		6.73	25.39
Pz6	68 m		6.23	25.58
Pz7	45 m		6.68	25.35
Hérault	106 m			25.32

Tableau 5 : Ouvrages suivis pendant les pompages d'essai de longue durée

Au final, le pompage s'est déroulé sur 52h du 19/07 à 13h40 au 21/07/22 vers 17h40. La remontée du niveau d'eau a ensuite été suivie pendant plus de 16h.

Le nivellement des ouvrages ainsi que la campagne de relevé des niveaux d'eau en régime statique avant le démarrage de l'essai permettent d'établir une esquisse piézométrique de la zone (Figure 23). Dans les conditions hydrologiques de juillet 2022, au droit de la zone d'étude, les écoulements s'opèrent d'Est en Ouest en direction de l'Hérault qui draine la nappe. De nouveau, on constate une baisse du gradient hydraulique en aval reflétant une meilleure transmissivité des formations. A contrario, vers l'amont hydraulique en direction des coteaux, le gradient hydraulique semble augmenter (resserrement des courbes isopièzes) reflétant la présence de matériaux aquifères moins transmissifs, couche qui débute à l'Est du forage F1 comme l'indiquaient les résultats des différentes campagnes géophysiques menées antérieurement (2009 et 2020).

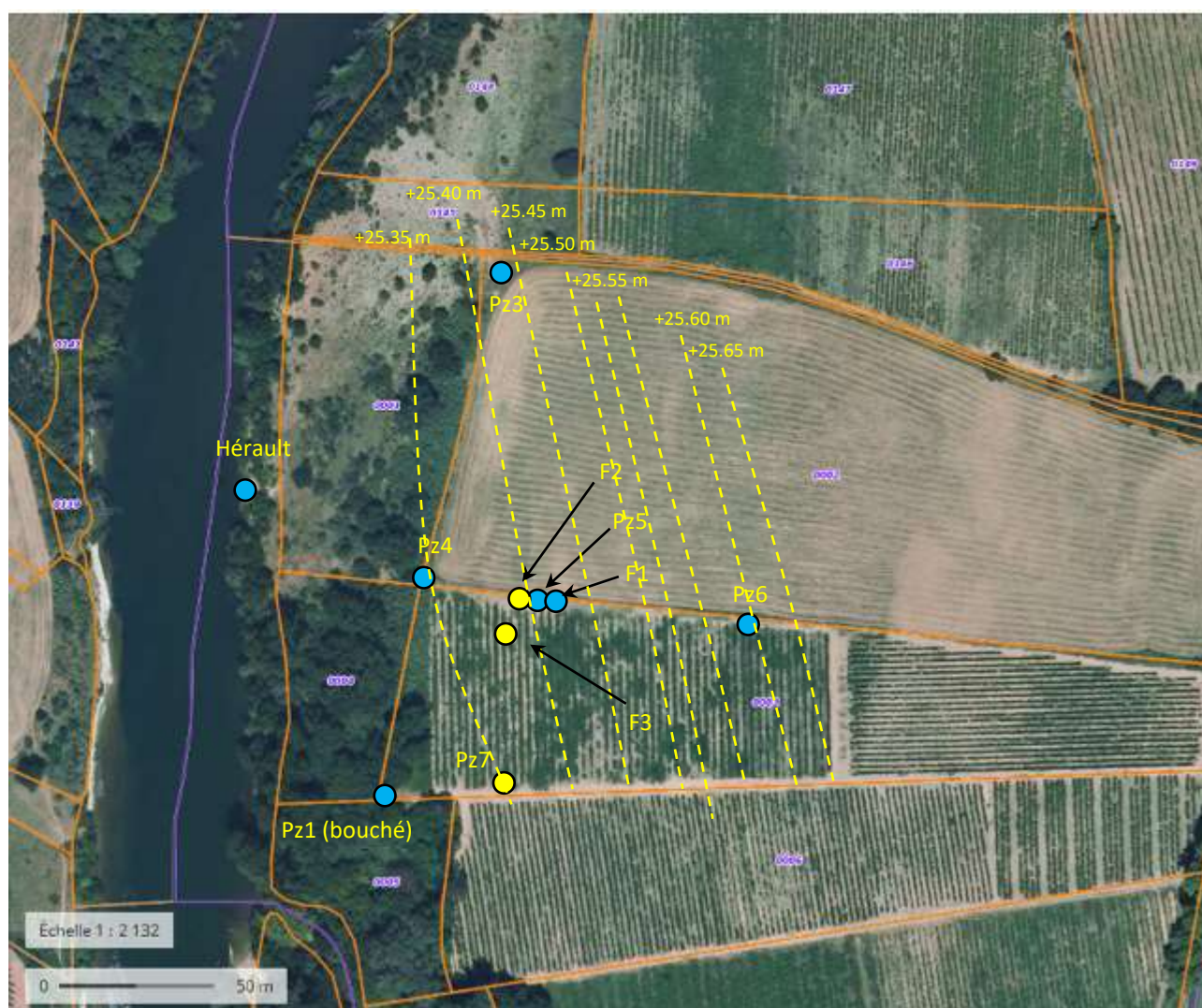


Figure 23 : Esquisse piézométrique en régime statique (19/07/2022)

3.5.3. Evolution du niveau d'eau dans l'ouvrage F3

La Figure 24 amène les commentaires suivants :

- Pendant la première moitié de l'essai, le niveau de l'Hérault est globalement stable. Puis il varie de +3 cm (élévation) à partir d'un temps $t=2100$ mn
- Pendant l'essai, le niveau dynamique baisse régulièrement jusqu'à un temps $t=2100$ mn au-delà duquel le niveau se stabilise. Cette stabilisation apparente est à mettre en lien avec la l'élévation du niveau de l'Hérault qui viendrait compenser la légère baisse du niveau dynamique. Les rabattements observés en cours de pompage à $100 \text{ m}^3/\text{h}$ sont les suivants :

Temps de pompage en continu (à $100 \text{ m}^3/\text{h}$)	Rabattement (m)	Dénoyage crépine
à 2h	1.63	33 cm
à 4h	1.69	39 cm
à 8h	1.74	44 cm
à 12h	1.78	48 cm
à 16h	1.80	50 cm
à 20h	1.81	51 cm

Tableau 6 : Rabattement mesuré en fonction du temps de pompage à $100 \text{ m}^3/\text{h}$

- On observe donc un rabattement de l'ordre de 1.81 m au débit de pompage fixe et continu de $100 \text{ m}^3/\text{h}$ après 20h de pompage en continu amenant un niveau d'eau mesuré à 8.71 m/bride soit un dénoyage des crépines de 0.51 m.
- On observe un rabattement de l'ordre de 1.85 m au débit de pompage fixe et continu de $100 \text{ m}^3/\text{h}$ après 52h de pompage en continu amenant un niveau d'eau mesuré à 8.75 m/bride soit un dénoyage des crépines de 0.55 m.
- Après l'arrêt du pompage, le rabattement résiduel est le suivant :

Temps après arrêt du pompage	Rabattement résiduel (m)	% de retour au régime statique
0	1.85	0%
1h	0.02	98.9%
2h	0.004	99.8%
4h	0	100%

Tableau 7 : Rabattement résiduel dans le forage F3 après arrêt du pompage de longue durée

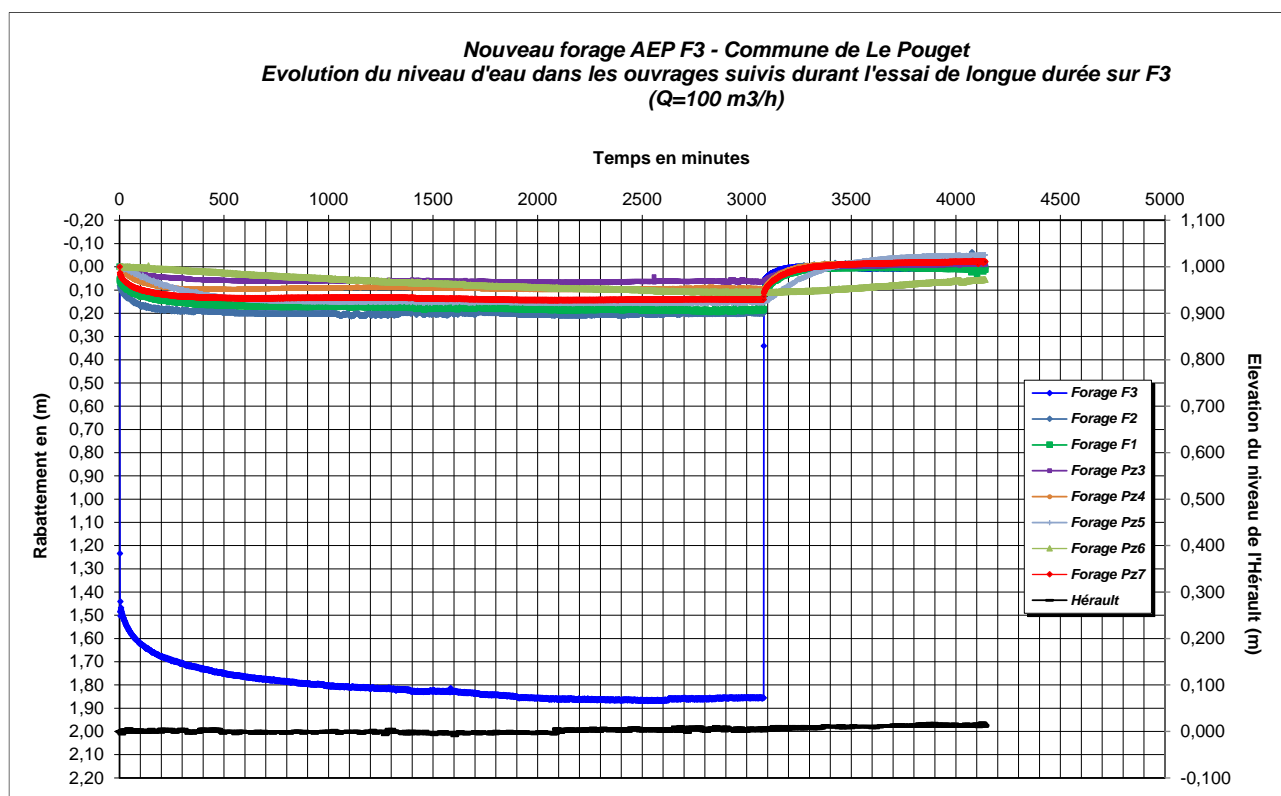


Figure 24 : Evolution du niveau d'eau dans les ouvrages suivis pendant le pompage de longue durée sur F3 (du 19 au 22/07/22)

3.5.4. Calcul des paramètres hydrogéologiques de l'aquifère

3.5.4.1 Transmissivité T et coefficient d'emmaganement S

Pendant la phase de descente (=forage F3 en pompage, Figure 25 et Figure 26)

- La baisse rapide jusqu'à $t=3$ mn est liée aux pertes de charge dans le forage (quadratiques). Puis la pente devient constante (liée à l'écoulement laminaire dans l'aquifère) jusqu'à 2100 mn. La diminution de la pente des rabattements à partir de 2100 mn est à mettre en lien avec le début de la montée de l'Hérault (+3 cm entre $t=2100$ mn et $t=3100$ mn).
- Le suivi de l'évolution des rabattements dans les ouvrages de surveillance permet de constater que tous les ouvrages sont influencés :
 - Les ouvrages F1, F2, Pz7, Pz4 et Pz3 présentent tous une pente constante jusqu'à 500 à 800 mn. Au-delà on observe une ondulation piézométrique à la faveur d'une baisse du rabattement (= montée du niveau d'eau) d'ordre centimétrique, peut-être en lien avec une ondulation centimétrique du niveau de l'Hérault observable entre $t=20$ mn et $t=1400$ mn. Il y aurait donc un décalage de réaction de l'aquifère d'environ 8 à 10h pour des micro-variations du fleuve (les ouvrages les plus proches Pz4 et Pz7 réagissent les premiers). La montée de l'Hérault de +3 cm perceptible à partir de

t=2100 mn impacte de nouveau ces 5 ouvrages avec une nouvelle baisse du rabattement (= élévation piézométrique).

- L'ouvrage Pz5 présente une accentuation nette de sa pente à la différence des autres ouvrages suivis. De plus, cet ouvrage est situé à mi-distance entre les deux ouvrages F2 et F1 (qui réagissent dans la minute vis-à-vis du pompage en F3) et présente un retard de réaction de plus de 50 mn (ce constat avait déjà été observé en septembre 2021). Ce décalage pourrait être dû soit à un colmatage de l'ouvrage soit à l'absence de crépinage de l'ouvrage (tube acier jusqu'à 15 m autorisant les venues d'eau uniquement par le fond). On observe à ce titre le même phénomène à la remontée (cf. § « phase de remontée »). Cet ouvrage n'est pas exploité dans la suite de l'analyse.
- Comme en septembre 2021, l'ouvrage Pz6 présente une pente de descente bien différente de tous les autres ouvrages. Cette allure est à mettre en lien avec sa position en amont hydraulique où l'alimentation s'effectue exclusivement par les coteaux. Cette dernière soutient le niveau piézométrique pendant environ 120 mn puis le rayon d'action du prélèvement en F3 atteint l'ouvrage Pz6.

Les paramètres de l'aquifère calculés sur la descente sont les suivants (cohérents avec les données de 2021) :

Transmissivité T (m ² /s)	Débit de prélèvement (m ³ /h)	Descente (2022)	Descente (2021)
F3 (entre t=20mn et t=1000mn)	100	3.0×10^{-2}	
F2 (entre t=20mn et t=300mn)		7.9×10^{-2}	9.9×10^{-2}
F1 (entre t=40mn et t=500mn)		8.3×10^{-2}	1.4×10^{-1}
Pz3 (entre t=40mn et t=500mn)		1.6×10^{-1}	2.2×10^{-1}
Pz4 (entre t=20mn et t=300mn)		8.0×10^{-2}	1.3×10^{-1}
Pz6 (entre t=800mn et t=1500mn)		4.9×10^{-2}	9.9×10^{-2}
Pz7 (entre t=20mn et t=400mn)		9.2×10^{-2}	1.3×10^{-1}

Tableau 8 : Transmissivité de l'aquifère calculée à la descente (pompage de longue durée du 19 au 21/07/22)

Pendant la phase de remontée (=forage F3 à l'arrêt, Figure 25 et Figure 26)

- La pente constante de la courbe du forage F3 ne présente pas de changement d'allure (pas d'inflexion, pas de cassure) ce qui témoigne de l'absence de modification des conditions de circulation au sein de l'aquifère.
- Le suivi de l'évolution des rabattements dans les ouvrages de surveillance amène les commentaires suivants :
 - Les ouvrages F1, F2, Pz7, Pz3 et Pz4 présentent tous une pente de même allure, constante entre 20 et 200 mn.
 - L'ouvrage Pz5 présente de nouveau un retard marqué par rapport aux ouvrages proches F1 et F2 (ouvrage colmaté ou non crépiné). Cet ouvrage sera retiré de l'analyse des paramètres hydrogéologiques.
 - L'ouvrage Pz6 présente un net retard de réactivité à l'arrêt du pompage (environ 130 mn). Cela semble indiquer que la résorption du cône de rabattement créé par

le prélèvement dans F3 s'effectue en majorité par une alimentation par l'Hérault. L'ouvrage Pz6 se trouvant à l'opposé, la remontée est donc retardée et plus lente ne permettant pas un retour rapide au niveau statique de départ. De nouveau, cela semble refléter de manière corolaire, qu'en pompage, la part d'alimentation par les coteaux est très faible. Cela corrobore les résultats du modèle réalisé par ARTESIE en 2013 qui indiquaient que 80% de l'alimentation au forage F1 en pompage à 70 m³/h provenaient de l'Hérault. Cette part est probablement plus importante au débit testé ici de 100 m³/h.

