

Mairie de
Saint-Affrique

VILLE DE **saint**
DE **affrique**
en Pays de Rquefort

Projet de station d'épuration au hameau de Tiergues (12)

Expertise hydrogéologique



Rapport n°A114734/version finale – janvier 2022



Projet suivi par Amélie BOYER – 06.77.99.36.46 – amelie.boyer@anteagroup.fr

Fiche signalétique

Projet de station d'épuration au hameau de Tiergues (12) Expertise hydrogéologique

CLIENT	SITE
Mairie de Saint-Affrique	
1 place de l'Hotel de ville 12400 SAINT-AFFRIQUE	Hameau de Tiergues 12400 Saint-Affrique
Benoit PESCAYRE Responsable service urbanisme/aménagement 06.71.30.67.69 bpescayre@ville-sainaffrique.fr	

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Amélie BOYER
Interlocuteur commercial	Christophe SUBIAS
	Implantation de Toulouse
Implantation chargée du suivi du projet	05.61.00.70.40 secretariat.toulouse-fr@anteagroup.com
Rapport n°	A114734
Version n°	version finale
Votre commande et date	Devis signé le 30/09/2021
Projet n°	MPYP21-0326

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Antoine POEYDOMENGE	Ingénieur d'études	Janvier 2022	
Approbation	Amélie BOYER	Ingénieur projets	Janvier 2022	

Sommaire

1.	Contexte et objectifs de l'étude	5
2.	Localisation et description du projet.....	6
3.	Contexte géologique.....	8
3.1.	Contexte géologique général	8
3.2.	Contexte géologique local	10
3.3.	Contexte hydrogéologique général.....	12
3.3.1.	Contexte hydrogéologique local	12
3.3.2.	Éléments apportés par les traçages	12
3.3.3.	Vulnérabilité des eaux souterraines dans le secteur	13
3.3.4.	Qualité de l'eau souterraine	15
3.4.	Conditions d'infiltration au droit du projet	15
3.5.	Conclusion sur les contextes géologique et hydrogéologique.....	16
4.	Enjeux vis-à-vis de la ressource en eau potable	17
4.1.	Captage de la source de Tendigues.....	17
4.2.	Captage des sources de Céré	17
5.	Opération de traçage.....	19
5.1.	Protocole de traçage mis en œuvre	19
5.1.1.	Généralités	19
5.1.2.	Phase préalable de prévention	20
5.1.3.	Choix du point d'injection	21
5.1.4.	Choix des points de suivi	21
5.1.5.	Choix et justification du traceur utilisé	23
5.1.6.	Méthodologie de l'injection du traceur	23
5.1.7.	Méthodologie du suivi de la restitution.....	24
5.1.8.	Analyse des échantillons	25
5.2.	Résultats du traçage	25
5.2.1.	Pluviométrie	25
5.2.2.	Conditions hydrologiques	26
5.2.3.	Débits des sources	27
5.2.4.	Résultats du traçage.....	29
5.3.	Interprétation des résultats	32
6.	Impacts du projet sur les eaux souterraines	34
7.	Conclusion et recommandations.....	35

Table des figures

Figure 1 : Localisation du projet d'assainissement	7
Figure 2 : Contexte géologique du secteur (Infoterre-BRGM)	9
Figure 3 : Emplacement des sondages géologiques.....	10
Figure 4 : Délimitation des bassins d'alimentation supposée des sources (source : PNRGC)	13
Figure 5 : Coupe caractéristique d'un aquifère karstique (d'après Mangin)	14
Figure 6 : Carte de vulnérabilité du bassin d'alimentation de Tendigues, méthode PaPRiKa (BRGM, 2015).....	14
Figure 7 : Position du projet par rapport aux périmètres de protection des sources captées pour l'AEP (1/25000).....	18
Figure 8 : Schéma de principe d'un aquifère karstique (MANGIN, 1975) et trajet potentiel d'un traceur	20
Figure 9 : Schéma d'un aquifère karstique (BRULHAM et al., 2004).....	20
Figure 10 : Localisation des sources suivies pour l'opération de traçage	22
Figure 11 : Illustrations de l'opération d'injection du traceur dans le bassin d'infiltration.....	23
Figure 12 : Illustrations du matériel de suivi installé à la source de Tendigues.....	24
Figure 13 : Précipitations journalières à Saint-Affrique du mois d'octobre à décembre 2021.....	26
Figure 15 : Débit mensuel moyen de la Sorgue en 2021	26
Figure 14 : Débit mensuel moyen de la Sorgue moyenné sur 13 ans.....	26
Figure 16 : Débit de la source de Tendigues associé aux précipitations à Saint-Affrique.....	27
Figure 17 : Résultats du suivi à la source de Tendigues	30
Figure 18 : Résultats du suivi aux sources de Céré.....	31
Figure 19 : Résultats du suivi à la source du Devez.....	32

Table des tableaux

Tableau 1 : Parcelle cadastrale concernée par le projet	6
Tableau 2 : Caractéristiques techniques des fosses.....	10
Tableau 3 : Résultats des tests d'infiltration effectués	15
Tableau 4 : Présentation des sources suivies pour l'opération de traçage.....	21
Tableau 5 : Seuils de détection du traceur.....	25
Tableau 6 : Débits mesurés aux sources de Céré lors du suivi.....	28
Tableau 7 : Bilan de la restitution de la fluorescéine	33

Table des annexes

Annexe I :	Références utilisées
Annexe II :	Résultats d'analyses de la fluorescéine par le laboratoire CETRAHE

1. Contexte et objectifs de l'étude

La commune de Saint-Affrique souhaite entreprendre la mise aux normes de l'assainissement collectif du hameau de Tiergues, situé à 6 kilomètres au nord de la ville. Actuellement, le hameau est partiellement desservi par un réseau unitaire qui aboutit à 2 exutoires à ciel ouvert dans une parcelle agricole. Les rejets se font donc par infiltration directe dans le sous-sol, sans prétraitement.

Le projet prévoit la mise en place d'une station d'épuration de 40 Equivalents/Habitant, de type planté de macrophytes à 2 étages.

Ce procédé répond aux exigences réglementaires définies par l'arrêté du 22 juin 2007 relatif à l'assainissement collectif, en délivrant des performances épuratoires permettant d'atteindre les niveaux de rejets requis.

Compte tenu de la situation du projet dans le périmètre de protection de la ressource en eau potable de Tendigues, alimentant la commune de Roquefort-sur-Soulzon, un avis d'hydrogéologue agréé a été demandé par l'ARS.

Nicolas Liénart, en charge de cet avis, a demandé la réalisation d'une étude hydrogéologique pour évaluer les impacts du rejet sur la ressource en eau souterraine et éventuellement, sur les captages AEP du secteur. Cette étude doit comprendre les missions suivantes :

- Réalisation d'une fouille à la tractopelle de la zone d'infiltration afin d'établir une coupe pédologique et lithologique du sol en place, d'identifier l'épaisseur de ce recouvrement, d'évaluer la qualité du substratum (nature et structure) afin d'en préciser l'état de fracturation et karstification éventuellement.
- Réalisation d'un test d'infiltration dans la fouille.
- Réalisation d'un traçage hydrogéologique depuis la zone d'infiltration du projet.
 - Le colorant pourra être l'uranine. Le colorant sera « poussé » par une chasse d'eau apportée sur site par un camion (10 à 20 m³ pourraient convenir selon les résultats du test d'infiltration).
 - La surveillance se fera sur le captage de Tendigues par fluorimètre de terrain et par prélèvements d'échantillons d'eau pour analyse en laboratoire par spectrofluorimétrie (sur quelques prélèvements représentatifs).
 - La surveillance se fera également sur les autres points inventoriés par le bureau d'études (sources Céré notamment). Le suivi du traçage devra permettre de valider ou non la relation. Il est recommandé d'utiliser un fluorimètre de terrain couplé à des prélèvements d'échantillons d'eau pour analyse en laboratoire par spectrofluorimétrie

La commune de St Affrique a alors missionné Antea Group pour réaliser un traçage hydrogéologique au droit du projet afin de répondre à la demande de l'hydrogéologue agréé.

Le but de l'opération de traçage est :

- De vérifier l'appartenance de la zone de travaux aux bassins d'alimentation d'une ou plusieurs sources karstiques, captées ou non ;
- De définir les modalités de ce transfert des traceurs à travers la quantification de certains paramètres (vitesse d'apparition du colorant, dilution, épuration naturelle) ;
- De préciser quels seraient les impacts attendus en cas de rejets chroniques ou accidentels.

Ce rapport présente les résultats et l'interprétation de l'opération de traçage réalisée en période de basses eaux à partir de fin octobre 2021.

2. Localisation et description du projet

Le projet d'assainissement est localisé sur la commune de Saint-Affrique, au sud-ouest de Millau. Il se situe au hameau de Tiergues, au nord-est du bourg de Saint-Affrique, le long de la route départementale D993.

Il est implanté sur la partie amont du vallon sec de la merderie qui prend naissance au niveau du hameau et qui rejoint le bourg de Lauras et plus loin le Souzou (affluent du Cernon). Ce ruisseau est généralement sec et coule en partie lors des pluies. Il recevait les différents rejets du bourg de Lauras d'où son nom.

La parcelle cadastrale concernée par le projet est présentée dans le tableau suivant :

Commune	Lieu-dit	Section	Numéro
Saint-Affrique	Tiergues	CH	94

Tableau 1 : Parcelle cadastrale concernée par le projet

La surface totale de la parcelle concernée par le projet est d'environ 23 000 m². La superficie totale nécessaire au projet est d'environ 1650 m².

Compte tenu de la capacité de traitement déterminée lors des études préliminaires, du contexte local (milieu rural), de la nature des effluents à traiter (effluents domestiques), et des caractéristiques du site d'implantation (déclivité favorable pour un fonctionnement totalement gravitaire), la filière de traitement par filtres plantés de macrophytes (roseaux) apparaît la plus appropriée. Le bureau d'études A2E a retenu une capacité de traitement de la station d'épuration de 40 EH (Equivalent/Habitant).

L'unité de traitement prévue sera composée de :

- 1 regard de tête ;
- 1 dégrilleur statique ;
- 1 regard de bypass ;
- 1 Canal Venturi ;
- 1 ouvrage de stockage et d'injection d'eaux brutes ;
- 1 filtre planté de roseaux divisé en 3 de 1,2 m²/EH (soit 48 m²) ;
- 1 regard de collecte ;
- 1 ouvrage de stockage et d'injection d'eaux claires ;
- 1 filtre planté de roseaux divisé en 2 de 0,8 m²/EH (soit 32 m²) ;
- 1 regard de collecte et de prélèvement ;
- 1 zone de dispersion dans le sol.

Le rejet des eaux traitées s'effectuera dans une tranchée d'infiltration, comprenant un drain d'épandage mis en place dans des matériaux d'enrobage entouré d'un géotextile anti-contaminant.

Ce procédé permet d'assurer des performances épuratoires répondant aux exigences réglementaires définies par l'arrêté du 22 juin 2007 relatif à l'assainissement collectif.

