



Gestion du risque pour la santé publique : réalisation de traçages afin de redéfinir les limites des bassins hydrogéologiques des sources captées pour l'alimentation en eau potable de l'Homède et du Boundoulaou

(Communes de Creissels et Saint-Georges-de-
Luzençon)

Etude réalisée par le Pôle ressources naturelles et biodiversité du Parc
naturel régional des Grands Causses

Aout 2017

Sommaire

1.	Contexte et objectifs	3
2.	Protocole mis en place	4
2.1.	Sélection des points d'injection	4
2.2.	Sélection des points de suivi	8
2.3.	Sélection du traceur et technique d'injection	8
3.	Injections et suivi de la restitution	9
3.1.	Injections	9
3.1.1.	Bassin de rétention A34	9
3.1.2.	Aven du Terry	10
3.1.3.	Aven de Peyre Blanque.....	11
3.1.4.	Bassin de rétention A30	12
3.2.	Suivis.....	12
3.3.	Analyses.....	13
4.	Restitutions et interprétations	13
4.1.	Traçage du bassin A34.....	13
4.1.1.	Homède	13
4.1.2.	Boundoulaou	16
4.1.3.	Synthèse restitution	17
4.2.	Traçage aven du Terry	18
4.2.1.	Homède	18
4.2.2.	Riou Ferrant Amont/Aval	20
4.2.3.	Boundoulaou	20
4.2.4.	Synthèse restitution	21
4.3.	Traçage du Bassin A30.....	22
4.3.1.	Boundoulaou	22
4.3.2.	Travers Banc	24
4.3.3.	Muscadelle	24
4.3.4.	Synthèse de restitution	25
4.4.	Traçage du Devez Nouvel, Aven de Peyre Blanque.....	26
4.4.1.	Boundoulaou	26
4.4.2.	Homède	29
4.4.3.	Synthèse de restitution	30
5.	Conclusions.....	31

5.1 Points sur les 4 traçages et sur les limites des bassins.....	31
5.2 Eléments hydrogéologiques	31
5.3 Gestion du risque	34
5.4 Propositions de nouvelles délimitations des bassins d'alimentation de l'Homède et du Boundoulaou	35
ANNEXES I.....	42
ANNEXES II.....	43
ANNEXES II.....	44

Liste des figures

Cartes - Photos

- Carte 1 – Territoire de l'étude et localisation des points d'injection (ronds rouges) – p5
- Photo 1 – Bassin A 30, injection dans le trop plein de vidange – p6
- Photo 2 – Bassin A 34, injection dans le trop plein de vidange – p6
- Photo 3 – Aven Terry, injection à -110m dans un réseau actif – p7
- Photo 4 – Aven Peyre Blanque, injection en surface – p7
- Photo 5 – injection de 1.5kg de fluorescéine à l'entrée du trop-plein du bassin A34 – p 10
- Photo 6 – injection de 0.2 kg de sulforhodamine B dans l'aven du Terry – p 11
- Photo 7 – injection le 30/03/2017 de 1.5 kg de fluorescéine – p 11
- Photo 8 – injection le 30/03/2017, de 0.3 kg de sulforhodamine B dans le bassin A30 – p 12
- Photo 9 – Source du Boundoulaou le 03/04/2017 – p 26

Tableaux

- Tableau 1 – Coordonnées (Lambert 93) des points d'injection – p6
- Tableau 2 – Récapitulatif du suivi des traçages – p8
- Tableau 3 : protocole de suivi des points institués – p 12
- Tableau 4 : fiche synthèse traçage A34 – p 17
- Tableau 5 : fiche synthèse traçage aven Terry – p 21
- Tableau 6 : fiche synthèse traçage bassin A30 – p 25
- Tableau 7 : fiche synthèse traçage aven Peyre Blanque – p30
- Tableau 8 : synthèse des quatre traçages – p 32

Graphiques

- Graphique 1 : Restitution fluorescéine à l'Homède, données fluorimètre – p 14
- Graphique 2 : Courbe de restitution de la fluorescéine à la source de l'Homède – p 15
- Graphique 3 : Restitution sulforhodamine B à l'Homède, données fluorimètre – p 18
- Graphique 4 : Courbe de restitution de la sulfo B à la source de l'Homède – p 19
- Graphique 5 : Restitution Sulforhodamine B au Boundoulaou, données fluorimètre – p 22
- Graphique 6 : Courbe de restitution de la sulfo B à la source du Boundoulaou – p 23
- Graphique 7 : Restitution fluorescéine au Boundoulaou, données fluorimètre – p27
- Graphique 8 : Courbe de restitution de la fluorescéine à la source du Boundoulaou – p28
- Graphique 9 : DTS des quatre traçages – p32

1. Contexte et objectifs

A la suite d'une importante pollution en avril 2016 sur le captage de la source de l'Homède et à la suite des résultats de l'étude hydrogéologique du Larzac de 1996, les communes de Creissels et de Saint-Georges-de-Luzençon ont décidé de réviser la procédure de périmètre de protection de leurs captages, datant des années 1960, afin de pouvoir agir efficacement sur la protection et la préservation de leurs ressources en eau.