Les paramètres de l'aquifère sur la base de la remontée sont les suivants (cohérents avec les données de 2021) :

Transmissivité T (m ² /s)	Débit de prélèvement (m ³ /h)	Remontée (2022)	Remontée (2021)
F3 (entre t=20mn et t=200mn)	0	1.2×10^{-1}	-
F2 (entre t=40mn et t=200mn)		5.3×10^{-2}	7.6×10^{-2}
F1 (entre t=30mn et t=200mn)		6.3×10^{-2}	7.6×10^{-2}
Pz3 (entre t=20mn et t=500mn)		1.3×10^{-1}	2.3×10^{-1}
Pz4 (entre t=40mn et t=200mn)		6.2×10^{-2}	8.2×10^{-2}
Pz6 (entre t=500mn et t=1000mn)		5.3×10^{-2}	3.7×10^{-2}
Pz7 (entre t=50mn et t=200mn)		5.9×10^{-2}	8.2×10^{-2}

Tableau 9 : Transmissivité de l'aquifère calculée à la remontée (pompage de longue durée du 19 au 21/07/22)

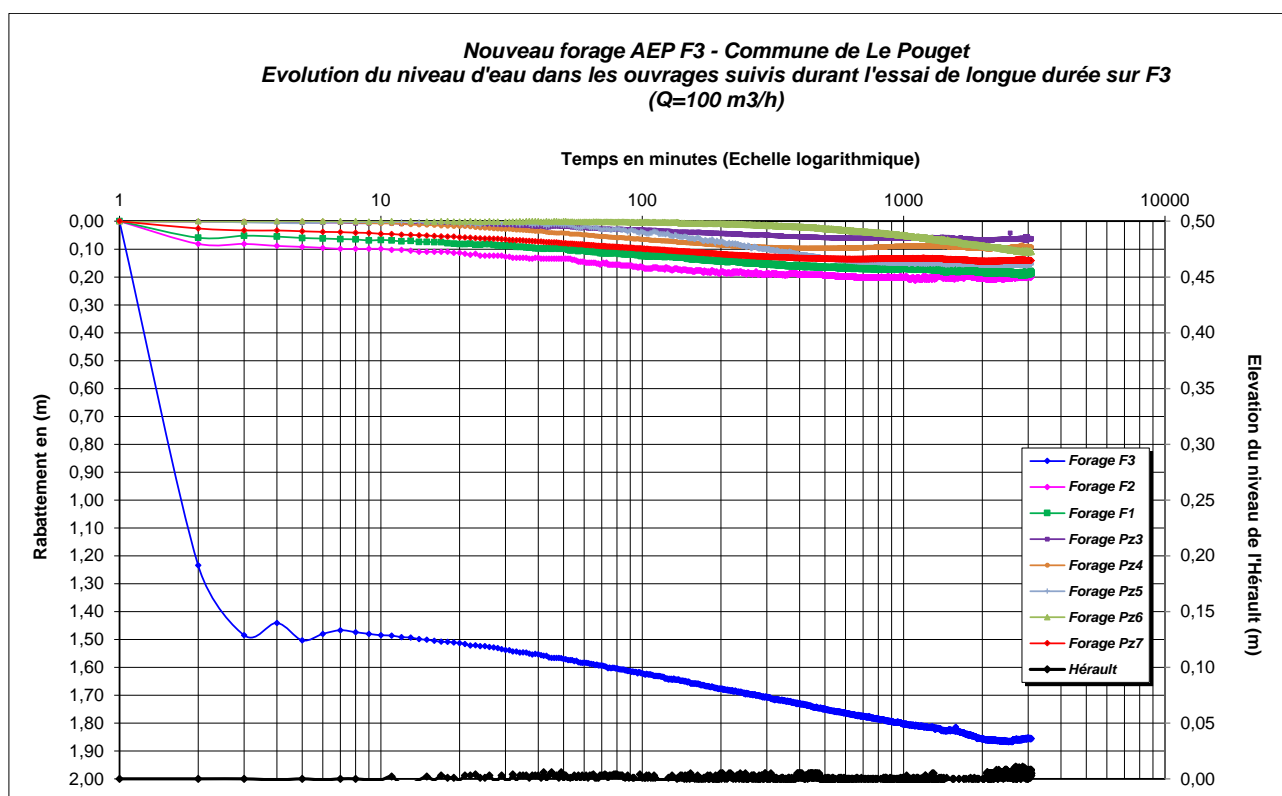


Figure 25 : Pompage de longue durée sur F3 du 19 au 21/07/22 (Descente)

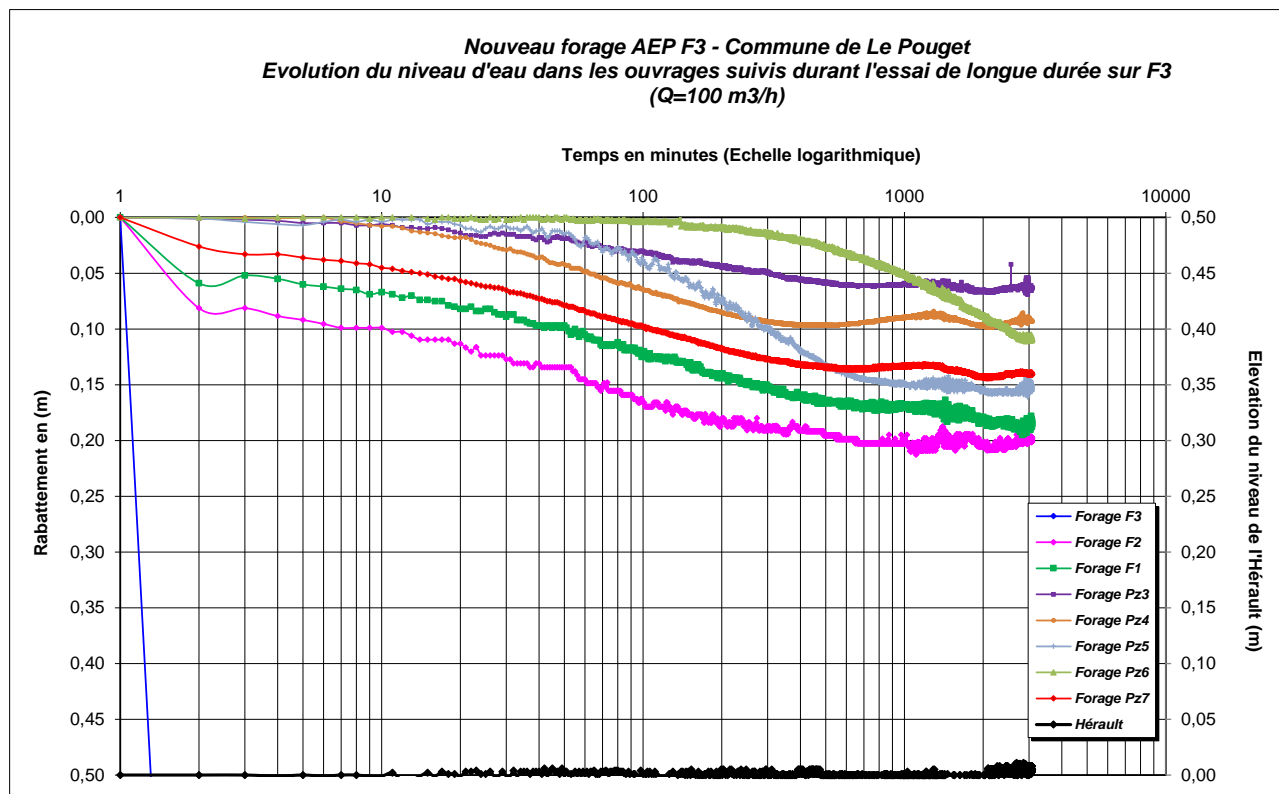


Figure 26 : Pompage de longue durée sur F3 du 19 au 21/07/22 (Descente) – Zoom sur les ouvrages de suivi

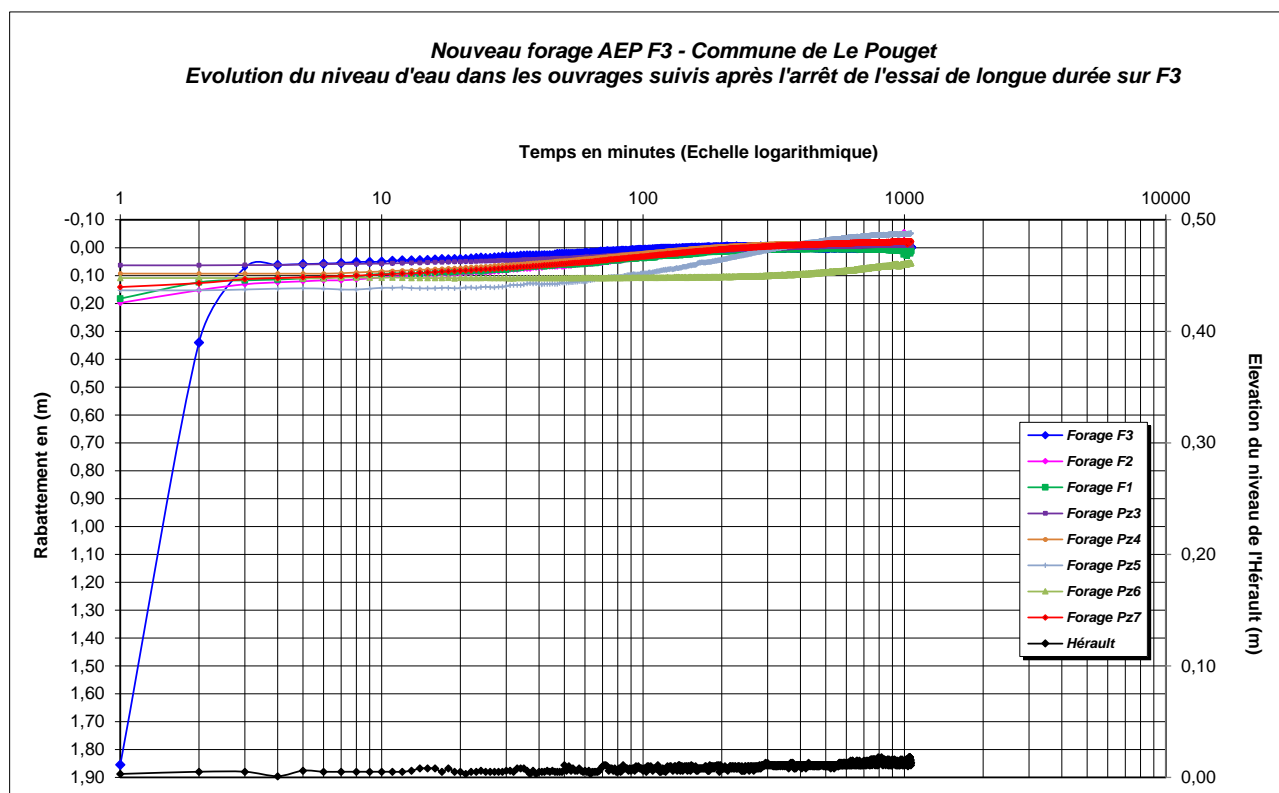


Figure 27 : Pompage de longue durée du 21 au 22/07/22 (Remontée)

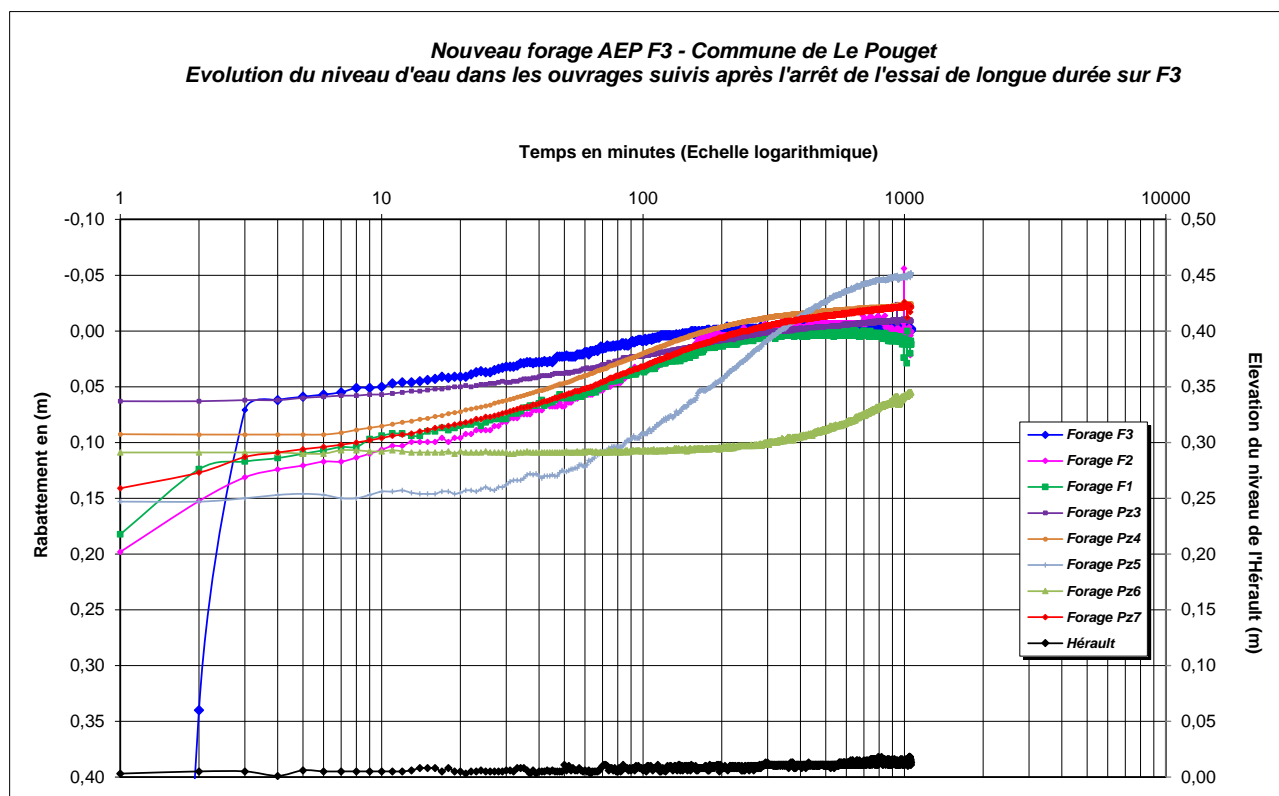


Figure 28 : Pompage de longue durée du 21 au 22/07/22 (Remontée) – Zoom sur les ouvrages de suivi

Calcul du coefficient d'emmagasinement S

La détermination du coefficient d'emmagasinement nécessite au moins un ouvrage d'observation.

Tous les ouvrages suivis sont influencés et permettent de calculer ce paramètre de l'aquifère à l'exception de Pz5 que nous avons écarté de l'analyse. Compte tenu du pas de temps d'enregistrement des capteurs (1 minute), pour les ouvrages F1, F2 et Pz7 réagissant pour un temps inférieur à 1 minute, le coefficient d'emmagasinement calculé est donc sur-estimé. Au final nous retiendrons les valeurs suivantes :

	2022		2021	
	Coefficient d'emmagasinement S (sans unité)	Coefficient d'emmagasinement S (%)	Coefficient d'emmagasinement S (sans unité)	Coefficient d'emmagasinement S (%)
F3				
F2	$<6.2 \times 10^{-2}$	$<6.2\%$	-	-
F1	$<2.3 \times 10^{-2}$	$<2.3\%$	$<1.3 \times 10^{-1}$	$<13\%$
Pz3	4.1×10^{-2}	0.41%	1.2×10^{-2}	1.2%
Pz4	4.2×10^{-2}	4.2%	4.3×10^{-2}	4.3%
Pz6	1.6×10^{-1}	16%	8.7×10^{-2}	8.7%
Pz7	$<6.2 \times 10^{-3}$	$<0.6\%$	1.1×10^{-2}	1.1%

Tableau 10 : Coefficient d'emmagasinement de l'aquifère

Nous retiendrons une valeur moyenne de 0.4 à 16% de coefficient d'emmagasinement, valeurs cohérentes avec celles évaluées en 2021 (de 1 à 9%).

3.5.4.2 Perméabilité

Nous obtenons alors la **perméabilité K** par la formule $T = K \cdot h$ où h correspond à la hauteur de l'aquifère. Sur la base des données de remontée (n'intégrant pas les pertes de charge sur F3), les résultats sont les suivants (valeurs cohérentes avec celles de 2021) :

	Hauteur aquifère (m)	Perméabilité K (m/s) (2022)	Perméabilité K (m/s) (2021)
F3	6.80	1.8×10^{-2}	-
F2	7.12	7.4×10^{-3}	1.1×10^{-2}
F1	7.26	8.6×10^{-3}	1.1×10^{-2}
Pz3	9.19	1.4×10^{-2}	2.6×10^{-2}
Pz4	4.15	1.5×10^{-2}	2.0×10^{-2}
Pz6	3.77	1.4×10^{-2}	9.9×10^{-3}
Pz7	5.83	7.4×10^{-3}	1.4×10^{-2}
Moyenne		1.21×10^{-2}	1.53×10^{-2}

Tableau 11 : Perméabilité de l'aquifère

Nous retiendrons une valeur moyenne de 1.21×10^{-2} m/s.

3.5.5. Impact du prélèvement sur la ressource

3.5.5.1 Rayon d'action

Le rayon d'action correspond à la distance au-delà de laquelle le rabattement calculé par l'expression de Jacob est nul. Graphiquement il s'exprime par l'extrapolation du rabattement observé dans les ouvrages suivis en fonction de la distance au forage. En régime transitoire, ce rayon d'action croît avec l'allongement de la durée de pompage.

En fin de pompage de longue durée, les rabattements observés dans les ouvrages sont :

- 1.17 m sur F3 (en soustrayant les pertes de charge quadratiques = 36.9%) ;
- 0.20 m sur F2 ;
- 0.18 m sur F1 ;
- 0.06m sur Pz3 ;
- 0.09 m sur Pz4 ;
- 0.15 m sur Pz5 ;
- 0.11 m sur Pz6 ;
- 0.14 m sur Pz7.

Les figures suivantes permettent d'approcher le rayon d'action du prélèvement. Par extrapolation du rabattement en fonction de la distance à l'axe des forages, il apparaîtrait que le rayon d'action de ce prélèvement à débit constant et continu de 100 m³/h serait de l'ordre de :

- 170 m vers l'Est (amont hydraulique) ;
- 110 à 170 m vers le Nord et le Sud (latéral) ;
- 80 m vers l'Ouest (aval hydraulique).