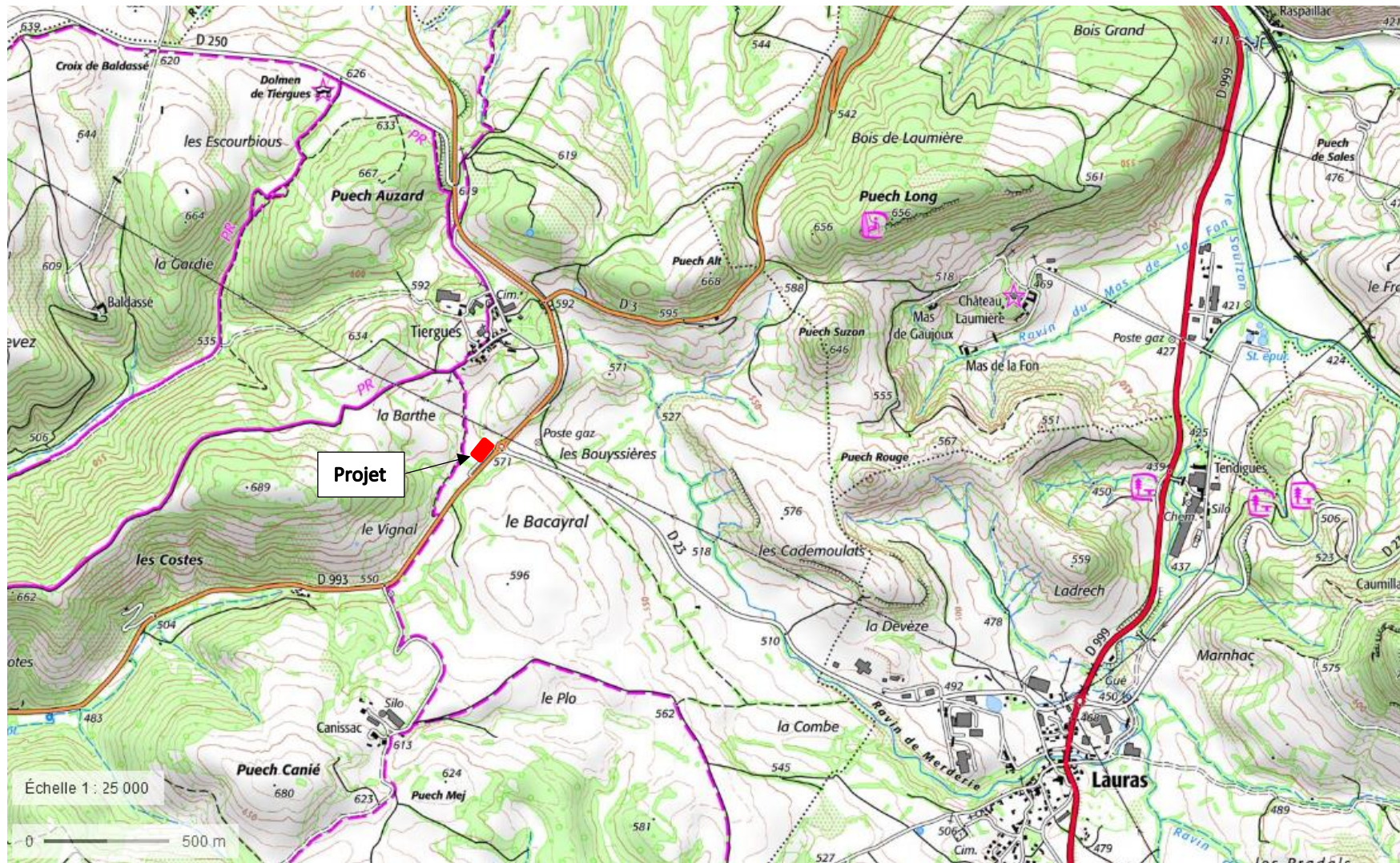


Figure 1 : Localisation du projet d'assainissement

3. Contexte géologique

3.1. Contexte géologique général

Le projet de station d'épuration se situe sur les avants-causses du Saint-Affricain.

Le causse est constitué de formations calcaires et dolomitiques du Jurassique moyen (Aalénien à Callovien), qui présente une épaisseur d'environ 200 mètres. Ces terrains sont caractérisés par des dolomies du Bathonien supérieur (J2b) présentant un relief d'ancien karst très érodé. Ils surmontent des calcaires très fracturés qui forment la base des falaises bordant les Grands Causses (I9b, J1b et J2a).

Les avant-causses à l'ouest sont constitués de formations calcaires et dolomitiques du Lias (I1 à I5). Ces formations à dominante calcaire peuvent rencontrer des passages argileux et marneux du Carixien. Au sud-ouest, l'érosion de la Sorgue a été suffisante pour faire apparaître les terrains rouges du bassin permien de Saint-Affrique.

Globalement, les structures sont faiblement monoclinales vers le nord ou subhorizontales.

Plusieurs vallées bordent ce massif. Au nord et à l'est, la vallée du Tarn est formée d'éboulis du causse et d'alluvions fluviales. Au sud, le fond de la Sorgue est également formé de ces terrains. A l'est, la vallée du Cernon est formée de calcaires et dolomies du Jurassique inférieur et notamment de l'Hettangien (I1-2). Ces terrains en fond de vallée, sont recouverts d'alluvions dans le lit du Cernon.

Un dense réseau de failles s'est développé sur les avant-causses du Larzac dont l'orientation dominante est E-O. A la traversée du Souzou, la faille de Sainte-Eulalie passe à la faille de Tiergues, orientée E.NE-O.SO, qui repasse elle-même au Nord de Saint-Affrique à un accident E-O.

Près de Tiergues, la structure est compliquée par une faille inverse, orientée O.NO-E.NE qui se développe sur un kilomètre, avant d'être sectionnée par une autre faille et finir ensuite très vite.

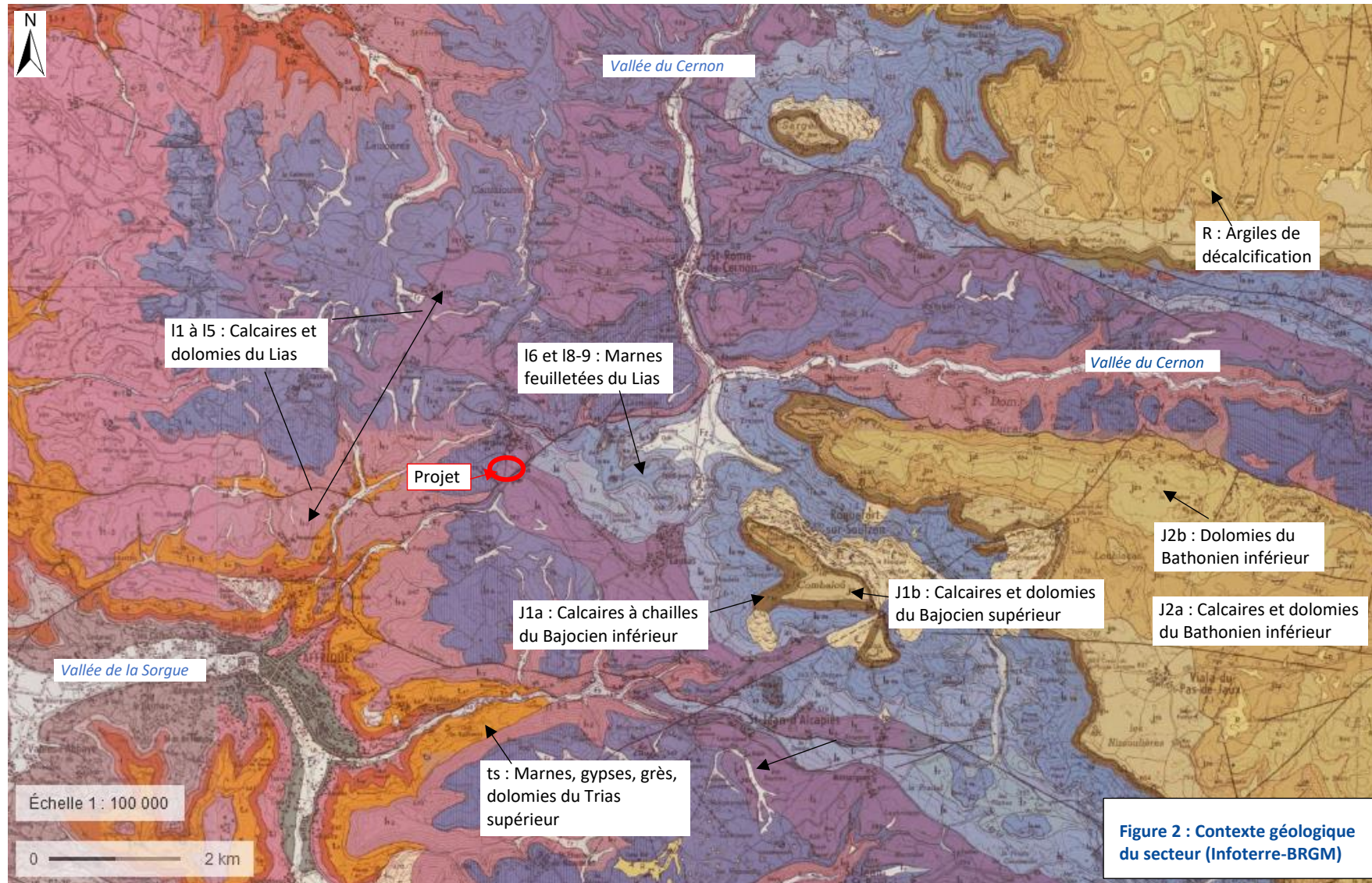


Figure 2 : Contexte géologique du secteur (Infoterre-BRGM)

3.2. Contexte géologique local

Le projet est implanté sur des formations de calcaires argileux et marnes du Carixien (I5). Cette roche se débite en dalles épaisses de 5 à 20 cm qui présentent un léger pendage général vers le nord. Le plancher imperméable, constitué par les marnes du Toarcien, se trouve vers 160 m de profondeur.

Trois sondages à la pelle mécanique ont été réalisés le 22 octobre 2021 par la commune de Saint-Affrique sur la parcelle. L'implantation de ces sondages est indiquée sur la figure ci-après.

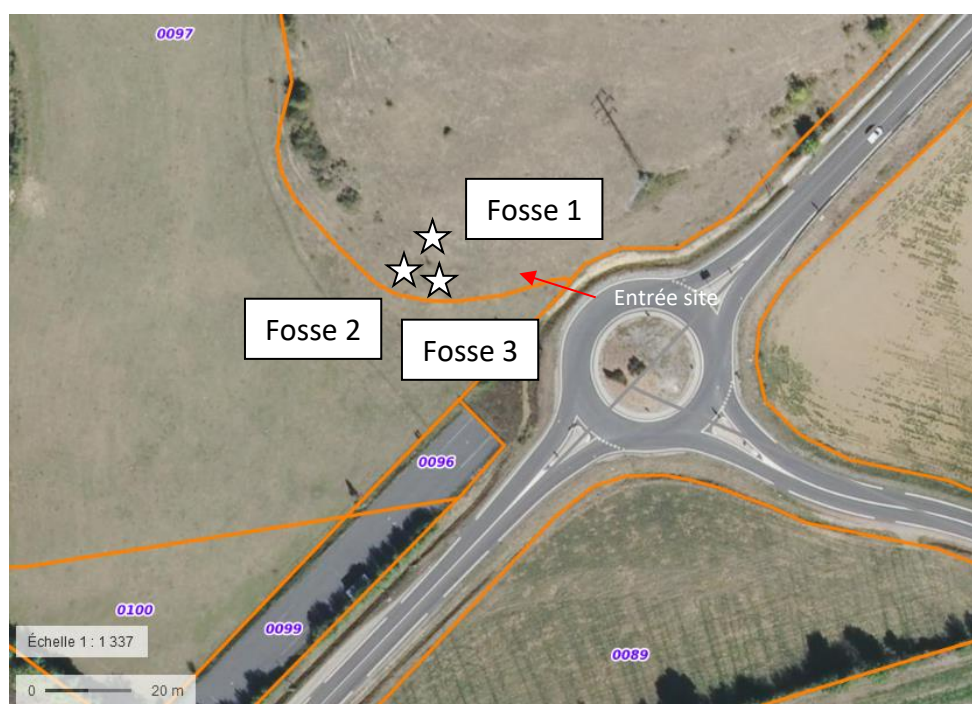


Figure 3 : Emplacement des sondages géologiques

Les coupes géologiques des sondages réalisés sont présentées ci-après :

Tableau 2 : Caractéristiques techniques des fosses

Fosse	Dimensions (Lxl)	Profondeur	Géologie rencontrée
1	3,7 x 1,1 m	1,3 m	<ul style="list-style-type: none"> - 0 – 0,5 m : terre végétale - 0,5 – 1,3 : Calcaire altéré (argileux) - Substratum calcaire peu fracturé à 1,3 m
2	4,2 x 1,1 m	1,5 m	<ul style="list-style-type: none"> - 0 – 0,5 m : terre végétale - 0,5 – 1,5 : Calcaire altéré (argileux) - Substratum calcaire peu fracturé à 1,5 m
3	2,6 x 1,3 m	0,5	<ul style="list-style-type: none"> - 0 – 0,5 m : terre végétale - Calcaire non fracturé à 0,5 m

Les sondages réalisés ont permis de mettre en évidence une couche argileuse issue de l'altération des calcaires, surmontant des calcaires plus francs, peu fracturés en surface.