En effet la connaissance sur le Causse du Larzac a progressé depuis quelques années avec notamment la première étude hydrogéologique du Larzac (étude BRGM Ricard et Bakalowicz-1996) et la réalisation de nombreux traçages pour la DIR (PNRGC, 2011-2016) sur les bassins de décantation de l'A75.

Le PNRGC dans le cadre d'un appui technique aux collectivités membres du syndicat mixte du Parc a été sollicité par les deux communes pour la réalisation de quatre nouveaux traçages sur le secteur Nord Larzac. Ces traçages ont pour but d'affiner au mieux les bassins d'alimentations des sources de Boundoulaou et de l'Homède, et serviront à l'hydrogéologue agréé lors de la procédure de révision des périmètres de protection.

2. Protocole mis en place

2.1. Sélection des points d'injection

En accord avec la DIR, deux bassins de rétention des eaux de pluie ont été sélectionnés pour les traçages. Il s'agit des bassins A30 et A34 respectivement situés sur les bassins d'alimentation actuels (1996) des sources du Boundoulaou et de l'Homède (cf. Carte1).

Dans le cas présent le choix des bassins de rétentions de l'A75 présente de multiples intérêts :

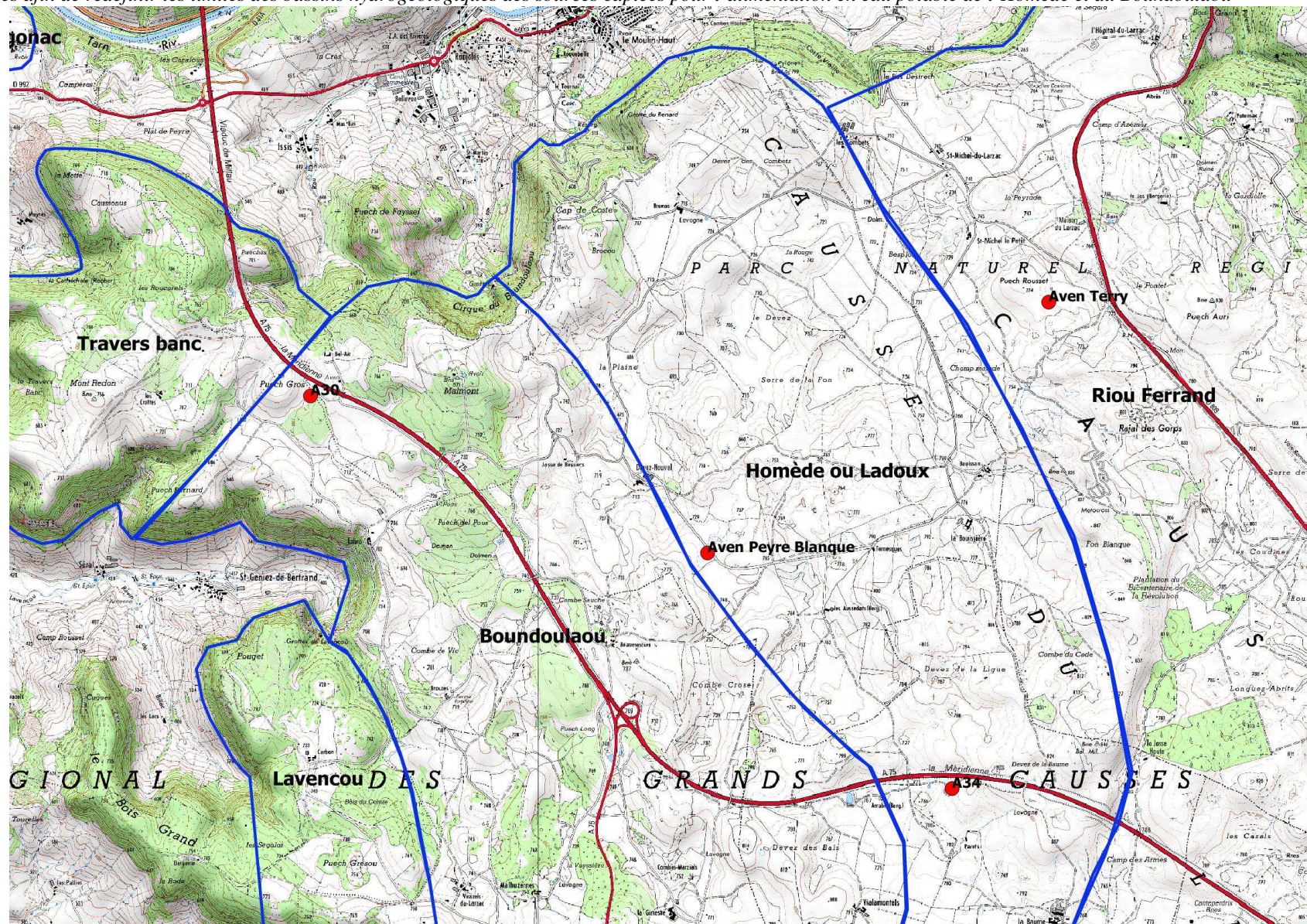
- Les traçages déjà réalisés au niveau des bassins de l'A75 ont donné de bons résultats et l'on sait désormais qu'il s'agit de zones d'infiltration préférentielles garantissant une excellente injection du colorant dans le milieu.
- En regardant la carte ci-dessous, on remarque que ces deux points d'injections sont idéals pour définir la limite entre les bassins d'alimentation des sources. Ils se situent très proches des limites théoriques définies lors de l'étude hydrogéologique de 1996, et le bassin A34 est à 900m du A33 déjà tracé.
- Pour finir, le choix des bassins de l'A75 nous permet par la même occasion de compléter notre connaissance du réseau autoroutier et de définir de nouveau pollutogramme permettant de gérer le risque sanitaire en cas de pollution.