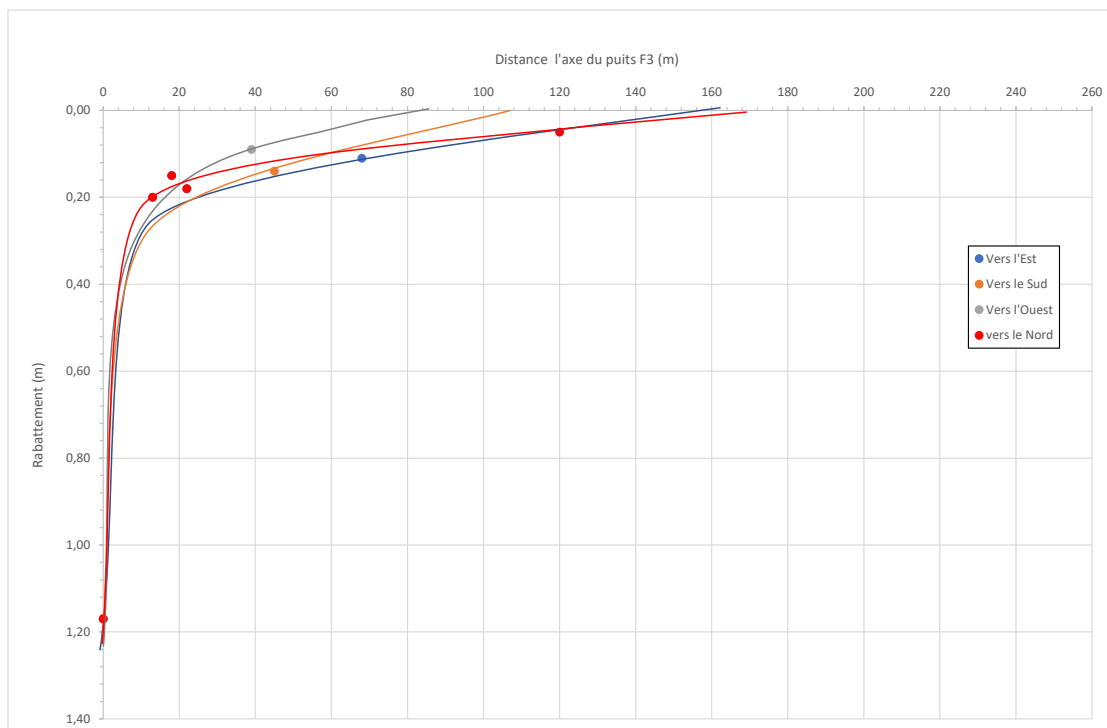


Figure 29 : Détermination graphique du rayon d'action du prélèvement de 100 m³/h dans l'ouvrage F3



Figure 30 : Carte des iso-rabattements (F3 à 100 m³/h)

3.5.5.2 Piézométrie influencée et zone d'appel

Pour établir une carte piézométrique en régime influencé par le prélèvement, nous avons utilisé les données de nivellement suivantes :

Ouvrage	Altitude Z du repère (m NGF)	Repère	Niveau statique / repère (m) (19/07/2022)	Niveau dynamique / repère (m) (21/07/2022)	Altitude Z du niveau dynamique (m NGF)
F3	32.26	Sommet tubage inox	6.90	8.75	23.51
F2	32.42	Sommet tubage inox	7.02	7.22	25.20
F1	32.19	Sommet tubage acier	6.77	6.95	25.24
Pz3	31.43	Sommet capot acier	5.99	6.04	25.39
Pz4	32.59	Sommet capot acier	7.24	7.33	25.26
Pz5	32.12	Sommet capot acier	6.73	6.88	25.24
Pz6	31.91	Sommet tubage PVC	6.23	6.34	25.57
Pz7	32.03	Sommet capot acier	6.68	6.82	25.21
Hérault	25.32	Fil de l'eau	-	-	25.34

Tableau 12 : Altitudes du niveau d'eau dans les ouvrages instrumentés et suivis pendant l'essai de longue durée sur F3

Les chroniques piézométriques enregistrées durant la totalité des essais couplées aux données de nivellement ont permis d'établir une esquisse piézométrique en régime influencé par le prélèvement à 100 m³/h dans l'ouvrage F3 (Figure 31). Au final, les commentaires sont les suivants :

- On constate que la zone d'appel est importante. Le front d'appel est supérieur à 250 m du Nord au Sud.
- La zone d'appel semble s'étirer légèrement selon une direction Nord-Sud, reflétant vraisemblablement l'axe du paléo-chenal identifié à la géophysique.
- Le prélèvement sollicite à la fois les coteaux mais également fortement l'Hérault.

Cette piézométrie en régime dynamique et cohérente avec celle établie en 2021 lors du pompage sur F2 (à 180 m³/h) et confirme les résultats d'ARTESIE (2013) qui indiquaient une participation de l'Hérault au cours du pompage de 70 m³/h sur F1.



Figure 31 : Esquisse piézométrique en régime influencé (21/07/2022)

3.6. Essais par pompage de longue durée simultanée F2+F3

3.6.1. Objectifs du pompage

Le débit cumulé escompté par le Maître d'Ouvrage est de 230 m³/h. Ce pompage a donc un double objectif :

- Vérifier que les deux forages F2 et F3 peuvent être exploités en simultané sur une longue durée suivant une fréquence définie par l'essai.
- Vérifier l'impact du double prélèvement F2+F3 sur la ressource et les ouvrages environnants captant le même aquifère et caractériser la participation de l'Hérault.

3.6.2. Déroulement de l'essai de longue durée

Nous avons évalué le débit de pompage à tester sur F2 à 150 m³/h au regard des données de pompage de septembre 2021 sur F2 et de juillet 2022 sur F3. Ce débit engendrerait un rabattement supplémentaire d'environ 0.2 m sur F3. C'est pourquoi, dans un premier temps, pour vérifier la faisabilité de ce débit nous avons d'abord réalisé le 22/07/2022 à 9h un test par pompage sur F2 seul à 150 m³/h pendant 1h en contrôlant l'impact sur l'ouvrage F3 (à l'arrêt).

De manière corolaire, il a été décidé de fixer le débit de pompage sur F3 à 80 m³/h. A ce débit, l'impact sur le forage F2 a été évalué à 0.15 m de rabattement supplémentaire.

Finalement, après cette phase d'ajustement, l'essai s'est déroulé comme suit :

- Le 22/07/2022 - 12h30 : démarrage de l'ouvrage F3 seul à 80 m³/h ;
- Le 22/07/2022 – 13h00 : démarrage de l'ouvrage F2 à 150 m³/h en décalé de 30 mn ;
- Le 25/07/2022 – 13h30 : arrêt des deux pompes et suivi de la remontée ;
- Le 26/07/2022 – 14h00 : arrêt du suivi de la remontée.

En vue d'identifier l'impact du prélèvement sur la nappe, tous les ouvrages existants et accessibles autour du forage F3 ont été suivis (Tableau 5).

Ouvrage	Pas de temps d'enregistrement	Niveau statique/repère (m) au 22/07/2022 à 10h	Altitude du niveau statique (mNGF)
Forage F3	1 minute	6.88	25.38
Forage F2		7.00	25.40
Forage F1		6.75	25.44
Pz3		5.97	25.46
Pz4		7.21	25.38
Pz5		6.68	25.44
Pz6		6.31	25.50
Pz7		6.66	25.37
Hérault			25.34

Tableau 13 : Ouvrages suivis pendant les pompes d'essai de longue durée

Au final, le pompage s'est déroulé sur 72h du 22/07/22 à 12h30 au 25/07/2022 à 13h30. La remontée du niveau d'eau a ensuite été suivie pendant plus de 24h.

3.6.3. Evolution du niveau d'eau dans les ouvrages F2 et F3

La Figure 32 amène les commentaires suivants :

- Pendant l'essai, le niveau de l'Hérault est très stable. Il a varié de 1 cm sur 72h.
- Pendant l'essai, les niveaux dynamiques sur F2 et sur F3 baissent régulièrement mais tendent à se stabiliser. Les rabattements observés en cours de pompage sont les suivants :

Temps de pompage en continu	Rabattement (m) sur F3 à 80 m ³ /h	Dénoyage crépine	Rabattement (m) sur F2 à 150 m ³ /h	Dénoyage crépine
à 2h	1.14		0.83	
à 4h	1.22		0.89	
à 8h	1.29		0.96	
à 12h	1.32		1.00	
à 16h	1.35		1.03	
à 20h	1.37		1.05	
à 72h	1.44		1.08	

Tableau 14 : Rabattement mesuré en fonction du temps de pompage à 100 m³/h

- Sur F3 :
 - On mesure un rabattement de 1.37 m au débit de pompage fixe et continu de 80 m³/h après 20h de pompage en continu amenant un niveau d'eau mesuré à 8.25 m/bride soit au niveau du top-crépine.
 - On observe un rabattement de 1.44 m au débit de pompage fixe et continu de 80 m³/h après 72h de pompage en continu amenant un niveau d'eau mesuré à 8.32 m/bride soit un dénoyage des crépines de 0.12 m.
 - En fin de pompage d'essai, la baisse du niveau dynamique est de l'ordre de 0.5cm/2h.
- Sur F2 :
 - On mesure un rabattement de 1.05 m au débit de pompage fixe et continu de 150 m³/h après 20h de pompage en continu amenant un niveau d'eau mesuré à 8.05 m/bride soit une hauteur d'eau restante au-dessus du top-crépine de +0.05 m (top-crépines situé à 8.1 m/bride).
 - On observe un rabattement de 1.08 m au débit de pompage fixe et continu de 150 m³/h après 72h de pompage en continu amenant un niveau d'eau mesuré à 8.08 m/bride soit au niveau du top-crépine.
 - En fin de pompage, le niveau dynamique est quasi stable.
- Après l'arrêt du pompage, le rabattement résiduel est le suivant :

Temps après arrêt du pompage	F3		F2	
	Rabatement résiduel (m)	% de retour au régime statique	Rabatement résiduel (m)	% de retour au régime statique
0	1.44	0%	1.08	0%
1h	0.23	84.0%	0.23	79.7%
2h	0.17	88.2%	0.15	86.1%
4h	0.12	91.7%	0.07	93.5%
6h	0.09	93.7%	0.04	96.3%

Tableau 15 : Rabattement résiduel dans les forages F2 et F3 après arrêt du pompage de longue durée

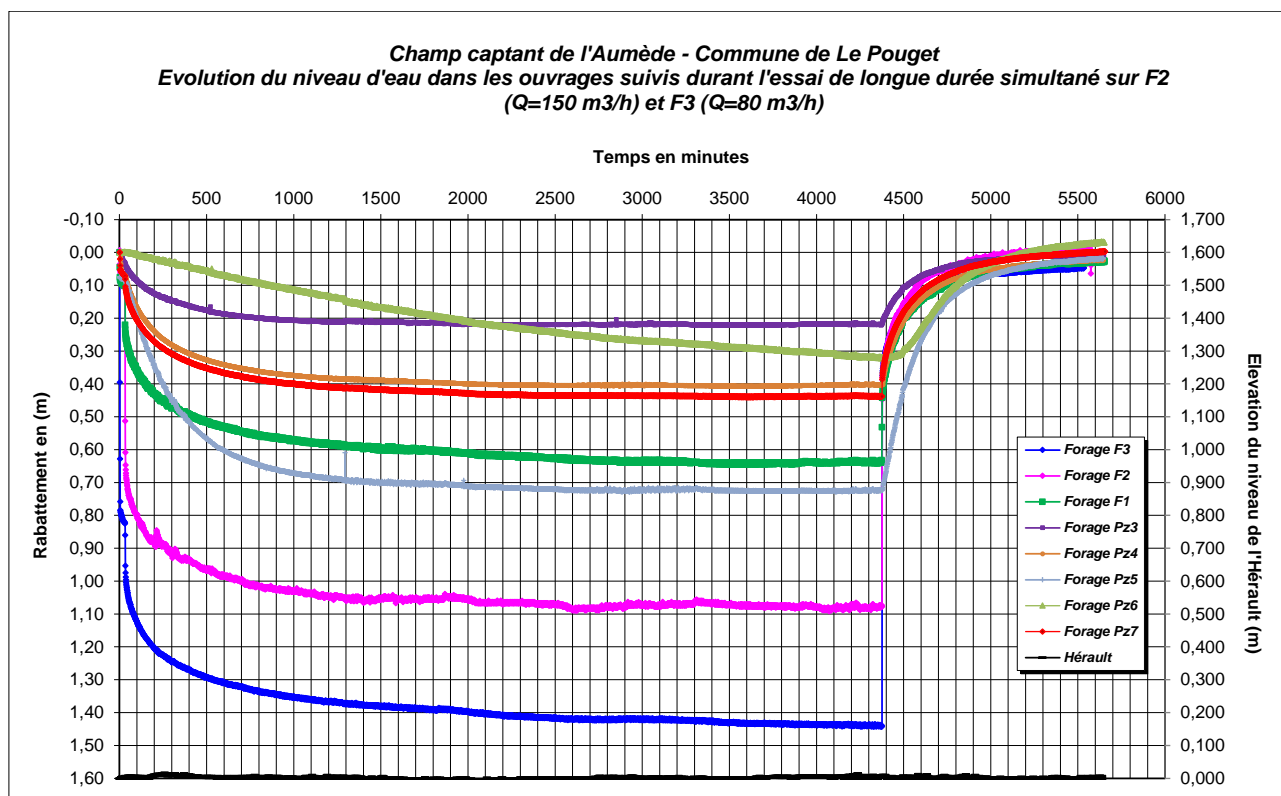


Figure 32 : Evolution du niveau d'eau dans les ouvrages suivis pendant le pompage de longue durée simultané F2+F3 (du 22 au 25/07/22)

Globalement, on retrouve le même comportement hydrogéologique de l'aquifère alluvial à savoir :

Pendant la phase de descente (=forage F3+F2 en pompage, Figure 33 et Figure 34)

- Pour les ouvrages de prélèvement F2 et F3 :
 - La baisse rapide de départ est liée aux pertes de charge dans les forages (quadratiques).
 - Puis les pentes deviennent constantes (liée à l'écoulement laminaire dans l'aquifère). Les pentes sont quasi identiques d'un ouvrage à l'autre.
 - Au-delà d'un temps t d'environ 1400 mn, on observe une baisse de la pente des deux courbes (donc de la vitesse de baisse du niveau dynamique dans chaque ouvrage). Pour autant le niveau de l'Hérault n'a pas varié. Il semble donc que le cône d'influence du double prélèvement atteigne une limite alimentée, en l'occurrence l'Hérault.
- Pour les ouvrages de surveillance :
 - Les ouvrages F1, Pz7, Pz4 et Pz3 présentent tous une pente constante jusqu'à 600 à 900 mn selon les ouvrages.
 - Au-delà, on observe, comme pour les ouvrages de pompage F2 et F3, une baisse de la pente (donc de la vitesse de baisse du niveau dynamique dans chaque ouvrage). Pour autant l'Hérault n'a pas varié. Le calcul de la distance limite théorique d (cf. §3.6.4.1 en page en 53) semble corroborer avec la distance à l'Hérault, ce dernier alimenterait l'aquifère en pompage. Cette participation est perceptible d'autant plus rapidement que le piézomètre considéré est proche de l'Hérault.
 - L'ouvrage Pz5 présente toujours cette même accentuation nette de la pente à la différence des autres ouvrages suivis avec toujours un retard de réaction par rapport à l'ouvrage F1 proche mais pourtant plus éloigné du forage F2 (liée probablement à une mauvaise configuration technique ou à un colmatage). Cet ouvrage est retiré de l'analyse.
 - L'ouvrage Pz6 présente toujours une allure de pente concave à mettre en lien avec sa position en amont hydraulique où l'alimentation s'effectue exclusivement par les coteaux. Cette dernière soutient le niveau piézométrique pendant environ 70-80 mn puis le rayon d'action du double prélèvement en F2-F3 atteint l'ouvrage Pz6.

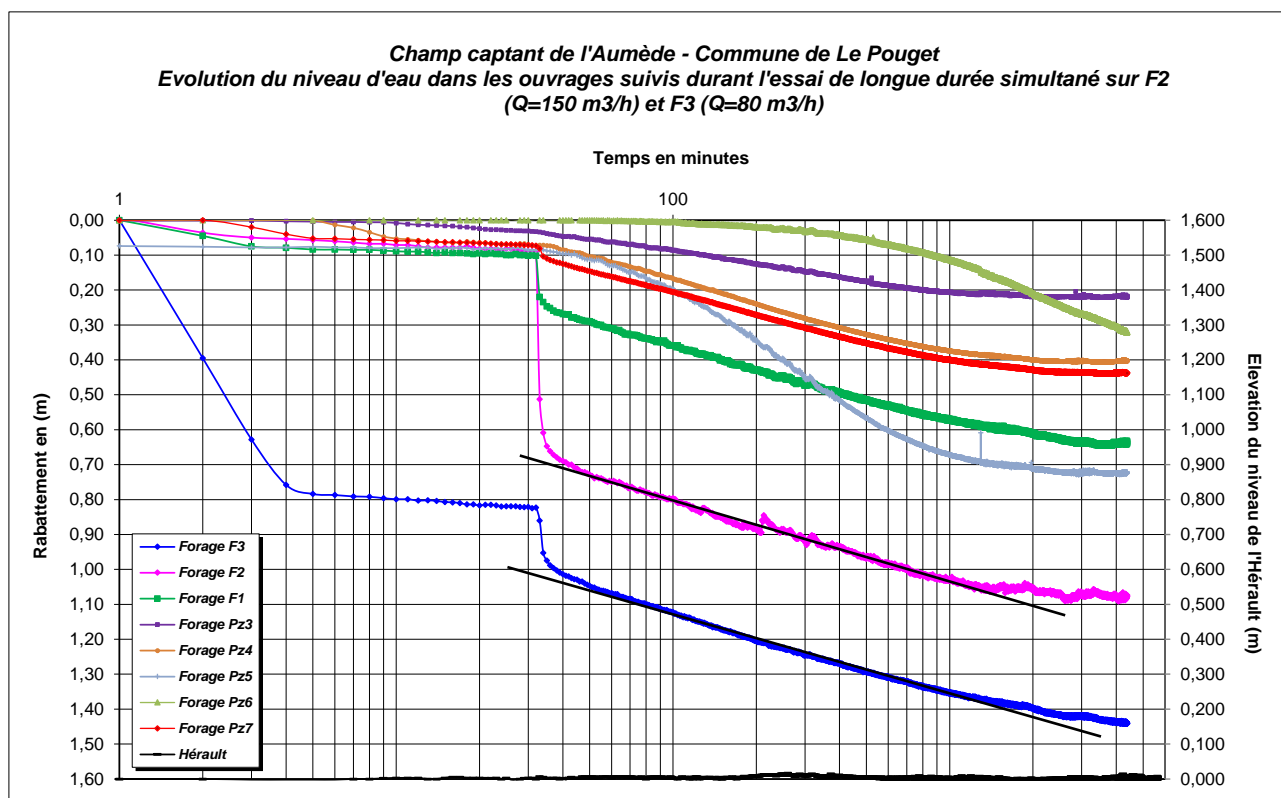


Figure 33 : Pompage de longue durée simultanée F2+F3 du 22 au 25/07/22 (Descente)