3.3. Contexte hydrogéologique général

3.3.1. Contexte hydrogéologique local

Les différentes formations calcaires qui composent les avants-causses du Saint-Affricain, correspondent à un aquifère unique qui est limité au plancher par les marnes imperméables du Lias et qui est alimenté par les infiltrations des eaux météoriques sur la surface du causse.

Cet aquifère est organisé en plusieurs systèmes karstiques qui alimentent plusieurs sources importantes dans les fonds de vallées, dont certaines sont captées pour l'alimentation en eau potable.

Au droit de la zone du projet, on retrouve deux aquifères dans le Lias :

- L'aquifère karstique du Carixien, libre et à drainage très rapide. Une partie des eaux s'infiltrant sur l'avant-causse Liasique de Lauras est drainée superficiellement par la source de Tendigues, qui constitue le point de débordement le plus bas de la limite de captivité de cet aquifère.
- L'aquifère du Sinémurien/Hettangien, à comportant captif et très peu fonctionnel. Une partie des eaux est cependant drainée en profondeur dans les dolomies et calcaires dolomitiques du Sinémurien et de l'Hettangien. Ces eaux subissent un long cheminement souterrain où elles vont se minéraliser et se réchauffer. Un forage réalisé à Lauras a permis d'intercepter cet aquifère à 150 m de profondeur. Cette aquifère captif est surmonté par les formations marneuses du Carixien sommital et du Domérien, qui lui confère cet artésianisme et le protège efficacement des pollutions superficielles.

3.3.2. Éléments apportés par les traçages

Des traçages ont été réalisées dans le secteur dans le cadre de l'étude hydrogéologique du Causse de Guilhaumard et des Avants-Causses du Saint-Affricain réalisée par le BRGM entre 2010 et 2015. Les objectifs de ces opérations étaient de déterminer ou préciser les bassins d'alimentation des principales sources de la région et mieux connaître la structure et le fonctionnement des aquifères. Les Avants-Causse sont en effet définies par un nombre important de bassins de petites et moyennes tailles difficiles à délimiter.

Ainsi dans le cadre de cette étude, deux traçages ont été réalisés dans le secteur du projet, l'un au Sud de Lauras, l'autre au Sud de la ferme de Canissac (Figure 4) avec un suivi au niveau des sources de Céré et du captage de Tendigues. Le but était ici de délimiter la partie sud du bassin d'alimentation du captage de Tendigues. Le traceur injecté au sud de Lauras a été retrouvé à la source de Tendigues. Et une restitution du traçage de la ferme de Canissac a été observée au niveau des sources de Céré uniquement.

Un traçage a été réalisé par le BE Calligée en 2005, à proximité du projet. Le traceur a été injecté dans le fossé qui longe la route départementale D23. Il a été rapidement détecté à la source de Tendigues mettant en évidence l'existence d'un axe de drainage dans une direction ouest-est, avec des vitesses de transit très rapides (au-delà de 250 m/h). Le taux de restitution a été estimé à 4,3 %.

La Figure 4 présente les délimitations les plus récentes des bassins d'alimentation supposés des sources existantes à proximité du hameau de Tiergues et les résultats des différents traçages réalisés dans le secteur.

D'après la Figure 4, le projet de station d'épuration se trouverait sur le bassin d'alimentation de la source de Tendigues.

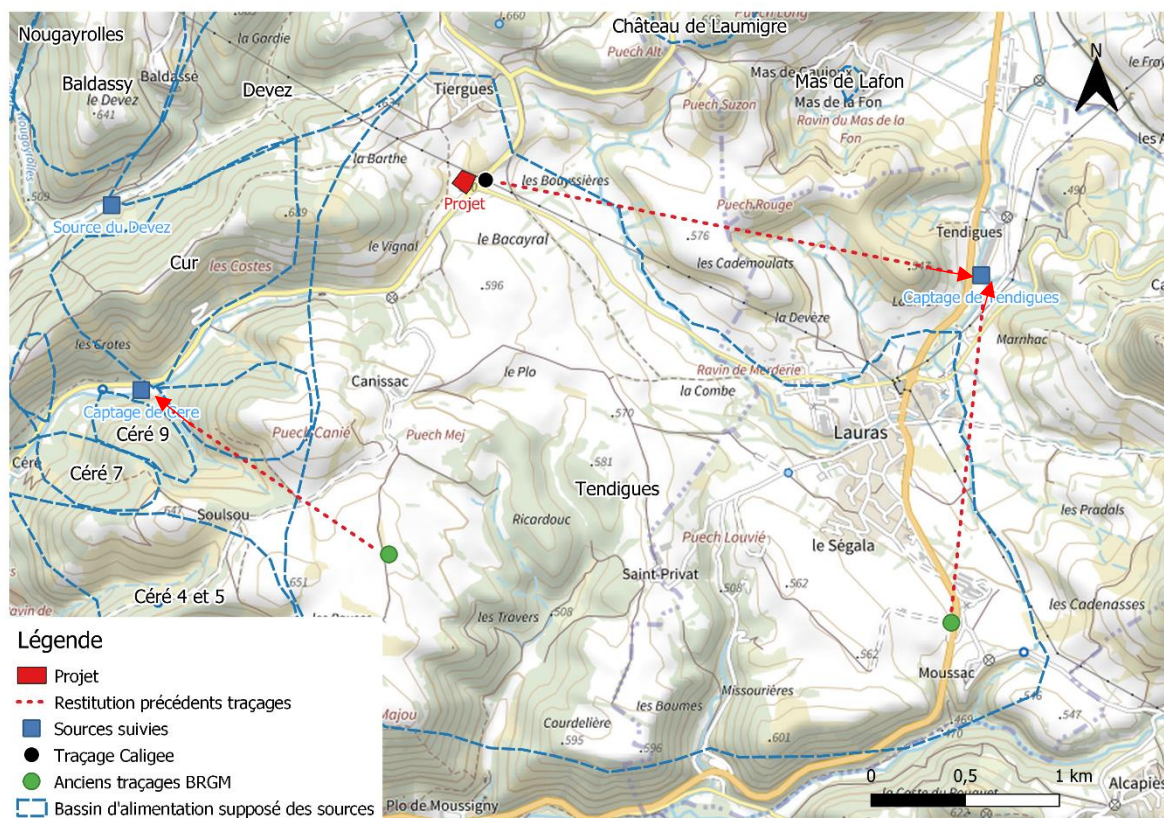


Figure 4 : Délimitation des bassins d'alimentation supposée des sources (source : PNRGC)

3.3.3. Vulnérabilité des eaux souterraines dans le secteur

Généralement, la vulnérabilité aux pollutions des aquifères karstiques est forte. Elle dépend :

- De l'épaisseur et la nature de la formation de recouvrement sur les calcaires ;
- De la nature de l'infiltration des eaux météoriques : diffuse ou localisée au niveau de formes karstiques (doline, aven...) ;
- De l'épaisseur et de la fracturation de la zone non saturée ;
- Du colmatage des fractures ;
- Du degré de karstification et d'organisation du drainage du système ;
- Du volume d'eau dans la zone noyée.

Les systèmes les plus vulnérables sont donc les systèmes bien karstifiés, avec infiltration rapide des écoulements et une zone noyée de faible ampleur. Ces systèmes sont sujets à des pollutions brutales, de courte durée avec de fortes teneurs.

La connaissance de la structure des systèmes karstiques et de leur fonctionnement est donc prépondérante pour orienter des mesures de protection efficaces et durables.

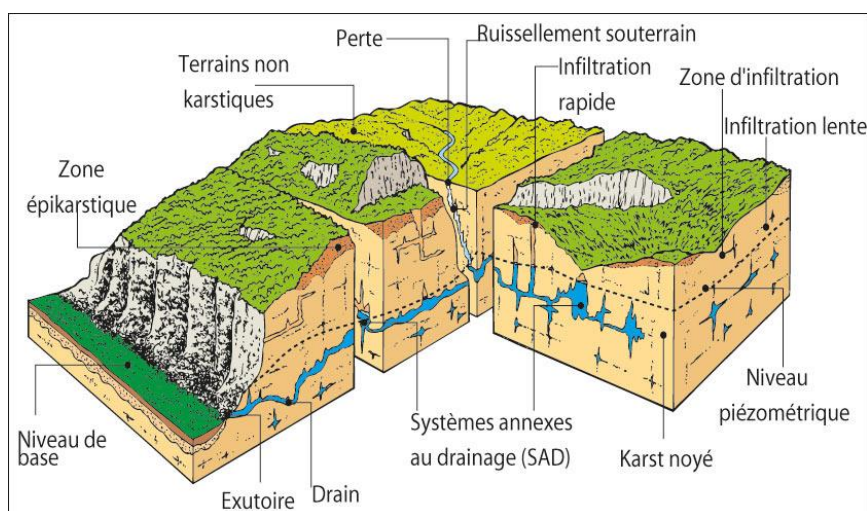


Figure 5 : Coupe caractéristique d'un aquifère karstique (d'après Mangin)

Dans le cadre de l'étude hydrogéologique réalisée par le BRGM (RP-64689-FR), une carte de vulnérabilité, notamment, sur le bassin d'alimentation de la source de Tendigues (Figure 6), a été élaborée à partir de la méthode multicritère « PaPRIKa » (Protection des aquifères karstiques basée sur la Protection, le Réservoir, l'Infiltration et le degré de Karstification).

Au droit du projet, la vulnérabilité des eaux souterraines est évaluée comme étant modérée. Une zone de vulnérabilité « très élevée » est indiquée à proximité immédiate du projet, le long de la D993. Cette zone peut marquer une infiltration rapide des eaux de surface vers le système karstique de Tendigues, comme l'a démontré l'opération de traçage de Calligée.

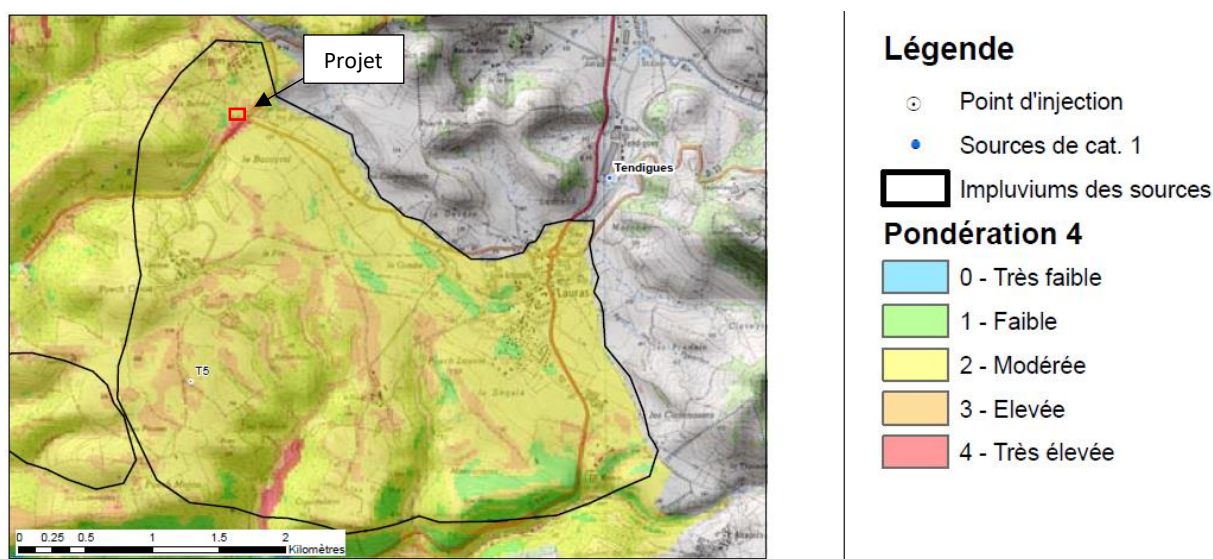


Figure 6 : Carte de vulnérabilité du bassin d'alimentation de Tendigues, méthode PaPRIKa (BRGM, 2015)

3.3.4. Qualité de l'eau souterraine

A partir des analyses d'eau réglementaires réalisées aux captages d'eau potable de Tendigues et de Céré, étudiées dans les avis sanitaires des hydrogéologues agréés, la ressource en eau de ces deux systèmes karstiques présente une qualité similaire :

- Une conductivité moyenne autour de 725 $\mu\text{S}/\text{cm}$, caractéristique d'un aquifère carbonaté ;
- Un pH neutre ;
- Des pics de turbidité fréquents et importants à la suite d'épisodes pluvieux ;
- Des contaminations bactériologiques régulières, souvent concomitantes avec les pics de turbidité ;
- La présence de nitrates mais à des concentrations inférieures à la limite réglementaire imposée ;
- L'absence de produits phytosanitaires.