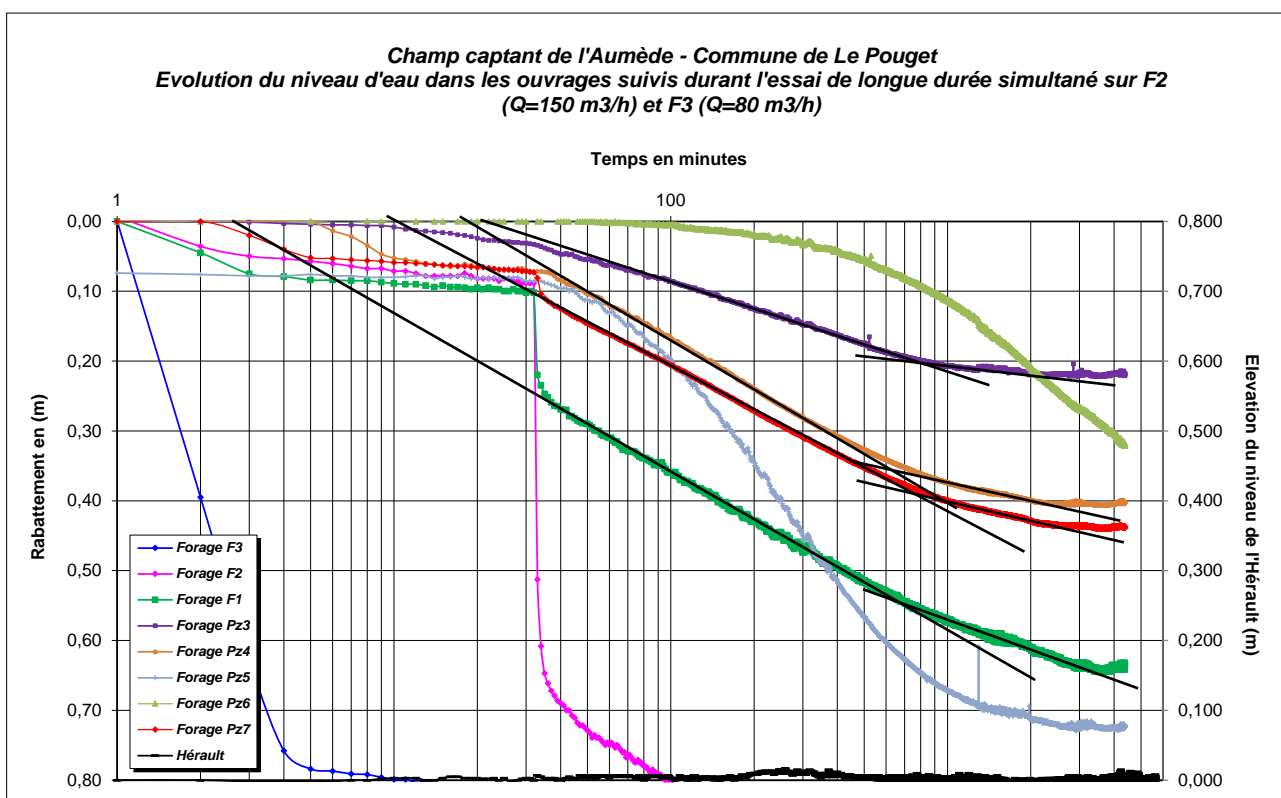


Figure 34 : Pompage de longue durée simultanée F2+F3 du 22 au 25/07/22 (Descente) – Zoom sur les ouvrages de suivi

Pendant la phase de remontée (=forage F2+F3 à l'arrêt, Figure 35 et Figure 36)

- La pente constante de la courbe du forage F3 et du forage F2 ne présente pas de changement d'allure (pas d'inflexion, pas de cassure) ce qui témoigne de l'absence de modification des conditions de circulation au sein de l'aquifère.
- Pour les ouvrages de surveillance, les commentaires suivants :
 - Le niveau de l'Hérault n'a pas varié pendant la remontée (delta <1.5 cm).
 - Les ouvrages F1, Pz7, Pz4 et Pz3 présentent tous une pente de même allure, constante entre 10 et 1000 mn.
 - L'ouvrage Pz5 présente de nouveau un retard marqué par rapport aux ouvrages proches F1 et F2 (ouvrage colmaté ou non crépiné). Cet ouvrage est retiré de l'analyse hydrogéologique.
 - L'ouvrage Pz6 présente le même net retard de réactivité à l'arrêt du pompage (environ 80 mn) indiquant que la résorption du cône de rabattement créé par le double prélèvement F2+F3 s'effectue en majorité par une alimentation via l'Hérault.

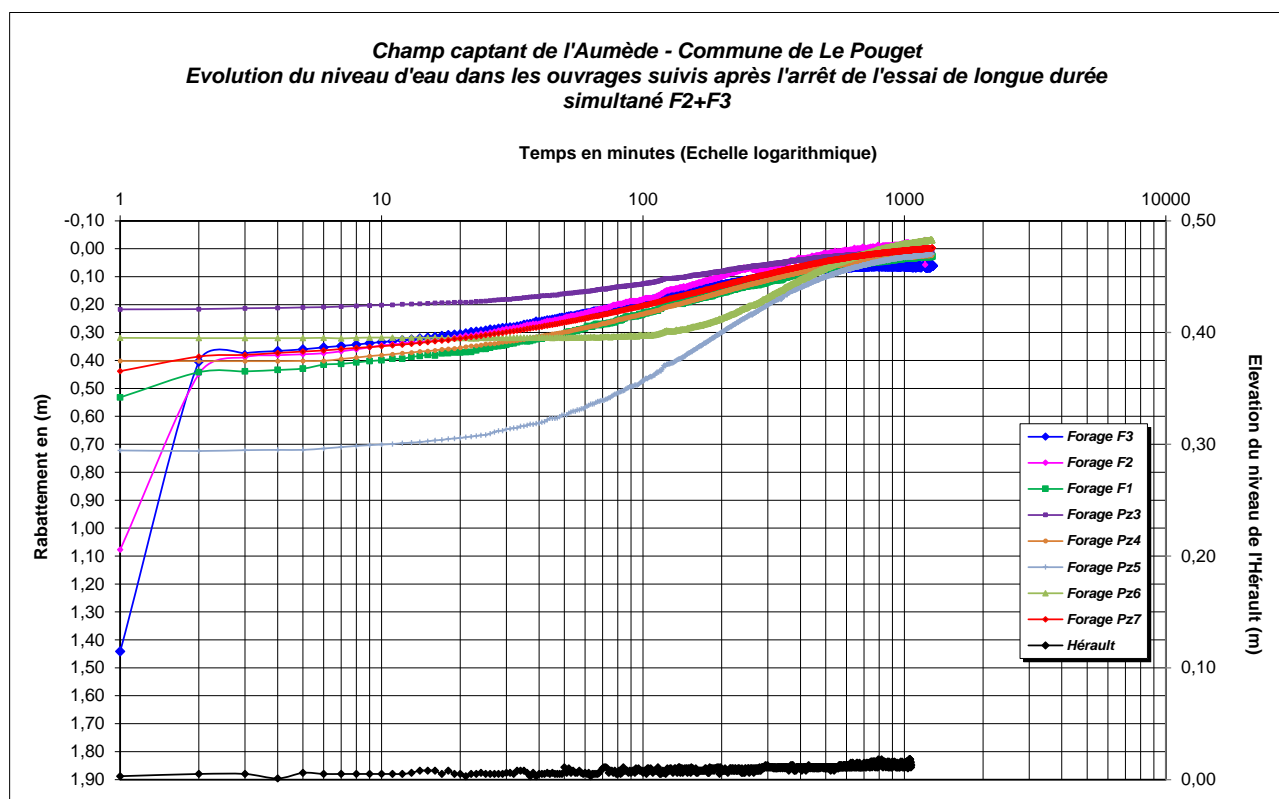


Figure 35 : Pompage de longue durée simultané F2+F3 du 22 au 25/07/22 (Remontée)

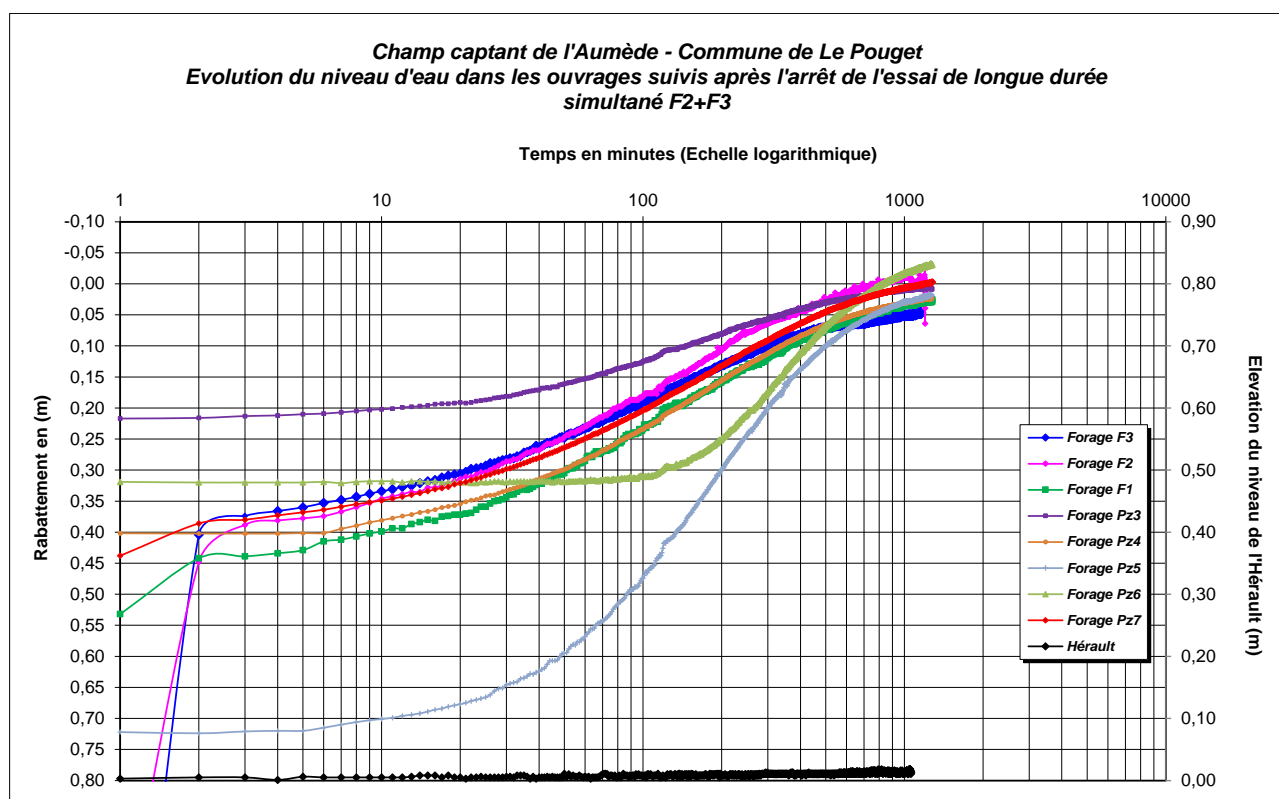


Figure 36 : Pompage de longue durée simultané F2+F3 du 22 au 25/07/22 (Remontée) – Zoom sur les ouvrages de suivi

3.6.4. Impact du prélèvement sur la ressource

3.6.4.1 Distance limite théorique

Le pompage d'essai de longue durée en simultané a mis en évidence une limite d'alimentation correspondant à l'Hérault. La distance théorique à la limite d est donnée par l'expression suivante :

$$d = (x/2) * \sqrt{t_i/t_0}$$

où x = la distance du piézomètre considéré à l'axe du puits

où t_i = le temps d'intersection en seconde

où t_0 = le temps d'intersection de la portion de droite représentative du piézomètre considéré avant rupture de pente avec l'axe des temps

Ouvrage	Distance au point de prélèvement	To (mn)	Ti (mn)	Distance théorique à la limite (m)
F1	12 m de F2	1	700	159
Pz3	110 m de F2	22	750	321
Pz4	39 m de F2	19	600	110
Pz7	45 m de F3	11	750	195

Tableau 16 : Distance limite théorique

L'ouvrage Pz3 semble se distinguer des 3 autres par une valeur très (trop) forte, probablement due à son fort éloignement du doublet de forages (>110 m de F2 et >120 m de F3 et donc en limite d'application de la formule).

Pour les 3 autres, il semble que la limite d'alimentation se situe en direction du Nord-Ouest et corresponde effectivement à l'Hérault (Figure 37). Cette zone d'alimentation via l'Hérault corrobore avec l'extension supposée du paléo-chenal vers le Nord/Nord-Ouest identifiée lors de la campagne géophysique de 2020 et observée grâce à la géométrie du cône d'influence (Figure 39).



Figure 37 : Distance limite théorique évaluée durant l'essai de longue durée simultané F2+F3 du 22 au 25/07/22 (Descente)

3.6.4.2 Rayon d'action

En fin de pompage de longue durée, les rabattements observés dans les ouvrages sont :

- 0.97 m sur F3 (en retranchant les pertes de charge quadratiques : 33% à 80 m³/h) ;
- 0.65 m sur F2 (en retranchant les pertes de charge quadratiques : 40% à 150 m³/h) ;
- 0.63 m sur F1 ;
- 0.22 m sur Pz3 ;
- 0.40 m sur Pz4 ;
- 0.72 m sur Pz5 ;
- 0.32 m sur Pz6 ;
- 0.44 m sur Pz7.

Comme il y a deux points de prélèvement à des débits différents et avec des rabattements différents, il est impossible de représenter graphiquement le rayon d'action selon les directions. Néanmoins, en considérant un milieu « homogène et isotrope » on peut approximer la distance du rayon d'action du doublet de pompage (axé sur le centre du dispositif F2-F3). Par extrapolation du rabattement en fonction de la distance au centre du dispositif F2-F3, il apparaîtrait que le rayon d'action de ce double prélèvement à débit constant et continu de $150+80=250 \text{ m}^3/\text{h}$ serait proche de 280 m.

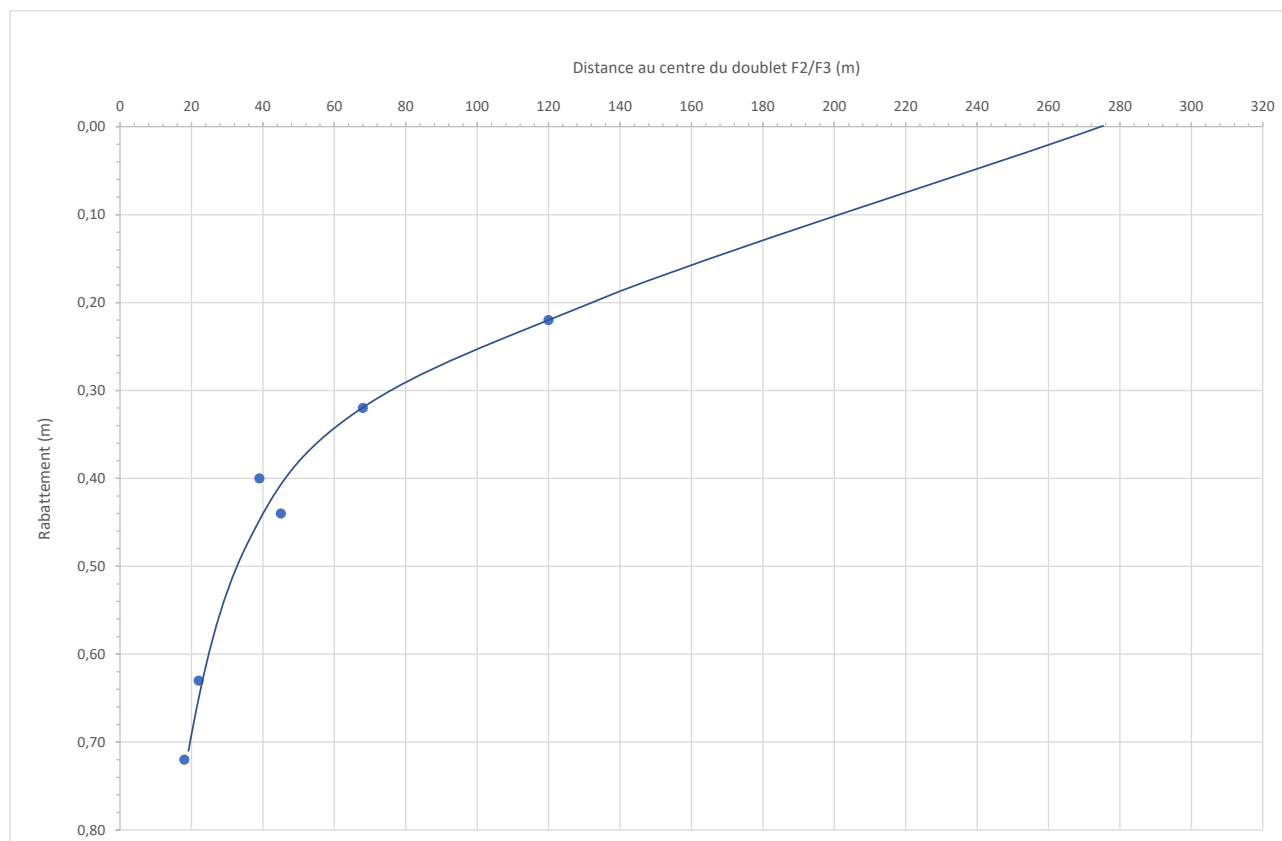


Figure 38 : Détermination graphique du rayon d'action du doublet de pompage F2-F3 = 230 m³/h



Figure 39 : Carte des iso-rabattements (F2 à 150 m³/h et F3 à 80 m³/h)

3.6.4.3 Piézométrie influencée et zone d'appel

Pour établir une carte piézométrique en régime influencé par le double prélèvement, nous avons utilisé les données de nivellement suivantes :

Ouvrage	Altitude Z du repère (m NGF)	Repère	Niveau statique / repère (m) (22/07/2022)	Niveau dynamique / repère (m) (25/07/2022)	Altitude Z du niveau dynamique (m NGF)
F3	32.26	Sommet tubage inox	6.88	8.32	23.94
F2	32.42	Sommet tubage inox	7.00	8.08	24.34
F1	32.19	Sommet tubage acier	6.75	7.38	24.81
Pz3	31.43	Sommet capot acier	5.97	6.19	25.24
Pz4	32.59	Sommet capot acier	7.21	7.61	24.98
Pz5	32.12	Sommet capot acier	6.68	7.40	24.72
Pz6	31.91	Sommet tubage PVC	6.31	6.63	25.28
Pz7	32.03	Sommet capot acier	6.66	7.10	24.93
Hérault	25.34	Fil de l'eau	-	-	25.36

Tableau 17 : Altitudes du niveau d'eau dans les ouvrages instrumentés et suivis pendant l'essai de longue durée simultané

Les chroniques piézométriques enregistrées durant la totalité des essais couplées aux données de nivellement ont permis d'établir une esquisse piézométrique en régime influencé par le double prélèvement F2 (150 m³/h) + F3 (80 m³/h) (Figure 40). Au final, les commentaires sont les suivants :

- On constate que la zone d'appel est importante. Le front d'appel serait supérieur à 300 m du Nord au Sud.
- La zone d'appel semble s'étirer légèrement selon une direction Nord/Nord-Ouest à Sud/Sud-Est, reflétant vraisemblablement l'axe du paléo-chenal identifié à la géophysique.
- Le prélèvement sollicite à la fois les coteaux mais également fortement l'Hérault.