La qualité des eaux brutes des deux sources respecte les limites et référence de qualité pour les eaux destinées à la consommation humaine, sauf en cas de pics de turbidité, la référence de qualité étant fixé à 2 NFU.

Ainsi, bien que la vulnérabilité du bassin d'alimentation de la source de Tendigues soit qualifiée de « modérée », la qualité des eaux n'est pas dégradée.

3.4. Conditions d'infiltration au droit du projet

Des tests d'infiltration ont été réalisés dans les fosses 1 et 2, réalisées pour la reconnaissance géologique. Pour rappel, le calcaire a été atteint à environ 1,5 m de profondeur et aucune forme karstiques (doline, aven) pouvant être des points d'infiltration préférentielle des eaux météoriques, n'a été identifiée sur le projet.

Le but de ces tests est de mesurer la vitesse d'infiltration dans les calcaires et, en fonction de ces résultats, de déterminer la fosse la plus favorable à l'injection du traceur.

A noter que la fosse 3 n'a pas été testée car des calcaires plus massifs ont été rencontrés en fond, qui limitent l'infiltration de l'eau.

Après avoir déversé 1 à 2 m^3 d'eau claire dans les deux fosses, l'infiltration a été déterminée à partir de mesures de la baisse du niveau d'eau. Les valeurs de vitesse d'infiltration obtenues sont présentées ci-après :

Tableau 3 : Résultats des tests d'infiltration effectués

Fosse	Vitesse d'infiltration
1	0,15 m^3/h
2	0,6 m^3/h

Le potentiel d'infiltration des eaux relevé dans ces fosses est faible. Les calcaires peu fracturés en surface ne permettent pas une infiltration rapide des eaux.

3.5. Conclusion sur les contextes géologique et hydrogéologique

Pour conclure, les éléments à retenir sur le contexte (hydro)géologique au droit du projet sont les suivants :

- Le projet se situe sur des terrains calcaires peu fracturés, qui sont recouverts d'une couche d'altération argileuse peu épaisse.
- Les tests d'infiltration réalisés dans les fosses indiquent une infiltration lente dans les calcaires de l'ordre de 0,5 m³/h.
- D'après les observations de terrain, aucune forme karstiques (doline, aven) pouvant être des points d'infiltration préférentielle des eaux météoriques, n'a été identifiée sur le projet.
- D'après les expériences de traçages, le projet serait situé sur le bassin d'alimentation de la source karstique de Tendigues, qui est captée pour l'AEP.

4. Enjeux vis-à-vis de la ressource en eau potable

Les captages pour l'alimentation en eau destinée à la consommation humaine sont protégés contre les risques de pollution ponctuelle par des périmètres de protection, prévus par le décret n°2007-49 du 11 janvier 2007.

4.1. Captage de la source de Tendigues

La source de Tendigues se situe dans la vallée du Cernon, sur la commune de Roquefort-sur-Soulzon. Elle est captée pour alimenter en eau potable les habitants de Roquefort-sur-Soulzon.

Le projet d'assainissement se trouve à l'intérieur du périmètre de protection éloignée du captage d'eau potable de Tendigues (Figure 7), défini dans l'arrêté préfectoral n°793017 du 23/08/1979.

Cet arrêté, qui autorise l'exploitation de la source de Tendigues pour l'alimentation en eau potable de la commune de Roquefort-sur-Soulzon, impose diverses préconisations dans les périmètres de protection, visant à protéger les ouvrages de captage et la ressource en eau souterraine captée.

Dans le périmètre de protection éloignée, les autorisations administratives nécessaires à l'établissement d'activités polluantes sont subordonnées à l'application vigoureuse de la réglementation en vigueur. Les eaux devront répondre aux conditions exigées par le code de la santé publique.

4.2. Captage des sources de Céré

Les sources de Céré, situées sur la commune de Saint-Affrique, sont captées pour alimenter en eau potable les habitants de Saint-Affrique. Celles-ci sont réparties dans la vallée étroite et encaissée du ruisseau de Maxilou.

Sept sources sont captées dans cette vallée répartis sur une distance de 1,2 km au Nord-Est de Saint-Affrique.

Le projet d'assainissement se trouve à l'extérieur de tous périmètres de protection (Figure 7) défini dans l'arrêté préfectoral n°790597 du 05/05/1979.



Figure 7 : Position du projet par rapport aux périmètres de protection des sources captées pour l'AEP (1/25000)

5. Opération de traçage

5.1. Protocole de traçage mis en œuvre

5.1.1. Généralités

La technique du traçage artificiel est couramment utilisée en hydrogéologie karstique afin de vérifier l'existence d'une relation entre une zone d'infiltration et un ou plusieurs exutoires, ceci permettant de préciser les limites des bassins d'alimentation des sources. Cette opération constitue également une véritable simulation de pollution, en évaluant la dilution et l'épuration naturelle au sein même du système karstique.

L'opération de traçage nécessite cependant de respecter certaines conditions, notamment :

- L'injection du traceur doit se faire de façon instantanée, de manière à obtenir une réponse impulsionnelle facilement interprétable ;
- La masse de traceur injectée doit être suffisante pour que sa présence puisse être détectée à l'exutoire ;
- L'échantillonnage à la sortie du système karstique doit être effectué à un pas de temps adapté, afin de caractériser les variations de concentration du traceur restitué en fonction du temps ;
- Les mesures de débits couplées à des mesures de hauteurs d'eau doivent être réalisées au niveau des exutoires afin de pouvoir effectuer un bilan massique de l'opération. Il correspond au rapport entre la masse injectée et la masse restituée.

On retiendra qu'une opération de traçage permet de calculer de nombreux paramètres dont :

- L'analyse du **flux de sortie**, permettant d'obtenir la masse de traceur restituée et donc le pourcentage de restitution en traceur, caractéristique des phénomènes d'autoépuration du système karstique ;
- Le **temps moyen de transit** et la vitesse apparente permettant de décrire le déplacement du nuage ;
- Le **taux de dilution** subi par le traceur qui présente un intérêt pour une simulation de pollution.

Le traceur injecté ne va parcourir qu'une partie seulement du système karstique, appelée système-traçage (cf. Figure 8). Les résultats obtenus indiquent donc des informations sur les modalités de transit de l'eau marquée et par conséquent sur la structure de la partie du système concernée par ce transit.

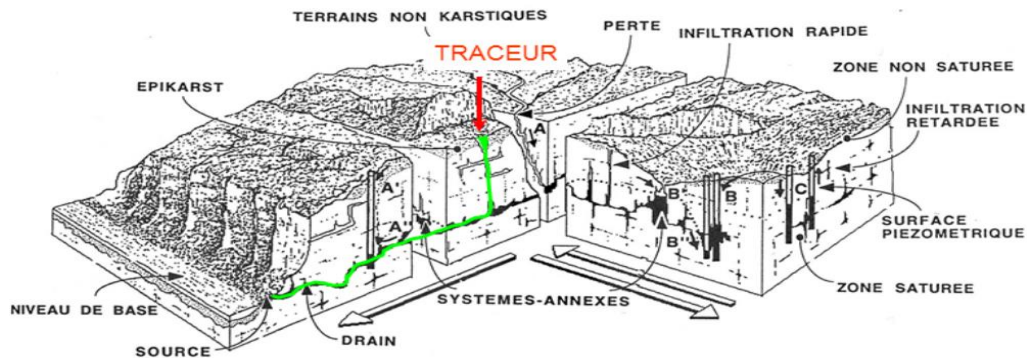


Figure 8 : Schéma de principe d'un aquifère karstique (MANGIN, 1975) et trajet potentiel d'un traceur

Le trajet du traceur et donc de la molécule polluante dépend de la structure verticale du système karstique qui peut se schématiser ainsi :

- Une couverture (sol) plus ou moins épaisse et ralentissant les écoulements ;
- Une zone d'infiltration (ou Zone Non Saturée) plus ou moins fracturée ;
- La zone noyée drainée vers l'exutoire.

- Le sol,
- La Zone Non Saturée (ZNS),
- La Zone Saturée (ZS).

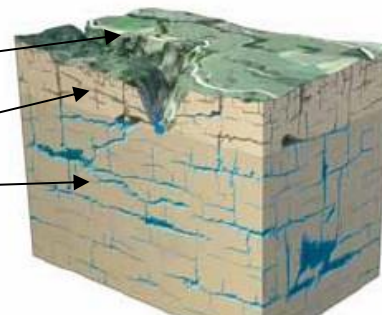


Figure 9 : Schéma d'un aquifère karstique (BRULHAM et al., 2004)

5.1.2. Phase préalable de prévention

L'injection de traceur, si elle n'est pas maîtrisée, peut engendrer une coloration des eaux souterraines (sources, forages...) ou superficielles (ruisseaux, cours d'eau...). Cette coloration, totalement inoffensive pour la santé humaine et le milieu aquatique, peut constituer une gêne importante vis-à-vis des usagers de l'eau (exploitants agricoles, particuliers, syndicats d'eau, pêcheurs). Il est donc primordial de communiquer sur l'innocuité du traceur et sur l'objectif de l'opération.

Ainsi, l'ARS, la DDT, le PNRGC, les mairies de SAINT-AFFRIQUE, ROQUEFORT-SUR-SOULZON, la gendarmerie nationale, le SDIS ont été prévenus par courriels une semaine avant l'injection des traceurs.

5.1.3. Choix du point d'injection

Aucun point d'infiltration préférentielle naturel n'a été repéré sur l'ensemble du site.

Les sondages à la pelle mécanique réalisés ainsi que les tests d'infiltration ont permis de choisir l'endroit le plus propice à l'injection du traceur.

Ainsi, il a été décidé d'injecter le colorant dans la fosse 2 (Figure 3), présentant une meilleure vitesse d'infiltration.

5.1.4. Choix des points de suivi

Avec l'aval du PNRGC, les points de suivi, choisis au regard des traçages réalisés précédemment sur le secteur et de l'importance des sources AEP présentes également, sont présentés Tableau 4 et sur la Figure 10.

Au total, 3 sources ont été suivies dont deux d'entre elles sont exploitées pour l'alimentation en eau potable collective des communes de Saint-Affrique et Roquefort-sur-Soulzon.

Pour les sources de Céré, les captages n°10 et 11, les plus proche du projet, ont été suivis.