Cette piézométrie en régime dynamique est cohérente avec celle établie en 2021 lors du pompage sur F2 (à 180 m³/h).



Figure 40 : Esquisse piézométrique en régime influencé à 230 m³/h (25/07/2022)

4. Analyse de la qualité de l'eau

4.1. Qualité de l'eau au cours des essais par pompage sur F3

4.1.1. Analyse en laboratoire

Un prélèvement pour analyse d'eau de type « 1^{ère} adduction » a été réalisé à la fin du pompage de longue durée sur le forage F3, le 20/07/2022 à 11h26 soit après 22h de pompage au débit de 100 m³/h.

Les résultats des analyses sont présentés en Annexe 1. Les commentaires sont les suivants :

- D'un point de vue bactériologique, l'eau est conforme aux limites de qualité ;
- L'eau du forage ne présente pas de turbidité (0.15 NFU) ;
- D'un point de vue physico-chimique, les commentaires sont les suivants :
 - L'eau est bicarbonatée calcique et magnésienne, à pH légèrement basique (7.4), de minéralisation moyenne (612 µS/cm, valeur standardisée).
 - Il s'agit d'une eau moyennement dure (25.1°F) et qualifiée d'un caractère légèrement incrustant.
 - Le taux d'oxygène dissous est de 7.3 mg/L (soit 77.2% de saturation) ce qui reflèterait en première lecture un milieu à tendance oxydante, cohérent avec le contexte géologique et hydrogéologique (nappe libre avec absence de couche protection).
 - Le taux de nitrates est faible (6.3 mg/L), les eaux sont exemptes de nitrites et d'ammonium (en dessous des seuils de détection) ;
 - Les teneurs en chlorures et sulfates (marqueurs de pollution anthropiques tout comme les nitrates) sont respectivement de 21 et 44 mg/L pour une référence de qualité fixée à 250 mg/L ;
 - Les teneurs en ions métalliques Fer et en Manganèse sont faibles : <10 µg/L pour une référence de qualité fixée à 200 µg/L pour le Fer et à 50 µg/L pour le Manganèse.
- L'eau du forage est conforme aux limites et références de qualité pour ce qui concerne les composés organiques volatils, les pesticides (total 0.04µg/L <0.5 µg/L), les PCB et la radioactivité. Notons toutefois que des traces de Terbumeton Déséthyl ont été détectées (0.018 µg/L) comme lors du pompage sur F2 en septembre 2021 (0.019 µg/L). On notera également l'absence de l'Atrazine Déséthyl Déisopropyl (DEDIA) qui avait été détectée lors du pompage sur F2 (0.025 µg/L).

4.1.2. Turbidité de l'eau

La Figure 45 montre que la turbidité de l'eau pompée sur F3 en cours de pompage de longue durée oscille entre 0.1 et 0.2 NTU : l'eau est conforme aux limites de qualité fixées par le Code de la Santé Publique sur le paramètre turbidité (arrêté du 11 janvier 2007).

4.1.3. Evolution de la teneur en sable

La Figure 42 présente la teneur en sable de l'eau pompée sur F3 en cours de pompage de longue durée (prises ponctuelles à l'aide d'un cône d'Imhoff). Elle est nulle sur la totalité des pompages d'essai reflétant l'adéquation entre le débit de pompage, l'équipement (slot et pourcentage de vides des crépines, calibres du massif filtrant additionnel) et la granulométrie de la formation aquifère ce qui induit des vitesses d'entrée d'eau dans l'ouvrage faibles : de 1.5 cm/s.

4.1.4. Evolution de la conductivité et de la température

Les valeurs terrain de l'Entreprise RESURGENCE (oscillant autour de 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sont proches de celle mesurée par le laboratoire (612 $\mu\text{S}/\text{cm}$ - CARSO).

La Figure 46 montre une augmentation progressive de la conductivité en fonction du débit de pompage lors de l'essai par palier indiquant la sollicitation d'une eau de plus en plus minéralisée. Pendant l'essai de longue durée, on observe une augmentation de la conductivité sur la première moitié de l'essai puis une baisse semble s'opérer sur la seconde moitié de l'essai (au-delà de 2300 mn) indiquant une sollicitation d'une eau moins minéralisée. C'est le reflet de la contribution des eaux de l'Hérault (eau de surface) qui sont moins minéralisées que les eaux souterraines. Les eaux de l'Hérault parviendraient aux forages après plus de 38 heures de pompage dans les conditions des essais.

La Figure 47 montre que la température de l'eau pompée est assez variable, entre 16 et 20°C. Ces fortes variations sont liées au mode d'enregistrement (sondes mises en place dans un bac placé au soleil) et sont donc le reflet de l'ensoleillement journalier.

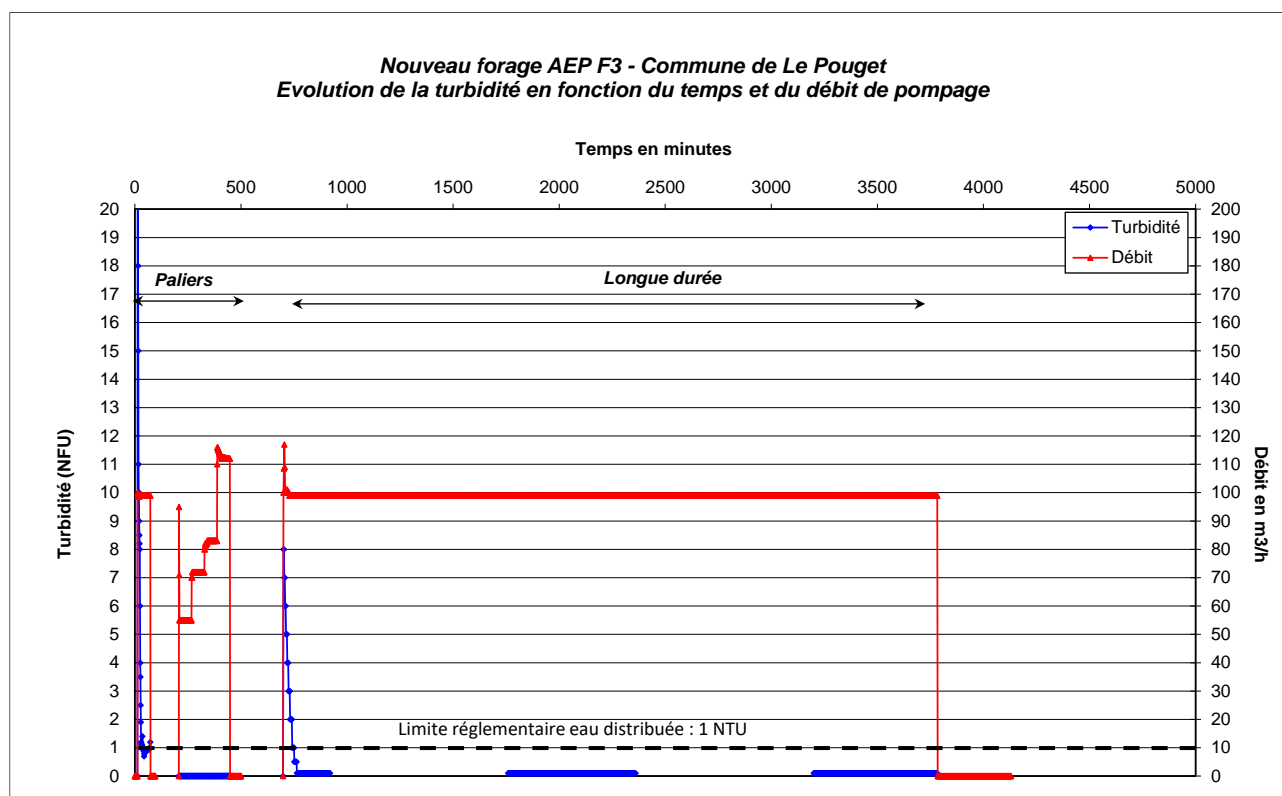


Figure 41 : Suivi de la turbidité pendant les pompages d'essai sur F3

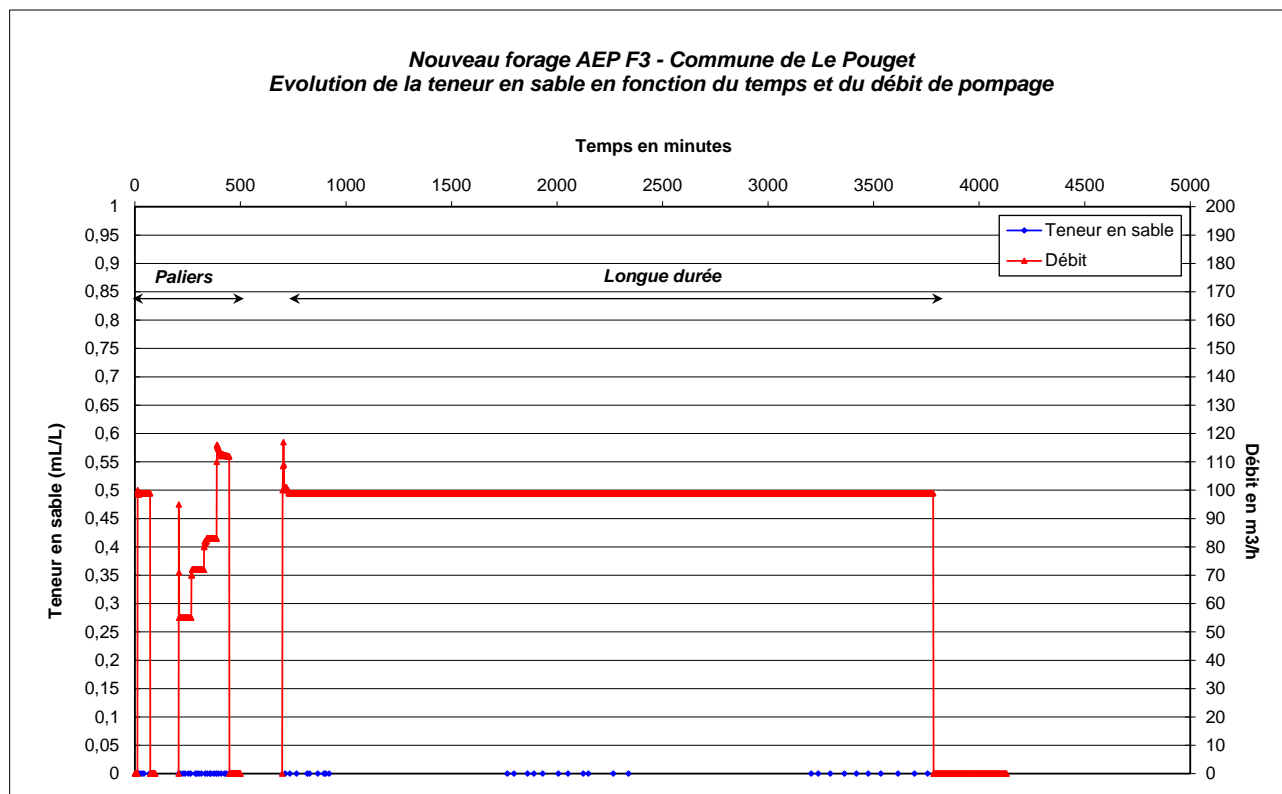


Figure 42 : Suivi de la teneur en sable pendant les pompages d'essai sur F3

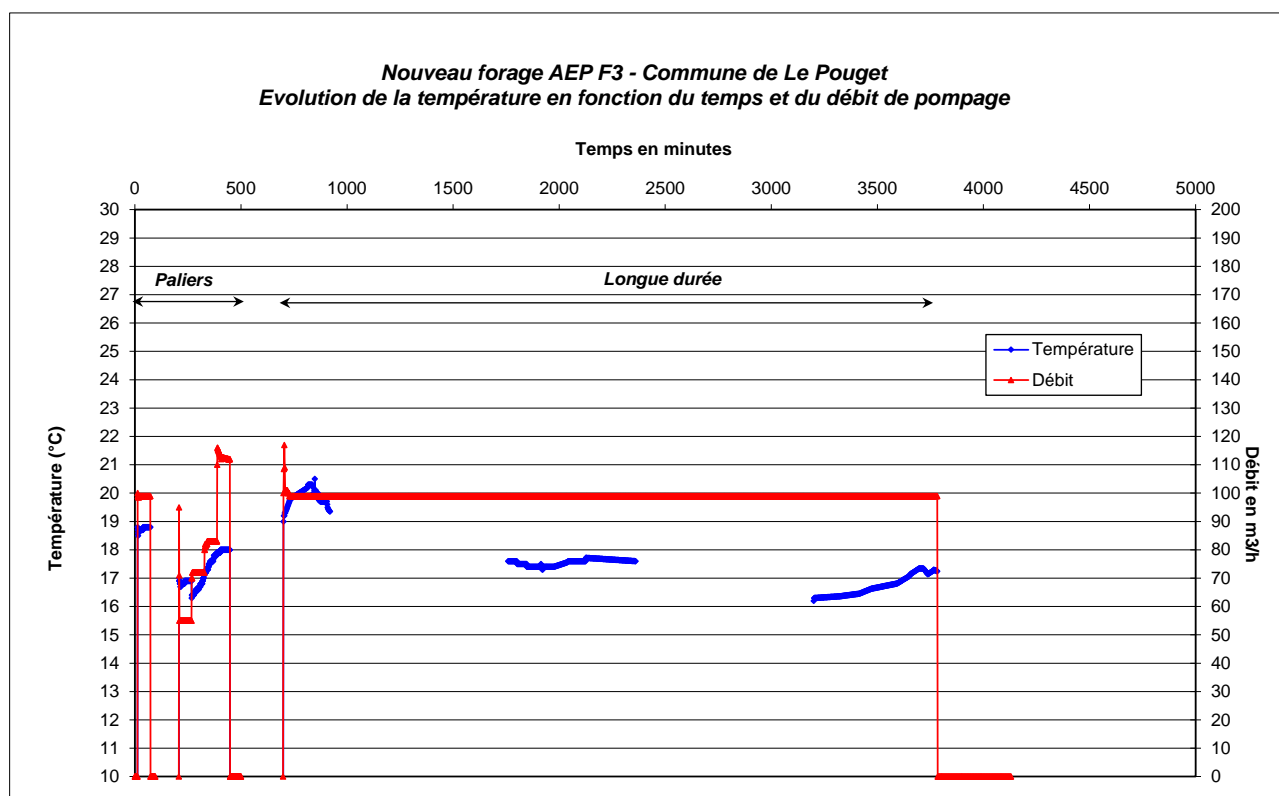


Figure 43 : Suivi de la température pendant les pompages d'essai sur F3

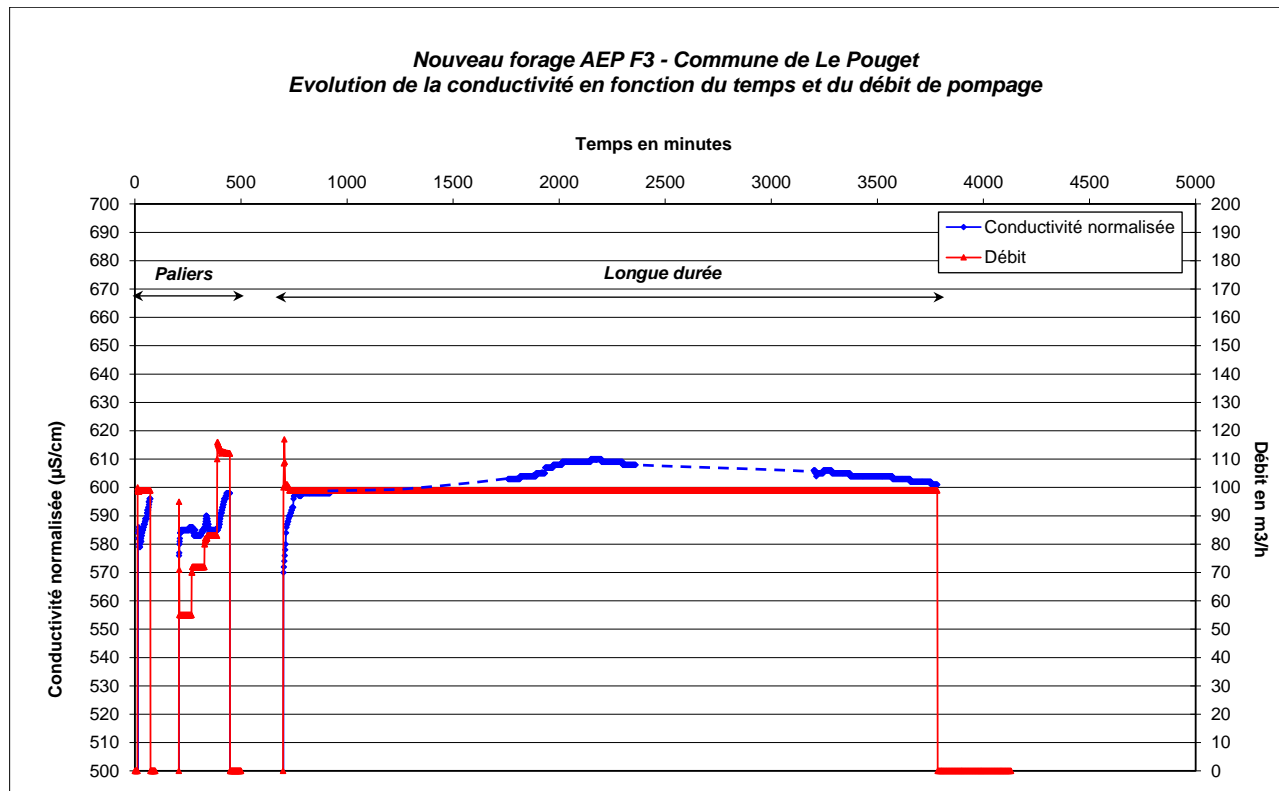


Figure 44 : Suivi de la conductivité pendant les pompages d'essai sur F3

4.2. Qualité de l'eau dans les ouvrages F2 et F3 au cours de l'essai par pompage de longue durée en simultané

4.2.1. Turbidité de l'eau

La Figure 45 montre que la turbidité de l'eau pompée sur F3 et F2 au cours du pompage de longue durée en simultané oscille entre 0.1 et 0.5 NTU sur les deux ouvrages : l'eau est conforme aux limites de qualité fixées par le Code de la Santé Publique sur le paramètre turbidité (arrêté du 11 janvier 2007).