Tableau 4 : Présentation des sources suivies pour l'opération de traçage

Points de suivi	X (m, Lambert 93)	Y (m, Lambert 93)	Z (m NGF)	Observations
Source de Tendigues	697 307	6 320 164	439	Source captée pour l'alimentation en eau potable de Roquefort-sur-Soulzon
Sources de Céré 10 et 11	692 848	6 319 561	482	Source captée pour l'alimentation en eau potable de Saint-Affrique
Source du Devez	692 692	6 320 538	511	Source non captée

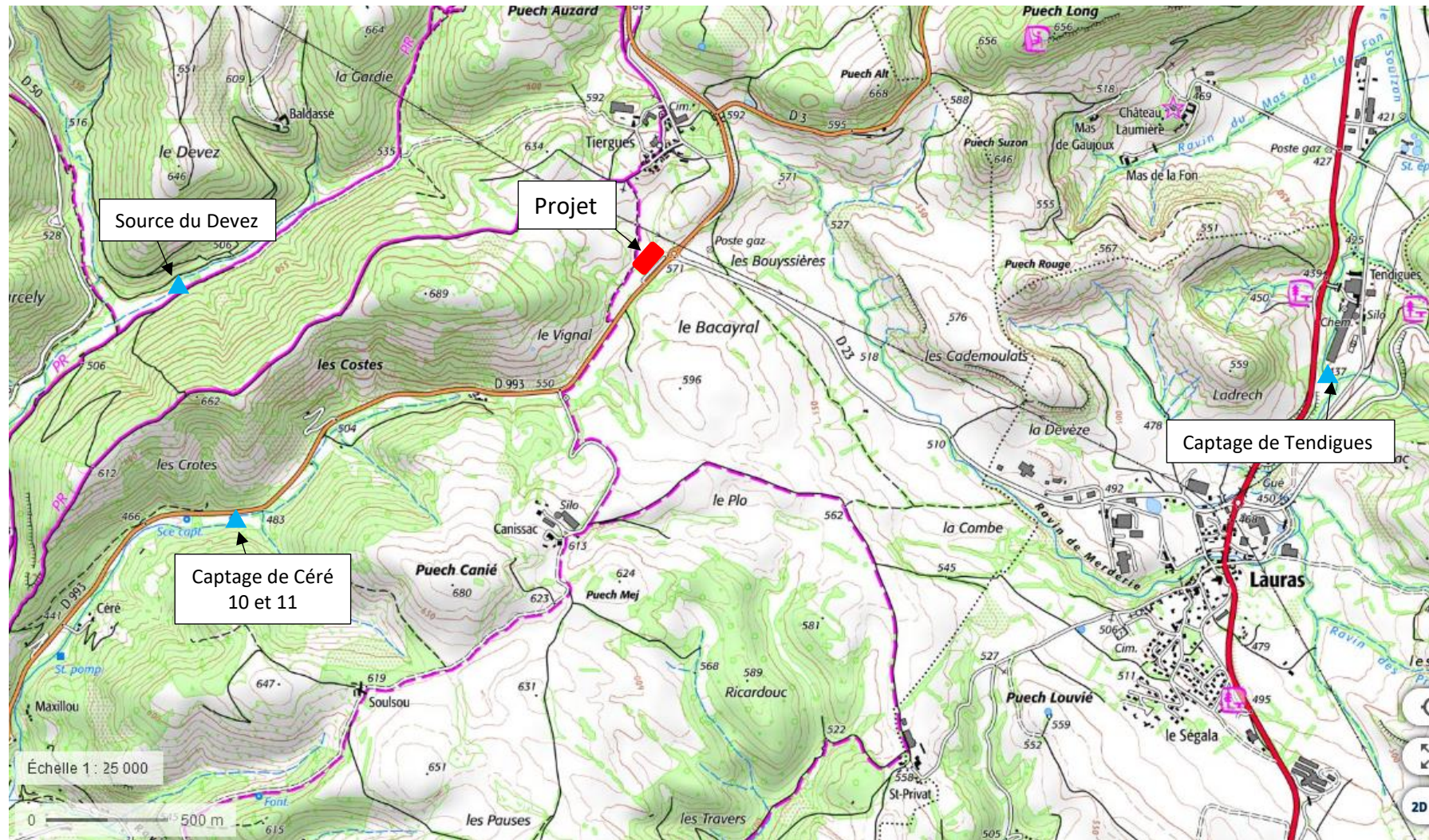


Figure 10 : Localisation des sources suivies pour l'opération de traçage

5.1.5. Choix et justification du traceur utilisé

Le traceur utilisé est la fluorescéine (coloration verte). Il s'agit d'un traceur fluorescent facile à mettre en œuvre et à analyser par les laboratoires spécialisés.

Totalement inoffensif et couramment utilisé en hydrogéologie, ce colorant est adapté au contexte de l'étude (sorties possibles sur des captages utilisés pour l'alimentation en eau potable) sans engendrer de contraintes fortes en termes de potabilité de l'eau ou pour d'autres utilisations.

Afin d'assurer des restitutions de bonne qualité, la quantité de traceur injectée doit être adaptée. Dans le cas de cette opération, elle a été déterminée à partir des informations suivantes :

- La distance entre le point d'injection et les sources suivies est comprise entre 2 et 2,7 km ;
- L'injection est réalisée dans des calcaires peu fracturés, peu perméable ;
- Les conditions hydrologiques au cours du traçage correspondant à des basses eaux ;
- Les résultats des précédents traçages réalisés dans le secteur d'étude.

Ainsi, il a été décidé d'injecter une quantité de **4,5 kg** de fluorescéine. Elle est un peu plus importante que celle des traçages voisins en raison de la faible capacité d'infiltration des calcaires en surface, au droit du projet, déterminée par les tests d'infiltration.

5.1.6. Méthodologie de l'injection du traceur

L'opération d'injection a eu lieu le 27 octobre 2021.

Le colorant a été injectée à 10h05. Afin de « pousser » le traceur à travers la zone non saturée du système karstique, un total de 9 m³ d'eau claire a été déversé dans la fosse. Du fait de la faible perméabilité de la fosse, ce volume d'eau a été injecté en 3 fois sur 3 jours.



Figure 11 : Illustrations de l'opération d'injection du traceur dans le bassin d'infiltration

5.1.7. Méthodologie du suivi de la restitution

Le matériel de suivi de la restitution du traceur a été mis en place sur les 3 sources sélectionnées, la veille de l'injection du traceur, soit le 26 octobre 2021 (Figure 12).

Le suivi de la restitution a été réalisé sur toutes les sources, à partir de fluorimètres de terrain de type SHNEGG (pas de temps de mesure de 15 minutes).

Sur les sources de Tendigues et de Céré, des préleveurs autonomes d'une capacité de 24 flacons de 0,5 à 1,0 l ont également été installés (pas de temps de prélèvements variables en fonction des dates de tournées de prélèvements).

Le jour de l'équipement de la source du Devez, celle-ci ne présentait pas d'écoulement. Le fluorimètre a alors été placé dans le petit cours d'eau qui se trouve à l'exutoire de la source au cas où celle-ci se mettrait à s'écouler durant la période de suivi. L'accès à cette source étant plus difficile, des échantillons ont été prélevés manuellement à chaque tournée de maintenance du matériel de suivi.

La surveillance s'est déroulée du 27 octobre au 9 décembre 2021, soit une durée d'un mois et demi, comprenant 6 tournées de maintenance.

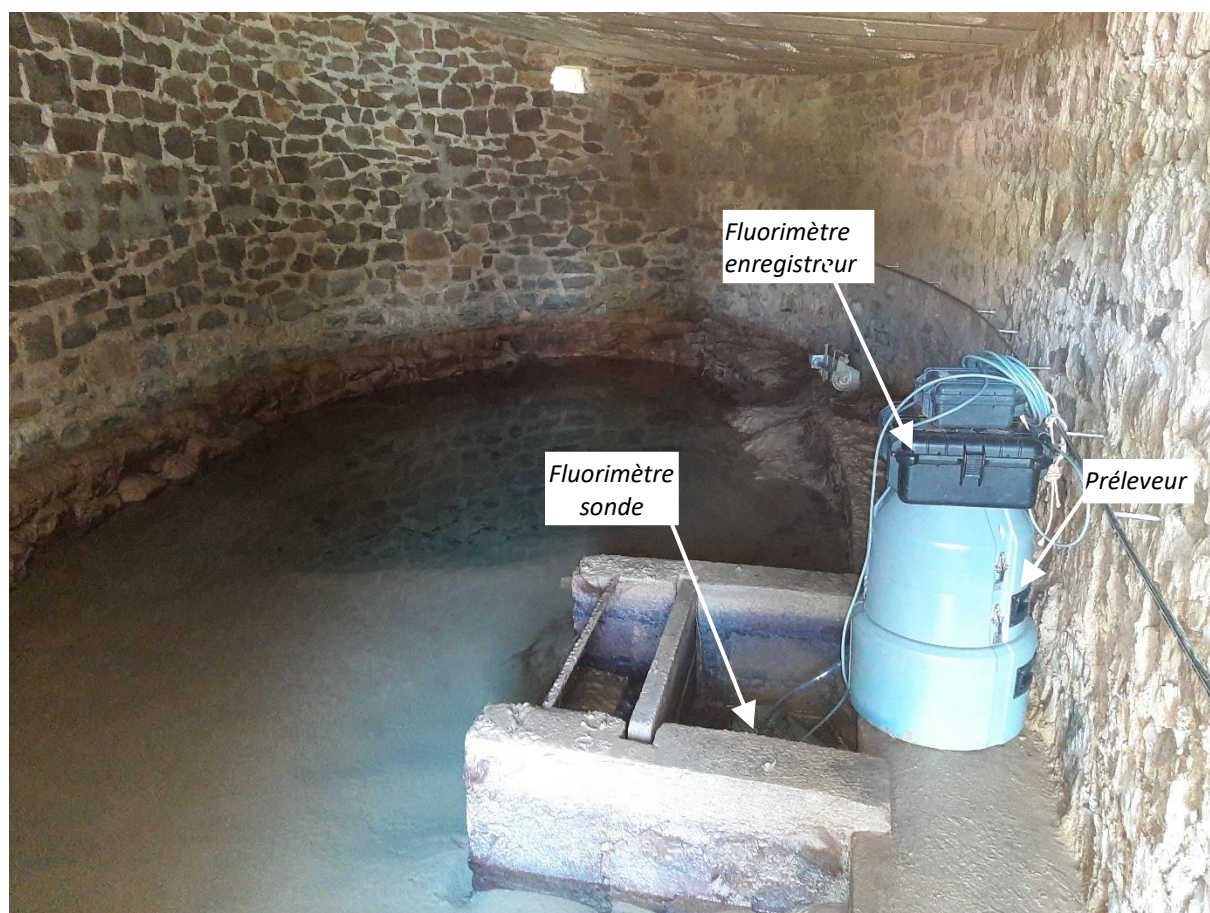


Figure 12 : Illustrations du matériel de suivi installé à la source de Tendigues

5.1.8. Analyse des échantillons

Les échantillons prélevés par les préleveurs automatiques ont été stockés dans des flacons en verre brun fumé rincés à l'eau prélevée. L'analyse par spectrofluorimétrie a été réalisée par la Cellule R&D d'Expertise et de Transfert en TRaçage Appliqués à l'Hydrogéologie et à l'Environnement (CETRAHE) de l'université d'Orléans.

Le spectrofluorimètre utilisé est un appareil mono-faisceau dont la résolution du balayage spectral est de l'ordre de 2 nm. Sous l'action d'un rayon lumineux de longueur d'onde bien précise (pic d'excitation), les produits fluorescents émettent un rayonnement (pic d'émission) dont l'amplitude est proportionnelle à la concentration du produit analysé.

La comparaison entre l'amplitude obtenue sur l'échantillon et l'amplitude d'une gamme étalon réalisée sur le même colorant permet alors de déterminer la concentration du produit. La comparaison entre les longueurs d'ondes des échantillons analysés (spectres d'émission et d'excitation) et du traceur utilisé lors de l'injection permet de vérifier que l'intensité mesurée correspond bien aux produits recherchés.

Ainsi le spectre positif signifie que le colorant est présent dans l'échantillon analysé. A l'inverse, si le spectre est négatif, le produit analysé n'est pas le colorant mais un tout autre produit comme la matière organique ou divers « polluants » pouvant contenir un mélange fluorescent interférent avec la mesure. Les résultats des analyses effectuées sont présentés en annexe 2.

Les seuils de détection de la fluorescéine utilisée sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Seuils de détection du traceur

Traceur	Eaux naturelles optiquement propres (µg/l)	Bruit de fond élevé (µg/l)
Fluorescéine	0,001	0,01

5.2. Résultats du traçage

5.2.1. Pluviométrie

Les données de pluie quotidienne sur le Larzac ont été récupérées auprès de Météo-France, à partir de la station météorologique nommée « Millau-Larzac-SAPC », n°12063003, qui se trouve à l'aérodrome de Millau, à quelques kilomètres à l'Est de Saint-Affrique. Elles sont présentées sur la figure suivante.

Sur les 7 jours suivant l'injection du traceur, un épisode pluvieux a permis un cumul d'eau précipitée de 29,4 mm.

Au cours de la période de suivi de restitution, quelques jours de pluie ont eu lieu sur la dernière moitié, avec un maximum d'eau précipitée de 9,3 mm le 09/12, dernier jour de suivi.

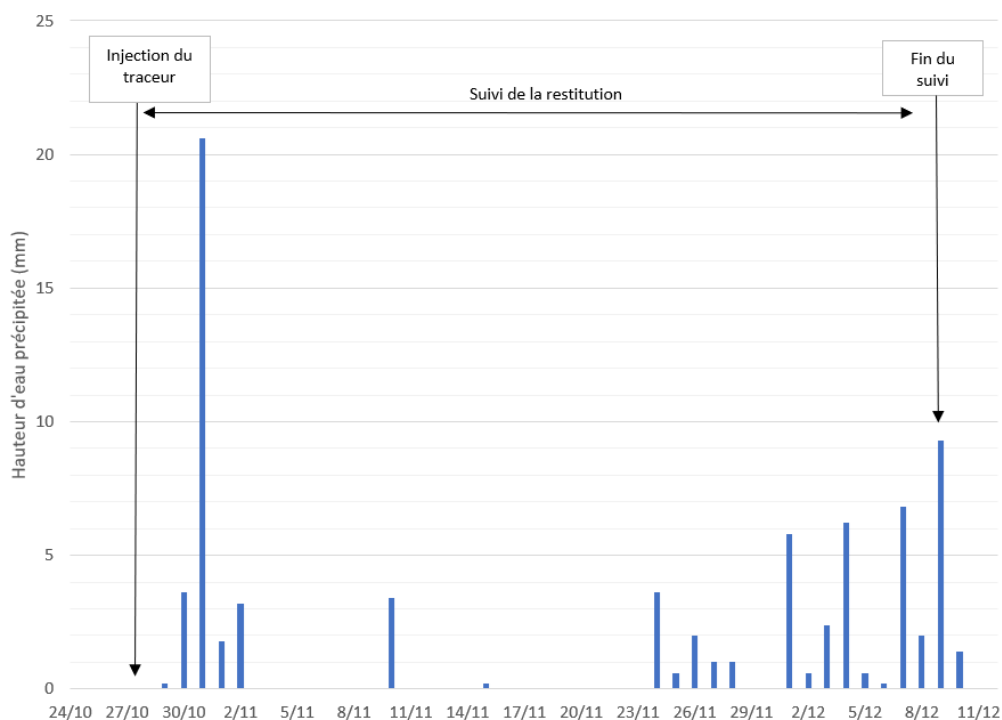


Figure 13 : Précipitations journalières à Saint-Affrique du mois d'octobre à décembre 2021

5.2.2. Conditions hydrologiques

Les débits de la Sorgue ont été récupérés sur la banque de données « Banque Hydro », à la station située à Saint-Félix-de-Sorgues (code : O3574610), à environ 14 km en amont de Saint-Affrique.

D'après les débits mensuels moyens de la Sorgue de l'année 2021 (Figure 15), comparés aux débits mensuels moyennés sur 13 ans (Figure 14), les conditions hydrologiques au cours desquelles a été réalisé le traçage, correspondent à des basses eaux.

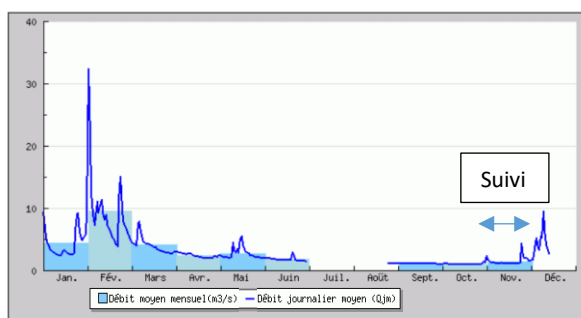


Figure 15 : Débit mensuel moyen de la Sorgue en 2021

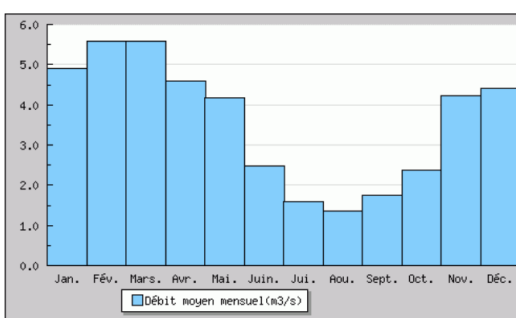


Figure 14 : Débit mensuel moyen de la Sorgue moyenné sur 13 ans

5.2.3. Débits des sources

Les données de débits des sources permettent d'effectuer un bilan massique du traçage. Elles ont pu être obtenues pour les sources de Tendigues et les sources de Céré. Concernant la source du Devez, celle-ci ne présentait aucun écoulement durant l'ensemble de la période de suivi.

Source de Tendigues

La source de Tendigues est équipée d'une station de mesures de débit appartenant au Parc naturel régional des Grands Causses.

Les débits de cette source ont été récupérés depuis le 15 octobre jusqu'au 15 juin 2021 (Figure 16). A noter que ces valeurs de débit correspondent au débit pompé pour l'AEP, ajouté au débit du trop-plein mesuré par la station.

Le débit de base de la source est autour de 26 l/s. Après des épisodes pluvieux, il augmente rapidement. Au cours de la période observée, une petite crue (débit max : 32 l/s) est identifiée juste après l'injection du colorant. Puis, en fin de phase de suivi, une crue plus importante survient après une période de précipitations à partir du 2 décembre. Le débit maximum mesuré est de 70 l/s le jour de la fin du suivi.

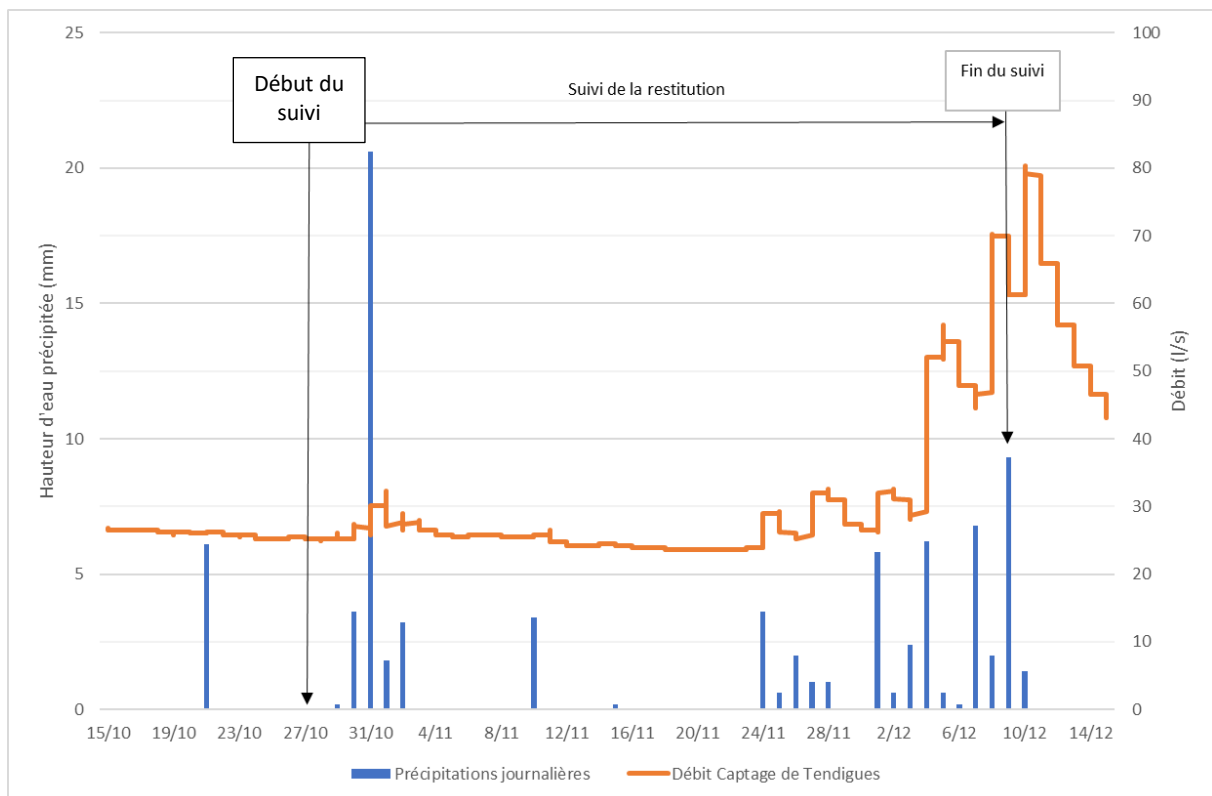


Figure 16 : Débit de la source de Tendigues associé aux précipitations à Saint-Affrique

Sources de Céré

Les sources de Céré ne sont pas équipées d'une station de mesures de débit.

Des jaugeages par capacité ont été réalisés lors de chaque visite de suivi. Les mesures de débit des deux sources sont présentées ci-après :

Tableau 6 : Débits mesurés aux sources de Céré lors du suivi

Date	Débit (l/s)
25/10/2021	2,0
09/11/2021	2,1
17/11/2021	1,9
24/11/2021	1,9
01/12/2021	2,1
09/12/2021	2,8

Source du Devez

Cette source ne présentant aucun écoulement à son exutoire durant l'intégralité de la période de suivi, aucune mesure de débit n'a pu être réalisée.

5.2.4. Résultats du traçage

5.2.4.1. Restitution au captage de Tendigues

Pour rappel, l'injection de fluorescéine s'est déroulée le 27 octobre à 10h05.

Les suivis effectués avec les fluorimètres indiquent une restitution tardive au captage de Tendigues confirmée ensuite par les analyses des prélèvements en laboratoire (Figure 17).

Les premières traces de fluorescéine sont détectées le 01/12 vers 15h40, soit plus de 35 jours (845h) après l'injection. La distance entre le projet et la source étant de 2,7 km, la vitesse maximale atteinte par le traceur est de 3 m/h.

La courbe de restitution obtenue présente un premier pic le 01/12 avec une concentration maximale très faible de 0,05 µg/l. La restitution réelle du traceur a lieu plus tard avec un second pic le 06/12 présentant une concentration maximale de 0,78 µg/l atteinte environ 40 jours (965h) après l'injection. La vitesse modale du traceur est alors d'environ 2,8 m/h.

Puis, la concentration en fluorescéine diminue très rapidement et passe en-dessous de 0,05 µg/l le 09/12 matin, à la fin du suivi. La durée du pic de restitution pendant la durée du suivi est alors de 72h, soit 3 jours.

La période de surveillance a permis d'observer une restitution au captage de Tendigues, de l'ordre de 4 g soit 0,09 % de la masse du traceur injectée.

Le taux de dilution unitaire du traceur calculé (concentration maximale restituée sur la masse injectée) est de $1,7 \cdot 10^{-10} \text{ l}^{-1}$.

Remarque :

Les données du fluorimètre ont été impactées par les variations de turbidité au niveau de la source. Ces pics de turbidité au moment de la restitution de l'uranine ont engendré un léger décalage entre les mesures du fluorimètre et les mesures en laboratoire.

Ainsi l'interprétation des résultats s'est basée sur les données du fluorimètre et analyses en laboratoire (qui ne sont pas influencées par la turbidité). L'apparition d'un pic de restitution à la fin du suivi est à mettre en relation avec une augmentation de la turbidité se rajoutant à la restitution de l'uranine. Les sources sont en crue à ce moment du suivi et présentent une importante turbidité. La présence de matière organique dans l'eau interfère les mesures de fluorescéine de l'appareil. A noter la réalisation de travaux sur le captage de Tendigues le 29/10 expliquant le pic de turbidité de ce jour.