4.2.2. Evolution de la conductivité et de la température

La Figure 46 montre une augmentation progressive de la conductivité en début de pompage puis une stabilisation autour de 585 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sur les deux ouvrages. Au bout d'un temps t d'environ 1900 mn, la conductivité sur les deux ouvrages opère une longue baisse -15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sur F2 et -25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sur F3) indiquant une sollicitation d'une eau moins minéralisée. C'est le reflet de la contribution des eaux de l'Hérault (eau de surface) qui sont moins minéralisées que les eaux souterraines. Les eaux de l'Hérault parviendraient au forage au bout d'environ 32 heures dans les conditions des essais.

La Figure 47 montre que la température de l'eau pompée est très stable, entre 15.2 et 15.3°C. Les capteurs de température étaient positionnés cette fois-ci dans les forages, au niveau des pompes d'essai.

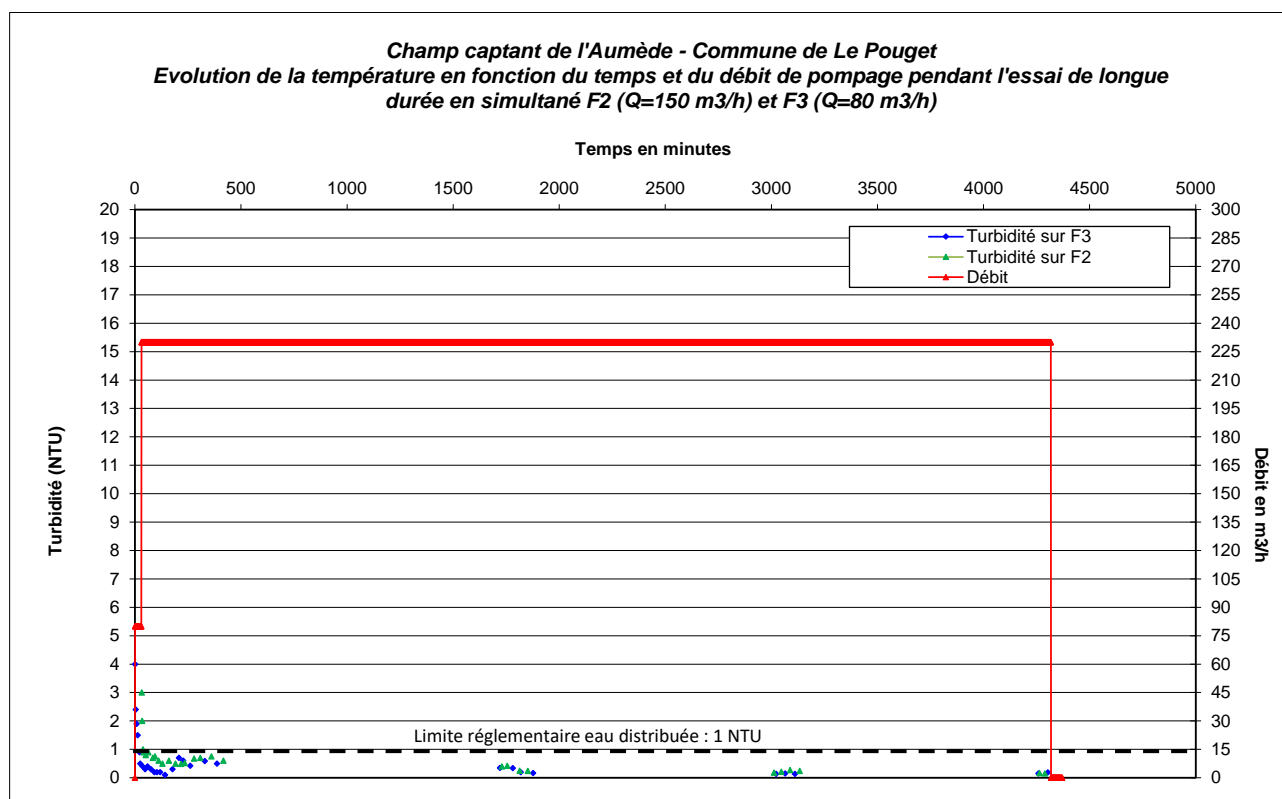


Figure 45 : Suivi de la turbidité pendant l'essai par pompage de longue durée simultanée

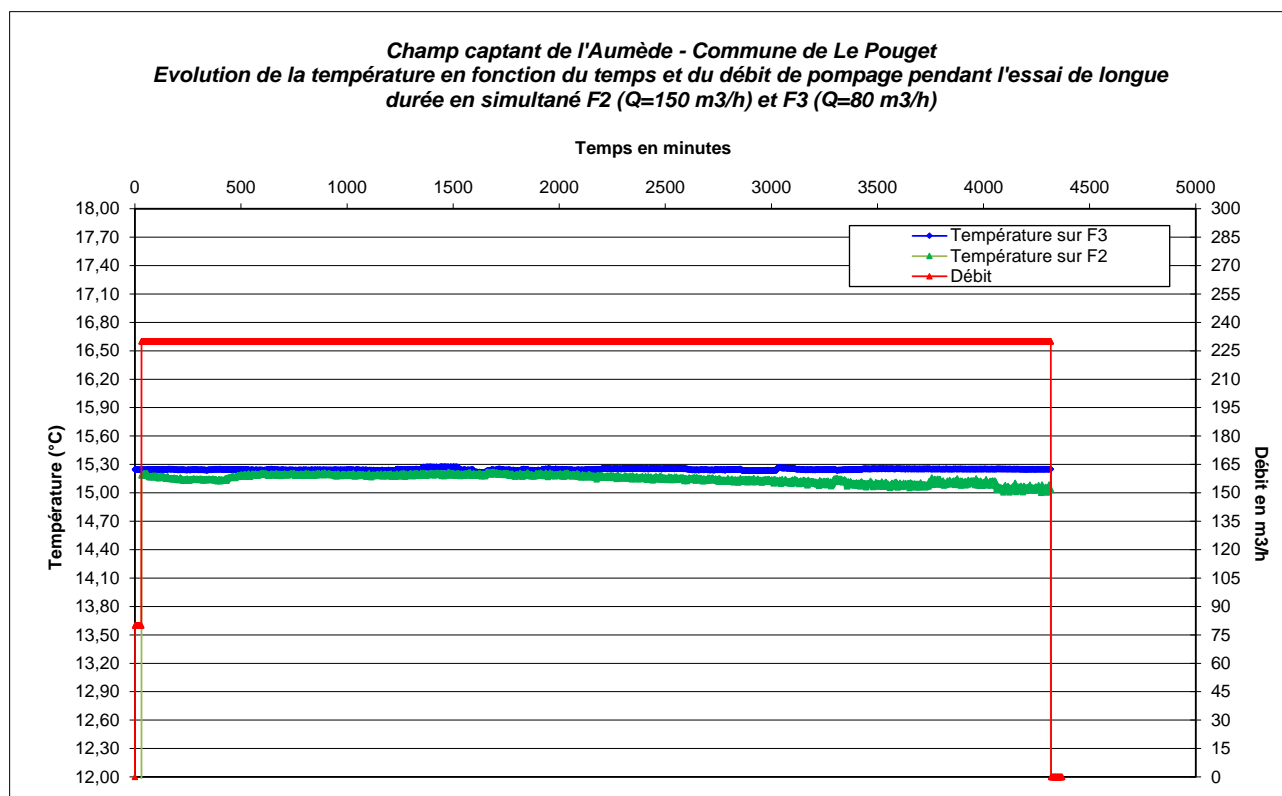


Figure 46 : Suivi de la température pendant l'essai par pompage de longue durée simultanée

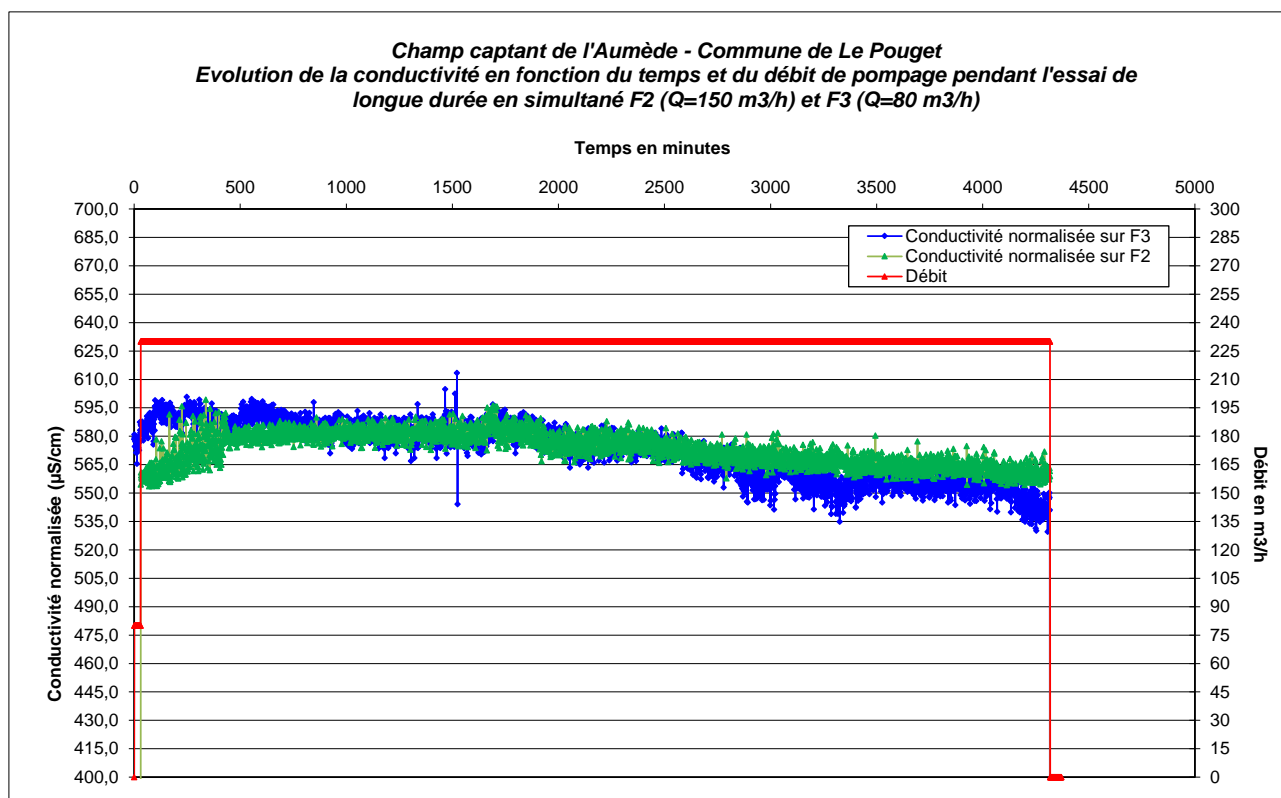


Figure 47 : Suivi de la conductivité pendant l'essai par pompage de longue durée simultané

5. Conclusions et perspectives d'exploitation

5.1. Synthèse des données

5.1.1. D'un point de vue géologique

Le nouvel ouvrage F3 est implanté dans les alluvions quaternaires de l'Hérault qui reposent sur les marnes argileuses et gréseuses du Miocène. Le forage a traversé la totalité des formations alluviales (12.7 m) et a reconnu le substratum argileux sur 0.3 m. La coupe lithologique montre :

- Un recouvrement de surface sablo-limoneux entre 0 et 2.4 m/sol ;
- Entre 2.4 et 5.0 m/sol : un ensemble sablo-graveleux à dominante sableuse ;
- Entre 5.0 à 12.7 m/sol : un ensemble sablo-graveleux à dominante graveleuse avec un horizon présentant une fraction argileuse entre 5.7 et 7.0 m/sol ;
- Au-delà de 12.7 m/sol : des argiles plastiques bleues indurées (substratum).

5.1.2. D'un point de vue technique

Le nouvel ouvrage F3 a été réalisé dans les règles de l'art, conformément à la norme AFNOR NFX10-999 d'avril 2007 modifiée en août 2014. Il est équipé en acier inoxydable en diamètre DN400 de +1.2 m/sol à 12.8 m/sol. Lors du retrait des tubes de soutènement, l'équipement est malheureusement remonté de 0.2 m mais sans incidence notable sur la productivité du puits. Au final, la configuration de l'ouvrage est la suivante :

- Tubage plein en acier inoxydable 304L Ø406/400 mm à raccords soudés de +1.2 à 6.5 m/sol ;
- Crépines en acier inoxydable 304L Ø406/388 mm à raccords soudés ; fil enroulé slot 1 mm (27% de vides) de 6.5 à 12.5 m/sol. Comme l'équipement avait été initialement conçu pour le site au Nord de F2 (où l'épaisseur d'alluvions était plus importante), la hauteur des crépines s'est avérée trop grande et le sommet se retrouvait en face d'un horizon argileux potentiellement producteur de turbidité. C'est pourquoi, le sommet des crépines a été occulté par une plaque en acier inoxydable cintrée autour du tube (de 6.5 à 7.0 m/sol).
- Tubage plein (tube de décantation) en acier inoxydable 304L Ø406/400 mm à raccords soudés de 12.5 à 12.8 m/sol ;
- Gravier additionnel siliceux, lavé, roulé et calibré :
 - 4/8 mm de 12.8 à 6.0 m/sol ;
 - 2/4 mm de 6.0 à 5.5 m/sol.
- Cimentation sur lit d'argiles gonflantes de -5.5 m à la surface.
- En surface, l'ouvrage est équipé d'une margelle réglementaire en béton (3 m²) et d'une contre-bride de fermeture boulonnée sur la bride du tubage en acier inoxydable DN400 mm.

D'après l'inspection vidéo de réception réalisée le 26/07/22, l'ouvrage est propre et conforme aux données techniques fournies. Il ne présente aucun défaut technique apparent (ni trou, ni déformation, ni casse, ...).

5.1.3. D'un point de vue hydrogéologique et hydrodynamique

Le nouvel ouvrage F3 montre une bonne productivité avec des débits spécifiques de l'ordre de 67 m³/h/m à 100 m³/h. L'ouvrage montre un débit critique entre 105 et 110 m³/h dans les conditions hydrologiques de juillet 2022 (niveau statique situé autour de 6.88 à 6.9 m/bride).

Le pompage de longue durée sur F3 seul, réalisé au débit de 100 m³/h pendant 52h, a montré :

- Un rabattement proche de la stabilisation en raison d'une alimentation soutenue par l'Hérault. Ce rabattement est de l'ordre de 1.85 m après 52 heures, ce qui positionne le niveau dynamique autour de 8.65 m/bride soit un dénoyage des crépines de l'ordre de 0.55 m. La baisse du niveau dynamique dans l'ouvrage en fin d'essai est de l'ordre de 0.5 cm/2h. Après arrêt du pompage, le niveau statique retrouve rapidement son état de référence (<2h) ce qui témoigne de la bonne réalimentation du forage par l'aquifère (soutenu par l'Hérault).
- En termes d'impact sur la ressource, le prélèvement crée un cône de rabattement peu prononcé mais qui s'étend largement. Le rayon d'action est supérieur à 260 m vers l'amont hydraulique, de l'ordre de 110 à 170 m latéralement et de 80 m vers l'aval hydraulique. Le cône de rabattement atteint l'Hérault. Le front d'appel serait supérieur à 250 m et s'étirerait selon une direction Nord-Sud dans l'axe du paléo-chenal identifié par géophysique. La part d'alimentation de l'Hérault dans les eaux pompées est majoritaire, ce qui corrobore les résultats de l'étude ARTESIE (2013) qui évaluaient cette contribution à près de 80% au débit de prélèvement de 70 m³/h sur F1. Dans le cas de ce nouvel ouvrage testé à 100 m³/h, il est fort probable que la participation de l'Hérault soit encore plus importante.