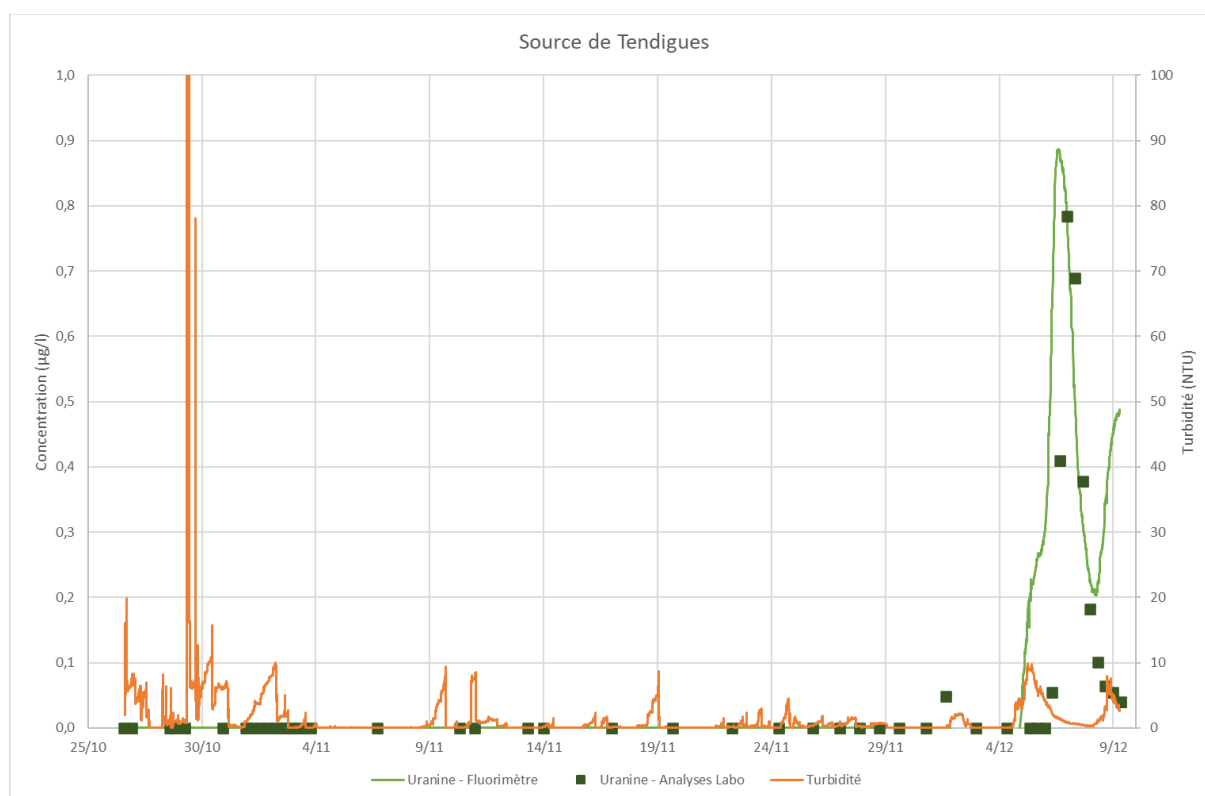


Figure 17 : Résultats du suivi à la source de Tendigues

5.2.4.2. Restitution au captage de Céré 10 et 11

Les données du fluorimètre montrent l'absence de restitution jusqu'au 09/12, confirmée par les résultats d'analyses de quelques échantillons prélevés pendant cette période.

A partir du 04/12, les valeurs des mesures par le fluorimètre augmentent jusqu'à 0,24 µg/l, puis elles diminuent progressivement. Ce pic très faible apparaît alors que la source est en crue et que la turbidité de l'eau de la source, qui est également mesurée avec le fluorimètre, est au plus haut.

Les analyses en laboratoire indiquent des résultats négatifs à la fluorescéine sur des échantillons prélevés après ce pic confirmant la non-restitution du traceur aux sources de Céré.

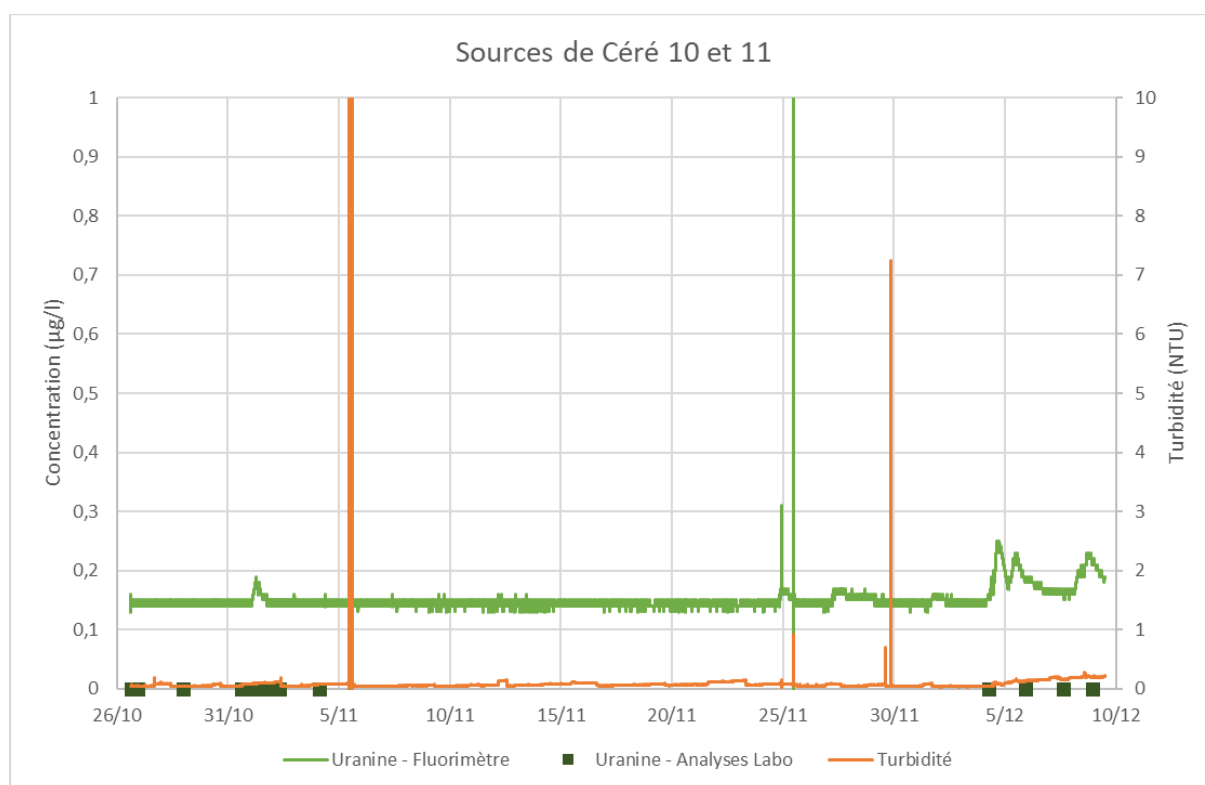


Figure 18 : Résultats du suivi aux sources de Céré

5.2.4.3. Restitution à la source du Devez

Aucune restitution du traceur n'a été identifiée en aval de la source du Devez.

Comme pour les autres sources, les données du fluorimètre montrent de très légers pics de fluorescéine, concomitant à ceux de la turbidité. En effet le fluorimètre a été placé au sein du ruisseau coulant devant l'exutoire de la source à sec. Les mesures de turbidité sont donc naturellement importantes, l'appareil étant directement exposé aux précipitations mais également aux animaux présents à proximité venant s'abreuver.

Les résultats d'analyses des échantillons prélevés sur cette période confirment l'absence de traces de fluorescéine dans les eaux de la source du Devez.

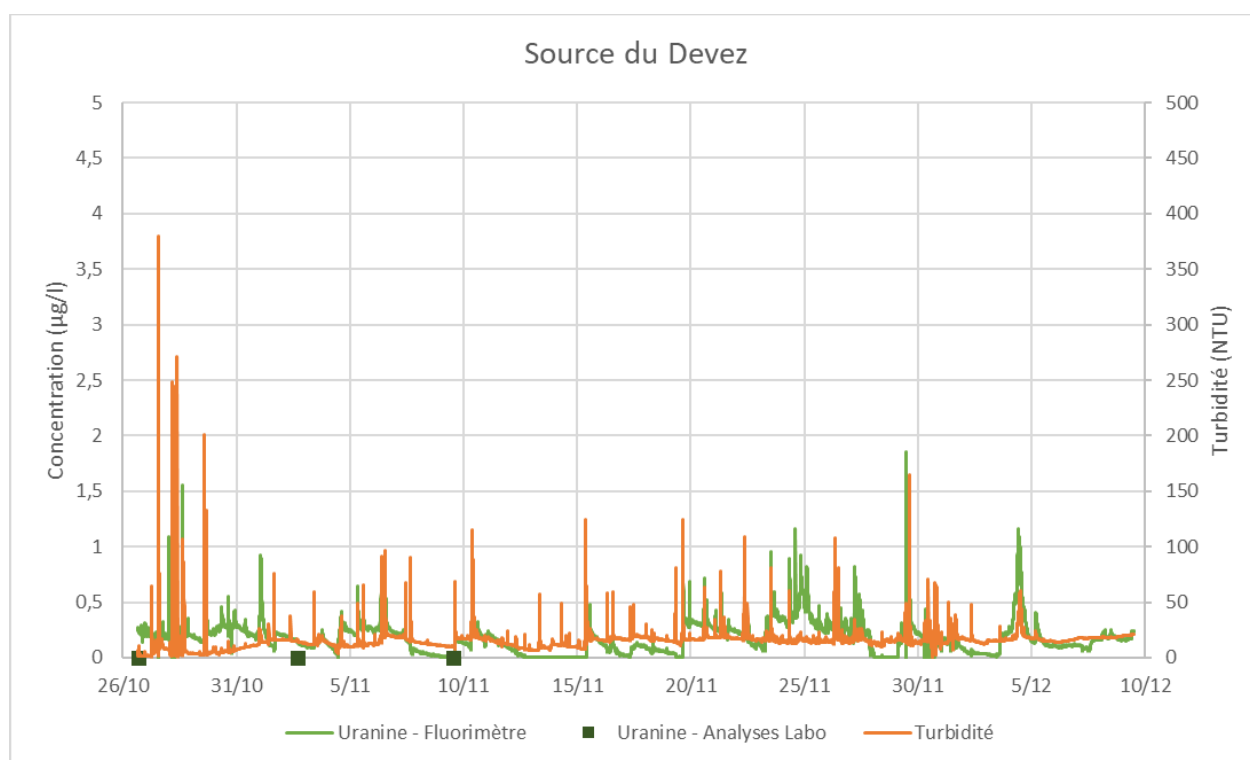


Figure 19 : Résultats du suivi à la source du Devez

5.3. Interprétation des résultats

Le traceur injecté sur le site de la future station d'épuration au Hameau de Tiergues, a été retrouvé au captage de Tendigues. Le projet est donc situé sur le bassin d'alimentation de cette source.

La restitution de la fluorescéine à la source de Tendigues est observée un peu plus de 35 jours après l'injection. Les vitesses maximales de transit sont d'environ 3 m/h et le temps de séjour moyen est d'environ 40 jours. Ces résultats indiquent un temps de transit assez long dans la zone d'infiltration, correspondant aux calcaires peu fracturés. Une fois que le traceur atteint la zone saturée, la vitesse de transit est plus élevée expliquant la courte durée de restitution (3 jours).

Sur la masse de traceur injectée, moins de 1% est restitué à la source, sur la période suivie. Une partie du colorant injecté a probablement été retenu dans les calcaires peu fracturés. Il pourra être remobilisé après des épisodes pluvieux et être retrouvé plus tard à la source de Tendigues, toujours à de faibles concentrations.

Avec des concentrations maximales de fluorescéine extrêmement faibles (environ 0,8 µg/l), les taux de dilution calculés sont très forts ($1,7 \cdot 10^{-10} \text{ l}^{-1}$), ce qui traduit un volume tracé très important, à mettre en relation avec les conditions d'injection (basses eaux) et la présence de réserves d'eau souterraines très importantes dans le système karstique tracé.

L'ensemble des résultats du traçage est synthétisé dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Bilan de la restitution de la fluorescéine

Lieu d'injection	Tiergues	Saint-Affrique
Date d'injection	27/10/2021	10h05
Traceur	Fluorescéine	
Restitution	Captage de Tendigues	
Distance apparente (m)	2 760	
Masse injectée (g)	4 500	
Masse restituée (g)	4	
Restitution (%)	0,09	
Temps		
Apparition du traceur (j)	35,2	
Temps modal (j)	40,6	
Temps moyen de séjour (j)	40,6	
Durée de restitution (j)	3,0	
Vitesses		
Vitesse d'apparition (m/h)	2,9	
Vitesse modale (m/h)	2,8	
Vitesse moyenne (m/h)	2,8	
Vitesse apparente (m/h)	2,8	
Concentrations et Dilutions		
Concentration initiale (g/l)	300	
Concentration max (g/l)	7,8E-07	
Dilution unitaire (l-1)	1,7E-10	
DTS Max (s-1)	9,4E-06	

Il est important de souligner que le traçage a été réalisé lors d'une période de basses-eaux. En effet, ces conditions sont peu favorables à la réalisation d'un traçage hydrogéologique entraînant diverses conséquences sur les résultats obtenus :

- Un temps de transit souterrain probablement plus long ;
- Un transfert vers les circulations karstiques plus difficiles et donc des piégeages possibles du traceur.

Afin de palier au maximum à ces conditions, une quantité importante d'eau a été injectée avec le traceur.

6. Impacts du projet sur les eaux souterraines

Le projet de station d'épuration, d'une capacité de traitement de 40 EH (Equivalent/Habitant), prévoit une filière de traitement par filtres plantés de macrophytes (roseaux) permettant d'atteindre les niveaux de qualité de rejets réglementaires. A noter que ce procédé de traitement ne permet pas d'abattement sur les nitrates et la bactériologie.

Les effluents traités seront infiltrés dans le sol au moyen de drains d'épandage enterrés à faible profondeur. D'après les sondages réalisés sur site, le substratum calcaire se situe à une faible profondeur. Il présente une frange d'altération argileuse et un degré de fracturation faible ce qui ralentit fortement l'infiltration des eaux. Avec ces caractéristiques, le terrain jouera un rôle épurateur vis-à-vis notamment des pollutions chroniques issues du projet.

L'opération de traçage réalisée en octobre-décembre 2021 a permis de simuler la circulation des eaux traitées qui seront rejetées dans les tranchées d'infiltration. Les résultats démontrent qu'elles arriveront lentement à la source de Tendigues, captée pour l'alimentation en eau potable.

Après infiltration en surface, les eaux traitées vont percoler verticalement et très lentement à travers les couches de calcaire. Les eaux rejoignent ensuite, de manière diffuse, le réseau de drainage souterrain pour transiter jusqu'à la source de Tendigues. Selon le traçage réalisé par Calligée, la vitesse de transit dans la zone noyée est très élevée (250 m/h) ce qui implique une vulnérabilité élevée de la source.

Cependant, les caractéristiques du système tracé à partir du projet (infiltration très lente et diffusivité des effluents traités dans la zone non saturée, taux de dilution importante dans la zone saturée, temps de séjour élevé dans le système tracé) et la capacité de traitement de la station d'épuration, permettent de conclure que l'impact qualitatif du rejet sur les eaux de la source de Tendigues sera très faible et compatible avec l'usage actuel du captage (eau traitée pour l'eau potable).

En cas de pollution accidentelle sur le site de traitement, l'isolement de l'unité permettra de limiter le transfert de la pollution vers les tranchées d'infiltration. Par ailleurs, le temps de transit jusqu'à la source de Tendigues est long (35 jours), permettant au gestionnaire de prévenir le maître d'ouvrage du captage de Tendigues et de prendre les mesures nécessaires.

7. Conclusion et recommandations

Le projet de création de station d'épuration au hameau de Tiergues se trouve sur les avants-causes du Saint-Affricain, qui est drainé en sa périphérie par plusieurs sources karstiques dont certaines sont captées pour l'alimentation en eau potable.

Un traçage a été réalisé en octobre-décembre 2021 afin de savoir si ce projet se trouve dans le bassin d'alimentation d'une de ces sources captées et d'évaluer l'impact potentiel du rejet des effluents traités sur la qualité des eaux souterraines.

Cette opération a consisté à injecter de la fluorescéine dans une fosse creusée au droit des futures tranchées d'infiltration des eaux sortant du dispositif de traitement. L'infiltration du colorant, poussé par un important volume d'eau claire, dans les calcaires peu fracturés a été très lente.

Le suivi de la source de Tendigues a permis de détecter le traceur 35 jours environ après l'injection. Les concentrations mesurées sont très faibles, avec une valeur maximale de 0,78 µg/l. Le taux de restitution est de 0,09 % seulement sur la période de suivi (1,5 mois). Ces résultats indiquent un temps de séjour assez long dans la zone d'infiltration, correspondant aux calcaires peu fracturés et altérés en surface.

Le résultat positif de ce traçage permet de conclure que le projet de station d'épuration est bien rattaché au bassin d'alimentation de la source de Tendigues.

Au droit du rejet des eaux traitées de la STEP, l'infiltration très lente des eaux dans les calcaires peu fracturés permettra une filtration naturelle complémentaire et une diffusion de ces eaux avant d'atteindre la zone saturée. Par ailleurs, les concentrations en fluorescéine extrêmement faibles (<1 µg/l) mesurées à la source de Tendigues traduisent une vulnérabilité plutôt faible au niveau de l'exutoire.

Par conséquent, **l'impact de l'infiltration des eaux traitées dans le sous-sol, sur la qualité des eaux au captage de Tendigues est négligeable**, notamment vis-à-vis des paramètres (nitrates et bactériologie), qui ne sont pas considérées dans les exigences épuratoires des STEP dans l'arrêté du 22 juin 2007.

Le dispositif de traitement préconisé est donc totalement compatible avec la préservation de la ressource en eau et de son usage.

Nous recommandons tout de même que les ouvrages soient entretenus régulièrement afin d'assurer leur bon fonctionnement. Un protocole d'urgence en cas de pollution accidentelle, notamment en phase travaux, devra être établi. En cas de départ intempestif de polluant dans le milieu naturel, le maître d'ouvrage du captage de Tendigues devra être rapidement prévenu.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>



ANNEXES

Annexe I : Références utilisées

Annexe II : Résultats d'analyses de la fluorescéine par le laboratoire CETRAHE

Annexe I : Références utilisées

- Connaissance, aménagement et protection des ressources en eau du Larzac Septentrional en vue de l'établissement des périmètres de protection - Ricard, Bakalowicz BRGM – juin 1996
- Arrêté préfectoral : Autorisation d'utiliser de l'eau prélevée dans le milieu naturel en vue de la consommation humaine – juillet 1993
- Avis hydrogéologique relatif à la protection des captages destinés à l'alimentation en eau potable – Commune de Saint-Affrique – Bousquet – novembre 2004 (maj novembre 2010)
- Etude hydrogéologique des avants-causses du Saint-Affricain et du causse Guilhaumard – Lot 1 : Etude géologique et tectonique – GEOTER/GTR-PNR-1212-1016 – aout 2013
- Etude hydrogéologique des avants-causses du Saint-Affricain et du causse Guilhaumard – Lot 2 : Géomorphologie – GEOTER/GTR-PNR-1212-1016 – juin 2013
- Etude hydrogéologique des avants-causses du Saint-Affricain et du causse Guilhaumard – Lot 3 : Hydrodynamique et hydrologie – Valdés-Lao, Plagnes et Oudet – novembre 2014
- Etude hydrogéologique des avants-causses du Saint-Affricain et du causse Guilhaumard – Lot 4 : Hydrochimie – Valdés-Lao, Plagnes et Oudet – novembre 2014
- Etude hydrogéologique des avants-causses du Saint-Affricain et du causse Guilhaumard – Lot 5 : Informations apportées par les traçages – Jozja (CETTRAH) – décembre 2014
- Etude hydrogéologique des avants-causses du Saint-Affricain et du causse Guilhaumard – Lot 6 : Synthèse – BRGM/RP-64689-FR – juillet 2015
- Hameau de Tiergues – mise en conformité de l'assainissement collectif et réfection du réseau potable – Mémoire Technique Avant-Projet – Aveyron Etudes Environnement – mars 2021

Annexe II : Résultats d'analyses de la fluorescéine par le laboratoire CETRAHE

CETRAHE

Cellule R&D d'Expertise et de Transfert en TRaçages
Appliqués à Hydrogéologie et à l'Environnement
Université d'Orléans – Polytech
8 rue Léonard de Vinci, 45072 Orléans cedex 2, France



Date	05/01/2022
Laboratoire/BE demandeur:	ANTEA Group

Responsable	Amélie BOYER
Expertise analytique	Nevila JOZIA

TRACAGE

Date d'injection 27/10/2021 10:05
Point d'injection Fosse 2 - Site de la future STEP - Tiergues
Traceur Uranine
Masse injectée 4,5 kg

Type d'analyses demandées: Spectrofluorimétrie
Traceurs recherchés : Uranine

Point de surveillance : Captage de Céré

Date	Conc. Brute en µg/L	Spectre émission	Spectre exc.	C° nette en µg/L
26/10/2021 15:15	0,012			0
26/10/2021 23:15	0,013			0
28/10/2021 23:15	0,018			0
31/10/2021 15:15	0,017			0
31/10/2021 23:15	0,016	négatif	négatif	0
01/11/2021 07:15	0,013			0
01/11/2021 15:15	0,013			0
01/11/2021 23:15	0,012			0
02/11/2021 07:15	0,012			0
04/11/2021 02:32	0,013			0
04/12/2021 06:26	0,014			0
05/12/2021 22:26	0,018	négatif	négatif	0
07/12/2021 14:26	0,016			0
08/12/2021 22:26	0,016			0

Point de surveillance : Source du Devez

Date	Conc. Brute en µg/L	Spectre émission	Spectre exc.	C° nette en µg/L
26/10/2021 17:00	0,02	négatif	négatif	0
02/11/2021 16:40	0,017			0
09/11/2021 13:23	0,015			0

Point de surveillance : Captage de Tendigues

Date	Conc. Brute en µg/L	Spectre émission	Spectre exc.	C° nette en µg/L
26/10/2021 13:48	0,025	négatif	négatif	0
26/10/2021 21:48	0,025			0
28/10/2021 13:48	0,017			0
28/10/2021 21:48	0,02			0
29/10/2021 05:48	0,022	négatif	négatif	0
30/10/2021 21:48	0,015			0
31/10/2021 21:48	0,02			0
01/11/2021 05:48	0,023	négatif	négatif	0
01/11/2021 13:48	0,025			0
01/11/2021 21:48	0,018			0
02/11/2021 05:48	0,022	négatif	négatif	0
02/11/2021 13:48	0,018			0
02/11/2021 14:59	0,017			0
02/11/2021 21:59	0,022			0
03/11/2021 04:59	0,019			0
03/11/2021 11:59	0,022	négatif	négatif	0
03/11/2021 18:59	0,019			0
06/11/2021 16:59	0,013			0
10/11/2021 07:32	0,016			0
10/11/2021 23:32	0,017	négatif	négatif	0
13/11/2021 07:32	0,016			0
13/11/2021 23:32	0,015			0
16/11/2021 23:32	0,017			0
19/11/2021 15:38	0,017			0
22/11/2021 06:38	0,018	négatif	négatif	0
24/11/2021 07:38	0,017			0
25/11/2021 19:41	0,019			0
26/11/2021 23:41	0,02			0
27/11/2021 20:41	0,023	négatif	négatif	0
28/11/2021 17:41	0,019			0
29/11/2021 14:41	0,019			0
30/11/2021 18:41	0,021			0
01/12/2021 15:40	0,069	positif faible	positif faible	0,049
02/12/2021 23:40	0,021	négatif	négatif	0
04/12/2021 07:40	0,023			0
05/12/2021 07:40	0,023	négatif	négatif	0
05/12/2021 15:40	0,022			0
05/12/2021 23:40	0,023	négatif	négatif	0
06/12/2021 07:40	0,07	positif	positif	0,055
06/12/2021 15:40	0,425			0,41
06/12/2021 23:40	0,799			0,784
07/12/2021 07:40	0,704			0,689
07/12/2021 15:40	0,393			0,378
07/12/2021 23:40	0,197			0,182
08/12/2021 07:40	0,116			0,101
08/12/2021 15:40	0,079			0,064
08/12/2021 23:40	0,07			0,055
09/12/2021 07:40	0,055	positif faible	positif faible	0,04



Références :

Logo
MASE



www.lne.fr



Portées
communiquées
sur demande