Le pompage de longue durée simultané (F2 à 150 m³/h et F3 à 80 m³/h soit un débit total de 230 m³/h) pendant 72h, a montré :

- Un rabattement proche de la stabilisation sur les deux ouvrages en raison d'une alimentation soutenue par l'Hérault.
- Ce rabattement est de l'ordre de 1.44 m sur F3 ce qui positionne le niveau dynamique autour de 8.32 m/bride soit un dénoyage des crépines de l'ordre de 0.12 m.
- Ce rabattement est de l'ordre de 1.08 m sur F2 ce qui positionne le niveau dynamique autour de 8.08 m/bride soit au niveau du top-crépines.
- Après arrêt du pompage simultané, le niveau statique retrouve son état de référence dans les deux ouvrages après près de 6h (94 à 96% de rabattement retrouvés) ce qui témoigne de l'impact plus important de ce double prélèvement sur l'aquifère, bien que soutenu par l'Hérault.
- En termes d'impact sur la ressource, le double prélèvement crée un cône de rabattement peu prononcé mais qui s'étend très largement. Le rayon d'action est proche de 280 m du Nord au Sud : le cône de rabattement atteint l'Hérault.

5.1.4. D'un point de vue qualitatif

L'eau pompée dans le forage F3 est exempte de sable (0 mL/L) et de turbidité (0.15 NFU). Il s'agit d'une eau présentant une minéralisation moyenne (612 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pour une température de l'ordre de 15°C. L'analyse d'eau de type « 1^{ère} adduction » réalisée au cours du pompage de longue durée sur F3 a montré que l'eau était conforme aux limites de qualité fixées par le Code de Santé Publique (décret du 11 janvier 2007) sur les paramètres analysés (microbiologie, physico-chimie, métaux, pesticides, COV, radioactivité et PCB) avec toutefois la présence d'une molécule pesticide : le Terbumeton Déséthyl (0.018 $\mu\text{g}/\text{L}$).

Pendant l'essai de longue durée simultanée, la turbidité de l'eau prélevée sur les deux forages oscille entre 0.1 et 0.5 NTU. Le suivi en continu de la conductivité sur les deux ouvrages montre une baisse de ce paramètre en cours de pompage (-15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sur F2 et -25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sur F3) indiquant une sollicitation d'une eau moins minéralisée. C'est le reflet de la contribution des eaux de l'Hérault (eau de surface) qui sont moins minéralisées que les eaux souterraines. Les eaux de l'Hérault parviendraient aux forages au bout d'environ 32 heures dans les conditions des essais.

5.2. Perspectives d'exploitation

5.2.1. Exploitation du forage F2 seul (rappels)

Les résultats obtenus sur ce forage en septembre 2021 sont très satisfaisants tant qualitativement que quantitativement. L'ouvrage peut être exploité seul en conditions hydrologiques de basses eaux selon un mode d'exploitation 20h/24h au débit de 180 m^3/h (sans dénoyage des crépines) ce qui permettrait l'obtention d'un volume journalier de 3600 m^3 .

5.2.2. Exploitation du forage F3 seul

Les résultats obtenus sur ce forage sont satisfaisants qualitativement et quantitativement. Toutefois, bien que l'ouvrage puisse fournir seul un débit de 100 m^3/h , nous préférons proposer de restreindre son exploitation à 80 m^3/h pour éviter autant que faire se peut le dénoyage des crépines eu égard au regard du caractère légèrement encroutant de l'eau (qui pourrait à termes favoriser l'apparition de dépôts colmatants carbonatés). En conditions hydrologiques de basses eaux, l'ouvrage F2 pourrait donc produire un volume journalier de 1600 m^3 avec un mode d'exploitation 20h/24h au débit de 80 m^3/h .

5.2.3. Forage F2 + F3

Les résultats obtenus sur ce doublet de forages sont satisfaisants qualitativement et quantitativement. Les deux ouvrages peuvent être exploités en simultané en conditions hydrologiques de basses eaux selon un mode d'exploitation 18h/24h au débit de 230 m^3/h (80 m^3/h sur F3 et 150 m^3/h sur F2) ce qui permettrait l'obtention d'un volume journalier de 4140 m^3 . Notons qu'à ces débits, les niveaux d'eau se positionnent globalement au niveau du sommet des crépines en conditions de basses eaux.

5.2.4. Position de la pompe d'exploitation dans le forage F3

En termes de dispositif d'exploitation du forage F3, la pompe devra se situer dans les crépines et devra être équipée d'une jupe de refroidissement. En acceptant que le niveau dynamique au plus bas puisse atteindre le top-crépines en exploitation et en conditions d'étiage (soit 8.2 m/bride), il faudra donc que le sommet de la pompe se situe plus bas que 8.2 m/bride. C'est pourquoi, pour conserver une marge de manœuvre, nous préconisons que le sommet de la pompe d'exploitation se situe entre 9.5 et 10 m/bride.

5.2.5. Protection des ouvrages

En termes de protection future des ouvrages, il faudra tenir compte du fait que cette nouvelle zone de captage se situe en zone inondable et qu'à ce titre, il sera obligatoire que les têtes de puits soient étanches et que leur sommet soit situé au-dessus du Niveau des Plus Hautes Eaux connues.

5.2.6. Réhabilitation des piézomètres de surveillance (rappels)

En vue de protéger qualitativement la ressource en cas d'inondation nous préconisons la réhabilitation des piézomètres de surveillance existants sur la zone pour les rendre étanches car leur tête est clairement en mauvaise état (Figure 48, Figure 49 et Figure 50). Pour ce faire nous préconisons le programme de travaux suivants :

	Action 1	Action 2
F1	Remplacement de la bride percée par une bride pleine et pose d'un joint d'étanchéité	
Pz3	Changement du capot de protection (+cadenas), reprise de la dalle d'étanchéité et mise en place d'un bouchon étanche sur le tubage acier pour éviter toute intrusion d'eau en cas d'inondation de la zone.	
PZ4		
PZ5		Brossage mécanique puis air lift
PZ6		Pose d'un arceau de protection pour éviter tout dégradation involontaire par des engins agricoles
Pz7		Pose d'un arceau de protection pour éviter tout dégradation involontaire par des engins agricoles

Tableau 18 : Programme de réhabilitation des ouvrages de surveillance



Figure 48 : Forage F1 (gauche) / piézomètre Pz5 (droite)



Figure 49 : Piézomètre Pz3 (gauche) / piézomètre Pz4 (droite)



Figure 50 : Piézomètre Pz6 après sa découverte (gauche) / piézomètre Pz6 après une réhabilitation partielle (droite)

ANNEXES

Annexe 1 : Résultats d'analyse

CARSO - LABORATOIRE SANTÉ ENVIRONNEMENT HYGIÈNE DE LYON

Laboratoire Agréé pour les analyses d'eaux par le Ministère de la Santé



Edité le : 05/08/2022

Rapport d'analyse

Page 1 / 14

COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

2 PARC D'ACTIVITES DE CAMALCE
BP 15
34150 GIGNAC

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 14 pages.
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (*).

Identification dossier :	LSE22-116183	Référence contrat :	LSEC21-5039
Identification échantillon :	LSE2207-51318-1		
Nature :	Eau de ressource souterraine		
Origine :	C.C. VALLEE DE L'HERAULT Forage AUMEDE ROBINET TÊTE DE FORAGE		
Dept et commune :	34 GIGNAC		
Coordonnées GPS du point (x,y)	X : 43,6045943200	Y :	3,4997830900
Prélèvement :	Prélevé le 20/07/2022 de 11h26 à 11h26 Réception au laboratoire le 20/07/2022 Prélevé et mesuré sur le terrain par CARSO LSEHL / DAUDIN Félix Prélèvement accrédité selon FD T 90-520 et NF EN ISO 19458 pour les eaux de consommation humaine Flaconnage CARSO-LSEHL		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client qui sont antérieures à l'heure et la date de prélèvement.

Date de début d'analyse le 20/07/2022

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	Décl. 3000
Mesures sur le terrain							
Température de l'eau	11RP1A*	16.3	°C	Méthode à la sonde	Méthode interne M_E2008 v3 NF EN ISO 10523	23	#
pH sur le terrain	11RP1A*	7.4	-	Electrochimie			#
Oxygène dissous	11RP1A*	7.3	mg/l O2	Méthode LDO	Méthode interne M_E2014		#
Taux de saturation en oxygène sur le terrain	11RP1A*	77.2	%	Méthode LDO	Méthode interne M_E2014		#
Analyses microbiologiques							
Microorganismes aérobies à 36°C 44h (PCA) (*)	11RP1A*	< 1	UFC/ml	Incorporation	NF EN ISO 6222		#
Microorganismes aérobies à 22°C 68h (PCA) (*)	11RP1A*	70	UFC/ml	Incorporation	NF EN ISO 6222		#
Coliformes totaux (*)	11RP1A*	2	/100ml	RIT rapide Coli-18	Méthode interne		#
Escherichia coli (*)	11RP1A*	< 1	UFC/100 ml	Filtration	NF EN ISO 9308-1 - version 2000	20000	#

Siège social : 4, avenue Jean Moulin - 42000 Saint-Etienne - France
Tél : +33(0) 4 77 17 17 - Fax : +33(0) 4 77 17 07 - Email : contact@ideeseaux.com - www.ideeseaux.com
N° SIRET : 413 116 047 00023 - SARL au capital de 230 000 € - RCS ROMANS 413 116 047 - APE : 7112B

IDEES-EAUX – AGENCE DE LA DRÔME

Siège social : Quartier les Drets - 26 300 BOURG-DE-PEAGE (France)

Tél : +33(0) 4 75 47 17 17 - Fax : +33(0) 4 75 47 07 07 - Email : contact@ideeseaux.com - www.ideeseaux.com

N° SIRET : 413 116 047 00023 - SARL au capital de 230 000 € - RCS ROMANS 413 116 047 - APE : 7112B

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse Page 2 / 14

Edité le : 05/08/2022

Identification échantillon : LSE2207-51318-1

Destinataire : COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité
Entérocoques intestinaux (Streptocoques fécaux) (*)	11RP1A*	< 1	UFC/100 ml	Filtration	NF EN ISO 7898-2	10000
Spores de micro-organismes anaérobies sulfo-réducteurs (*)	11RP1A*	< 1	UFC/100 ml	Filtration	NF EN 28451-2	
Caractéristiques organoleptiques						
Aspect de l'eau	11RP1A*	0	-	Analyse qualitative		
Goût	11RP1A*	0 Néant	-	Méthode qualitative		
Saveur	11RP1A*	0 Néant	-	Méthode qualitative		
Couleur apparente (eau brute)	11RP1A*	< 5	mg/l Pt	Comparateurs	NF EN ISO 7887	200
Couleur vraie (eau filtrée)	11RP1A*	< 5	mg/l Pt	Comparateurs	NF EN ISO 7887	200
Couleur	11RP1A*	0	-	Qualitative		
Turbidité	11RP1A*	0.15	NFU	Néphélométrie	NF EN ISO 7027-1	
Analyses physicochimiques						
Analyses physicochimiques de base						
Phosphore total	11RP1A*	<0.023	mg/l P2O5	Minéralisation et spectrophotométrie (Garmide)	Méthode interne M_J053	
Indice hydrocarbures (C10-C40)	11RP1A*	< 0.1	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2	1
Conductivité électrique brute à 25°C	11RP1A*	612	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27885	
TAC (Titré alcalimétrique complet)	11RP1A*	26.10	°f	Potentiométrie	NF EN ISO 9963-1	
TH (Titré hydrométrique)	11RP1A*	29.25	°f	Calcul à partir de Ca et Mg	Méthode interne M_ENM44	
Carbone organique total (COT)	11RP1A*	0.35	mg/l C	Oxydation par voie humide et IR	NF EN 1484	50
Indice phénol	11RP1A*	< 0.010	mg/l	Flux continu (CFA)	NF EN ISO 14402	0.10
Tensioactifs anioniques (indice SABM)	11RP1A*	< 0.05	mg/l LS	Spectrophotométrie	NF EN 903	0.5
Fluorures	11RP1A*	0.090	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	
Cyanures totaux (indice cyanure)	11RP1A*	< 10	µg/l CN-	Flux continu (CFA)	NF EN ISO 14403-2	50
Equilibre calcocarbonique						
pH à l'équilibre	11RP1A*	7.34	-	Calcul	Méthode Legend et Porter	
Equilibre calcocarbonique (5 classes)	11RP1A*	2 à l'équilibre	-	Calcul	Méthode Legend et Porter	
Cations						
Ammonium	11RP1A*	< 0.05	mg/l NH4+	Spectrophotométrie au bleu indophénol	NF T90-015-2	4
Calcium dissout	11RP1A*	91.2	mg/l Ca++	ICP-AES après filtration	NF EN ISO 11885	
Magnésium dissout	11RP1A*	15.7	mg/l Mg++	ICP-AES après filtration	NF EN ISO 11885	
Sodium dissout	11RP1A*	15.4	mg/l Na+	ICP-AES après filtration	NF EN ISO 11885	200
Potassium dissout	11RP1A*	1.1	mg/l K+	ICP-AES après filtration	NF EN ISO 11885	
Anions						
Chlorures	11RP1A*	21	mg/l Cl-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	200
Sulfates	11RP1A*	44	mg/l SO4--	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	250
Nitrates	11RP1A*	6.3	mg/l NO3-	Flux continu (CFA)	NF EN ISO 13395	100
Nitrites	11RP1A*	< 0.02	mg/l NO2-	Spectrophotométrie	NF EN 26777	
Silicates dissout	11RP1A*	9.3	mg/l SiO2	Spectrophotométrie automatisée	Méthode interne M_J069	

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse Page 3 / 14

Edité le : 05/08/2022

Identification échantillon : LSE2207-51318-1

Destinataire : COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Unités de qualité	Relevances de qualité
Carbonates	11RP1A'	0	mg/l CO3--	Potentiométrie	NF EN ISO 5663-1	#
Bicarbonates	11RP1A'	306.0	mg/l HCO3-	Potentiométrie	NF EN ISO 5663-1	#
Métaux						
Aluminium total	11RP1A'	< 10	µg/l Al	ICPMS après acidification et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Arsenic total	11RP1A'	< 2	µg/l As	ICPMS après acidification et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Chrome total	11RP1A'	< 5	µg/l Cr	ICPMS après acidification et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Fer dissous	11RP1A'	< 10	µg/l Fe	ICPMS après filtration	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Fer total	11RP1A'	< 10	µg/l Fe	ICPMS après acidification et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Manganèse total	11RP1A'	< 10	µg/l Mn	ICPMS après acidification et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Nickel total	11RP1A'	< 5	µg/l Ni	ICPMS après oxydation et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Ploomb total	11RP1A'	< 2	µg/l Pb	ICPMS après acidification et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Baryum total	11RP1A'	0.103	mg/l Ba	ICPMS après acidification et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Bore total	11RP1A'	0.015	mg/l B	ICPMS après acidification et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Cadmium total	11RP1A'	< 1	µg/l Cd	ICPMS après acidification et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Antimoine total	11RP1A'	< 1	µg/l Sb	ICPMS après acidification et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Sélénium total	11RP1A'	< 2	µg/l Se	ICPMS après acidification et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Cuivre total	11RP1A'	< 0.010	mg/l Cu	ICPMS après acidification et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Zinc total	11RP1A'	< 0.010	mg/l Zn	ICPMS après acidification et décoloration	NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	#
Mercurie total	11RP1A'	< 0.01	µg/l Hg	Fluorescence après minéralisation bromure-bromate	Méthode interne M_ET156	#
COV : composés organiques volatils BTEX						
Benzène	11RP1A'	< 0.5	µg/l	HS/GCMS	NF EN ISO 14623-1	#
Solvants organohalogénés						
1,2-dichloroéthane	11RP1A'	< 0.50	µg/l	HS/GCMS	NF EN ISO 10301	#
Bromoforme	11THM	< 0.50	µg/l	HS/GCMS	NF EN ISO 10301	#
Chloroforme	11THM	< 0.50	µg/l	HS/GCMS	NF EN ISO 10301	#
Chlore de vinyle	11RP1A'	< 0.004	µg/l	Purge and Trap / GC/MS	Méthode interne M_ET103	#
Dibromochlorométhane	11THM	< 0.20	µg/l	HS/GCMS	NF EN ISO 10301	#
Dichlorobromométhane	11THM	< 0.50	µg/l	HS/GCMS	NF EN ISO 10301	#
Somme des trichlorométhanes	11THM	< 0.50	µg/l	HS/GCMS	NF EN ISO 10301	#
Tétrachloroéthylène	11RP1A'	< 0.50	µg/l	HS/GCMS	NF EN ISO 10301	#
Trichloroéthylène	11RP1A'	< 0.50	µg/l	HS/GCMS	NF EN ISO 10301	#
Somme des tri et tétrachloroéthylène	11RP1A'	< 0.50	µg/l	HS/GCMS	NF EN ISO 10301	#
HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques MAP						
Benzo (b) fluoranthène	11RP1A'	< 0.0005	µg/l	HPLC/UV FLD après extr. SPE	Méthode interne M_ET228	#
Benzo (k) fluoranthène	11RP1A'	< 0.0005	µg/l	HPLC/UV FLD après extr. SPE	Méthode interne M_ET228	#
Benzo (a) pyrène	11RP1A'	< 0.0001	µg/l	HPLC/UV FLD après extr. SPE	Méthode interne M_ET228	#
Benzo (ghi) pérylène	11RP1A'	< 0.0005	µg/l	HPLC/UV FLD après extr. SPE	Méthode interne M_ET228	#

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse : Page 4 / 14

Edité le : 05/08/2022

Identification échantillon : LSE2207-51318-1

Destinataire : COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité
Indéno (1,2,3-cd) pyréne	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/ FLD après extr. SPE	Méthode interne M_ET129	
Somme des 4 HAP quantifiés	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/ FLD après extr. SPE	Méthode interne M_ET129	
Pesticides Total pesticides						
Somme des pesticides identifiés hors métabolites non pertinents	11RP1A*	0.040	µg/l	Calcul		5
Pesticides azotés						
Cymazane	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Améthrine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Akazine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Akazine 2-hydroxy	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Akazine déséthyl	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Cyanazine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Desméthrine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Hexazinone	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Metamitron	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Meltrazine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Prometon	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Prométhine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Propazine	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Sebutylazine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Sebuturon	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Simazine 2-hydroxy	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Terbumeton	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Terbumeton déséthyl	11RP1A*	0.015	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Terbutylazine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Terbutylazine déséthyl	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Terbutylazine 2-hydroxy (hydroxyterbutylazine)	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Terbutryne	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Triessazine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Simetryne	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Diméthametryne	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Propazine 2-hydroxy	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Triessazine 2-hydroxy	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Triessazine déséthyl	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Sebutylazine déséthyl	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Sebutylazine 2-hydroxy	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CAU/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse Page 5 / 14

Edité le : 05/08/2022

Identification échantillon : LSE2207-51318-1

Destinataire : COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Fluctuations de qualité
Atrazine déséthyl 2-hydroxy	11RP1A'	< 0.025	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Simazine	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Atrazine désisopropyl	11RP1A'	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Atrazine désisopropyl 2-hydroxy	11RP1A'	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Terbutylazine déséthyl 2-hydroxy	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Cybutryne	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Aziprotbyne	11RP1A'	< 0.030	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Isométhidatone	11RP1A'	< 0.030	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Mesotrione	11RP1A'	< 0.050	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Sulcotrione	11RP1A'	< 0.050	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Atrazine déséthyl 0-isopropyl (DEDA)	11RP1A'	0.022	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Somme de la terbutylazine et de ses métabolites	11RP1A'	< 0.020	µg/l	Calcul		
Atraton (atrazine métoxyl)	11RP1A'	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Pesticides organochlorés						
2,4'-DDD	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
2,4'-DDE	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
2,4'-DDT	11RP1A'	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
4,4'-DDD	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
4,4'-DDE	11RP1A'	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
4,4'-DDT	11RP1A'	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Aldrine	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Chlordane cis (alpha)	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Chlordane trans (bêta)	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Dicofol	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Dieldrine	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Endosulfan alpha	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Endosulfan bêta	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Endosulfan sulfate	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Endosulfan total (alpha+bêta)	11RP1A'	< 0.015	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Endrine	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
HCB (hexachlorobenzène)	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
HCH alpha	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
HCH bêta	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
HCH delta	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Heptachlore	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse Page 6 / 14

Edité le : 05/08/2022

Identification échantillon : LSE2207-51318-1

Destinataire : COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Unités de qualité	Indicateurs de qualité
Heptachlore époxide	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Isodrine	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Lindane (HCH gamma)	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Somme des isomères de l'HCH (sauf HCH epsilon)	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Pesticides organophosphorés						
Oxéméthate	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET139	2
Terbufos	11RP1A'	< 0.10	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET139	2
Dichlorvos	11RP1A'	< 0.030	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Diméthoate	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Ethionphos	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Fenitrothion	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Malethion	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Phoxime	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Trichlorfon	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Varrothion	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Oxydemeton méthyl	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Paraoxon éthyl (paraoxon)	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Dithion	11RP1A'	< 0.10	µg/l	HPLC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET256	2
Cadusafos	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Chlorfenvinphos (chlorfenvinphos éthyl)	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Chlorpyrifos éthyl	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Chlorpyrifos méthyl	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Diazinon	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Fenitrothion	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Methidathion	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Parathion éthyl (parathion)	11RP1A'	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Parathion méthyl	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Terbufos	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Carbamates						
Carbaryl	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Carbendazime	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Carbénthiamide	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Carbofuran	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Carbofuran 3-hydroxy	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2
Mercaptodiméthyl (Methiocarb)	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET138	2

CARSO-LEHL

Rapport d'analyse Page 7 / 14

Edité le : 05/08/2022

Identification échantillon : LSE2207-51318-1

Destinataire : COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Relevances de suivi
Methomyl	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Prinicarbe	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Benfuracarbe	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Fenmetanole	11RP1A'	< 0.050	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Iprovalicarbe	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Fenoxycarbe	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Prosulocarbe	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Asulam	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Molinate	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GCM/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Benazoxon	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GCM/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Dithiocarbamates						
Thiram	11RP1A'	< 0.100	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Ethylène urée (métabolite du manébe, mancozébe, métram)	11RP1A'	< 0.10	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Ethylène thiourée (métabolite du manébe, mancozébe, métram)	11RP1A'	< 0.10	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Nicotinonitriles						
Acetamipride	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Imidaclopride	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Thiaclopride	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Thiamethoxam	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Clothianidine	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Amides et chloroacétamides						
Boscalid	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Mefenacetyl	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Isoxaben	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Flufenacet (fluthiamide)	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Isoxafflutole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Fluxapyroxad	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Fenhexamid	11RP1A'	< 0.010	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
Acifluorfen	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GCM/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Alachlore	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GCM/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Benalaxyl	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GCM/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Mefenacetyl	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GCM/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Napropamide	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GCM/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Oxadixyl	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GCM/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Propazine	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GCM/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse : Page 8 / 14

Edité le : 05/08/2022

Identification échantillon : LSE2207-51318-1

Destinataire : COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	References de qualité
Tebuam	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Alachlor-OXA	11RP1A'	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après extr. SPE	Méthode interne M_ET149	2
Acetochlor-ESA (l-sulfonyl acid)	11RP1A'	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après extr. SPE	Méthode interne M_ET249	2
Acetochlor-OXA (p-aminylacetic acid)	11RP1A'	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après extr. SPE	Méthode interne M_ET249	2
Metolachlor-ESA (metolachlor ethylsulfonic acid)	11RP1A'	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après extr. SPE	Méthode interne M_ET249	2
Metolachlor-OXA (metolachlor oxalic acid)	11RP1A'	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après extr. SPE	Méthode interne M_ET249	2
Metazachlor-ESA (metazachlor sulfonic acid)	11RP1A'	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après extr. SPE	Méthode interne M_ET249	2
Metazachlor-OXA (metazachlor oxalic acid)	11RP1A'	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après extr. SPE	Méthode interne M_ET249	2
Alachlor-ESA	11RP1A'	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après extr. SPE	Méthode interne M_ET249	2
Flu/encet-ESA	11RP1A'	< 0.010	µg/l	HPLC/MS/MS après extr. SPE	Méthode interne M_ET249	2
Flu/encet-OXA	11RP1A'	< 0.010	µg/l	HPLC/MS/MS après extr. SPE	Méthode interne M_ET249	2
S-metolachlor-NOA 413173	11RP1A'	< 0.050	µg/l	HPLC/MS/MS après extr. SPE	Méthode interne M_ET249	2
Dimethenamide	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
2,6-dichlorobenzamide	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Propachlor	11RP1A'	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Tolylfluside	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Dimethachlor	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Dichloride	11RP1A'	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Ammoniums quaternaires						
Chloréquat	11RP1A'	< 0.050	µg/l	HPLC/MS/MS injection directe	Méthode interne M_ET050	2
Méquat	11RP1A'	< 0.050	µg/l	HPLC/MS/MS injection directe	Méthode interne M_ET050	2
Diquat	11RP1A'	< 0.050	µg/l	HPLC/MS/MS injection directe	Méthode interne M_ET050	2
Paraquat	11RP1A'	< 0.050	µg/l	HPLC/MS/MS injection directe	Méthode interne M_ET050	2
Anilines						
Oryzalin	11RP1A'	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET130	2
Metolachlor	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Butraline	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Pendimethaline	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Terbufosine	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Azoles						
Aminotriazole	11RP1A'	< 0.050	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET130	2
Difenoconazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET106	2
Diniconazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET106	2
Prothioconazole	11RP1A'	< 0.050	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET106	2

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse Page 9 / 14

Edité le : 05/08/2022

Identification échantillon : LSE2207-51318-1

Destinataire : COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Unités de qualité	Références de qualité
Thiabendazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLCMS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Bifentolol	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Bromuconazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Cyproconazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Epoxyconazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Fenbuconazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Flusilazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Flutriafol	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Hexaconazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Imazaméthabenz méthyl	11RP1A'	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Metconazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Myclobutanil	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Penconazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Prochloraz	11RP1A'	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Propiconazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Tebuconazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Tetraconazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Fluquinonazole	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Triadiméfon	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Benzonitriles :						
Isaynil	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLCMS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Bromoxynil	11RP1A'	< 0.005	µg/l	HPLCMS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Chloridazone-diméthyl	11RP1A'	< 0.10	µg/l	HPLCMS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Chloridazone-méthyl-diméthyl	11RP1A'	< 0.010	µg/l	HPLCMS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Adonifen	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Chloridazone	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Dichlobenil	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Fenarimol	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Bromoxynil octanoate	11RP1A'	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Dicarboxymides						
Dichlorfuanide	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Iprodione (P Modif 1 D : 0.011 µg/l = 0.025 µg/l)	11RP1A'	< 0.060	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Procymidone	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Vinchlorzine	11RP1A'	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Phénoxyacides						
2,4-D	11RP1A'	< 0.020	µg/l	HPLCMS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse Page 10 / 14

Edité le : 05/08/2022

Identification échantillon : LSE2207-51318-1

Destinataire : COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Unités de qualité	Relevés de qualité
2,4,5-T	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
2,4-MCPA	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
MCPP (Meocrop) total	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Dicamba	11RP1A*	< 0.050	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Triflopyr	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
2,4-DP (Dichloroprop) total	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Diclofop méthyl	11RP1A*	< 0.050	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Fluroxypyr	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Fenoxaprop-éthyl	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Fluazifop-butyl	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Fluroxypyr-méthyl ester	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
MCPP-1-oxyl ester	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Phénols						
DNOC (diménoctate)	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Dinoseb	11RP1A*	< 0.030	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Pentachlorophénol	11RP1A*	< 0.030	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Dinoseb	11RP1A*	< 0.050	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Pyréthrinolides						
Alphaméthrine (alpha cyperméthrine)	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Bifenthrine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Cyfluthrine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Cyperméthrine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Fenprothrin	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Lambda cyhalothrine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Permethrin	11RP1A*	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Terbufos	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Deltaméthrin	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Strobilurines						
Pyraclonobine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Azoxystrobin	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Picoxystrobin	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Trifloxystrobin	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Fluoxystrobin	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Kresoxim-méthyl	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET112	2
Pesticides divers						
Cymoxanil	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Bentazone	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HP/CM/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2

CARSO-LEHL

Rapport d'analyse Page 11 / 14

Edité le : 05/08/2022

Identification échantillon : LSE2207-51318-1

Destinataire : COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité
Fudazacril	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Glufosinate	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET116	2
Quinmerac	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET108	2
AMPA	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET116	2
Glyphosate (incluant le sulfate)	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET116	2
Fosetyl	11RP1A*	< 0.0185	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET116	2
Fosetyl-aluminium (caloul)	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET116	2
Adifluorène	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Tebuconazole	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Flutrimazole	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Spiromazine	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Cyodanil	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Triazole	11RP1A*	< 0.050	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Imazamethabenz	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Pyrosum	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Clethodim	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Cyprosulfamide	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Fenaridone	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Imazamox	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Thiencarbazone-méthyle	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Thiophanate-méthyle	11RP1A*	< 0.050	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Triazinate	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Dodine	11RP1A*	< 0.10	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Picloram	11RP1A*	< 0.100	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Bromaclo	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Clopyralid	11RP1A*	< 0.050	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
N,N-diméthylsulfamide (NDMS)	11RP1A*	< 0.100	µg/l	HPLCMSMS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Anthraquinone	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GCMSMS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Bifenox	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GCMSMS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Diphénylamine	11RP1A*	< 0.100	µg/l	HPLCMSMS après extr. SPE	Méthode interne M_ET254	2
Pyriméthazol	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GCMSMS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Chlorothalonil	11RP1A*	< 0.01	µg/l	GCMSMS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Cloazone	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GCMSMS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Cloquintocet méxyl	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GCMSMS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Cyprodinil	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GCMSMS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Diflufenican (Diflufenican)	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GCMSMS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse Page 12 / 14

Edité le : 05/08/2022

Identification échantillon : LSE2207-51318-1

Destinataire : COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Unités de qualité	Références de qualité
Diméthomorphe	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Ethofumésate	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Perpropène	11RP1A*	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Perpropionphos	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Fluorochloridone	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Lenacile	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Metakolohyde	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET277	2
Norfurazon	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Norfurazon désméthyl	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Oxadiazon	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Oxyfluorène	11RP1A*	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Piperonil butoxyde	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Propargile	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Pyriméto	11RP1A*	< 0.01	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Quinoxylène	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Carfentrazone éthyl	11RP1A*	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Fenoxadone 0.150 µg/LQ : 0.005 µg/l = 0.010 µg/l	11RP1A*	< 0.010	µg/l	GC/MS/MS après extraction SPE	Méthode interne M_ET172	2
Unifas substitués						
Chloroluron (chloroluron)	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Diacon	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Fenuron	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Isoproturon	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Linuron	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Methabenzthiazuron	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Metabromuron	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Metoluron	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Thifensulfuron méthyl	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Sulfosulfuron	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Rimsulfuron	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Nicosulfuron	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Monolinuron	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Mesosulfuron méthyl	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Isosulfuron méthyl	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Flazasulfuron	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Ethidimuron	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse Page 13 / 14

Edité le : 05/08/2022

Identification échantillon : LSE2207-51318-1

Destinataire : COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Unités de qualité	Referentiel de qualité
DCPU (1 (3,4-dichlorophénylène) (cas 5429-50-2)	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
DCPMU (1-(3,4-dichlorophényl)-3-méthylurée) (cas 3567-82-2)	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Amidosulfuron	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Metsulfuron méthyl	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Tribenuron-méthyl	11RP1A*	< 0.020	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Thièlazuron	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
IPPMU (1-(4-isopropylphényl)-3-méthylurée (cas 34123-57-4)	11RP1A*	< 0.005	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2
Composés divers Divers						
Hydrazide maléique	11RP1A*	< 0.5	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET116	
Radioactivité : l'activité est comparée à la limite de détection						
Radon 222	11RP1A*	25.6	Bq/l	Spectrométrie gamma	NF EN ISO 15194-1:2020 et 2:2020	100
Radon 222 : incertitude (k=2)	11RP1A*	4.0	Bq/l	Spectrométrie gamma	NF EN ISO 15194-1:2020 et 2:2020	
Activité alpha globale	11RP1A*	< 0.03	Bq/l	Compteur à gaz proportionnel	NF EN ISO 10704:2019	0.1
Activité alpha globale : incertitude (k=2)	11RP1A*	-	Bq/l	Compteur à gaz proportionnel	NF EN ISO 10704:2019	
Activité bêta globale	11RP1A*	< 0.04	Bq/l	Compteur à gaz proportionnel	NF EN ISO 10704:2019	
Activité bêta globale : incertitude (k=2)	11RP1A*	-	Bq/l	Compteur à gaz proportionnel	NF EN ISO 10704:2019	
Potassium 40	11RP1A*	0.004	Bq/l	Calcul à partir de K		
incertitude (k=2)	11RP1A*	0.003	Bq/l	Calcul à partir de K		
Activité bêta globale résiduelle	11RP1A*	< 0.04	Bq/l	Calcul		1
Activité bêta globale résiduelle : incertitude (k=2)	11RP1A*	-	Bq/l	Calcul		
Tritium	11RP1A*	< 9	Bq/l	Sollicitation liquide	NF EN ISO 9928:2019	100
Tritium : incertitude (k=2)	11RP1A*	-	Bq/l	Sollicitation liquide	NF EN ISO 9928:2019	
Dose indicative	11RP1A*	< 0.1	mSv/an	Interprétation		0.1

11THM4 TRIHALOMETHANES (ARS11-2020)

11RP1A* ANALYSE (RP1A) 1ERE ADDUCTION EAU SOUTERRAINE (ARS11-2021)

ABSENCE DU LOGO COFRAC

1 L'absence du logo Cofrac provient d'un délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives.

MODIFICATION DE LA LQ

9 Perte de sensibilité nécessitant une hausse de LQ.

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse : Page 14 / 14

Edité le : 05/08/2022

Identification échantillon : LSE2207-51318-1

Destinataire : COMMUNAUTE DE COMMUNE VALLEE DE L'HERAULT

Silicates : stabilisation réalisée au laboratoire dans les 36 heures.

Rn222 : activité à la date de prélèvement

Méthode interne M_ET108 et M_ET211 : Taux d'extraction/ionisation modifié par la présence d'interférents

Méthode interne M_ET172 : Taux d'extraction/ionisation modifié par la présence d'interférents

Eau conforme aux limites de qualité fixées par le Code de la Santé Publique, articles R 1321-1 à 1321-5, arrêté du 11 janvier 2007 pour les paramètres analysés.

Eau conforme du point de vue radiologique au code de la Santé Publique, article 1321-20, à l'arrêté du 11 janvier 2007, à l'arrêté du 12 mai 2004 et à l'arrêté du 9 décembre 2015 pour les paramètres analysés.

Limites de Qualité : Les limites de qualités sont soit des limites de qualité réglementaires , soit des limites de qualité du client.

Les valeurs en gras, italiques et soulignées sont non conformes aux seuils indiqués dans le rapport d'analyse.

Si certains paramètres soumis à des seuils de conformité ne sont pas couverts par l'accréditation alors la déclaration de conformité n'est pas couverte par l'accréditation.

Les résultats sont rendus en prenant en compte les matières en suspension (MES) sauf quand la filtration est indiquée dans les normes analytiques.

(Déclaration de conformité non couverte par l'accréditation)

PHOTO DU PRELEVEMENT