Les deux autres points d'injections se situent dans des avens.

L'aven Terry est en cours d'exploration par les spéléologues locaux. Actuellement positionné sur le bassin d'alimentation de Riou Ferrant, les informations remontées par les spéléologues laissent penser qu'une connexion avec l'Homède est fortement possible (direction Nord-Ouest du réseau avec un écoulement important à -110m). Le choix a été fait de ne pas injecter en surface mais directement au fond du réseau.

L'aven de Peyre Blaque est quant à lui situé au Sud de la ferme du Devez Nouvel, à la limite des bassins d'alimentations du Boundoulaou et de l'Homède. Nous ne disposons pas de plus d'information sur son réseau. Le repérage terrain nous indique cependant qu'il a l'air d'être actif. Il est situé dans un point bas et on trouve des traces d'écoulement qui convergent vers l'aven. Son emplacement à proximité d'une route permettra de faire venir un camion-citerne facilement pour l'injection.

Traçages afin de redéfinir les limites des bassins hydrogéologiques des sources captées pour l'alimentation en eau potable de l'Homède et du Boundoulaou



Carte 1 – Territoire de l'étude et localisation des points d'injection (ronds rouges)

Traçages afin de redéfinir les limites des bassins hydrogéologiques des sources captées pour l'alimentation en eau potable de l'Homède et du Boundoulaou

	X	Y	Z en m
Bassin A34	707981.864	6325398.032	780
Bassin A30	702635.060	6328670.638	710
Aven Terry	708786.545	6329453.614	650
Aven Puech Peyre	705943.643	6327361.426	735

Tableau 1 – Coordonnées (Lambert 93) des points d'injection

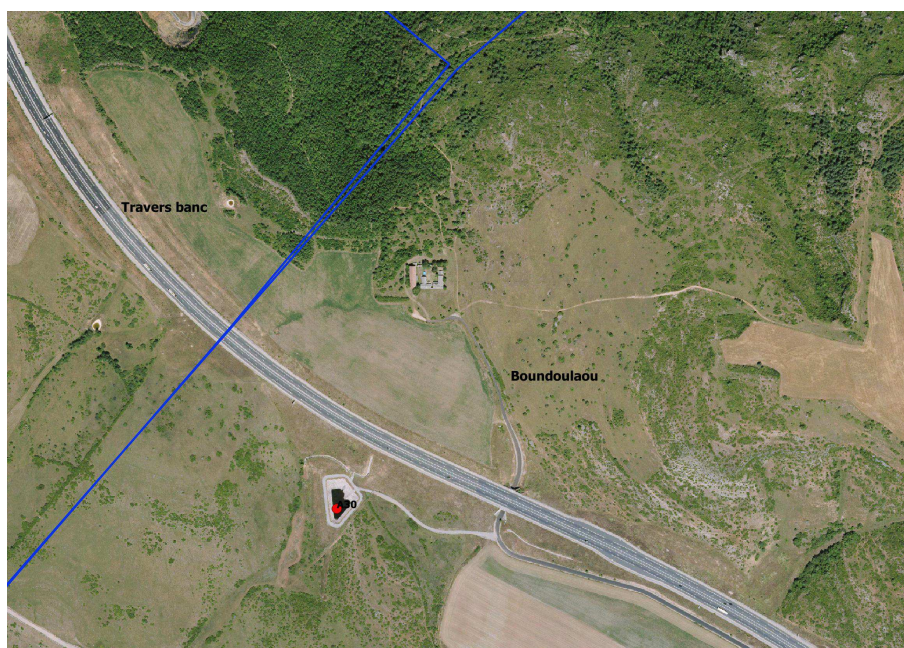


Photo 1 – Bassin A 30, injection dans le trop plein de vidange



Photo 2 – Bassin A 34, injection dans le trop plein de vidange

Traçages afin de redéfinir les limites des bassins hydrogéologiques des sources captées pour l'alimentation en eau potable de l'Homède et du Boundoulaou

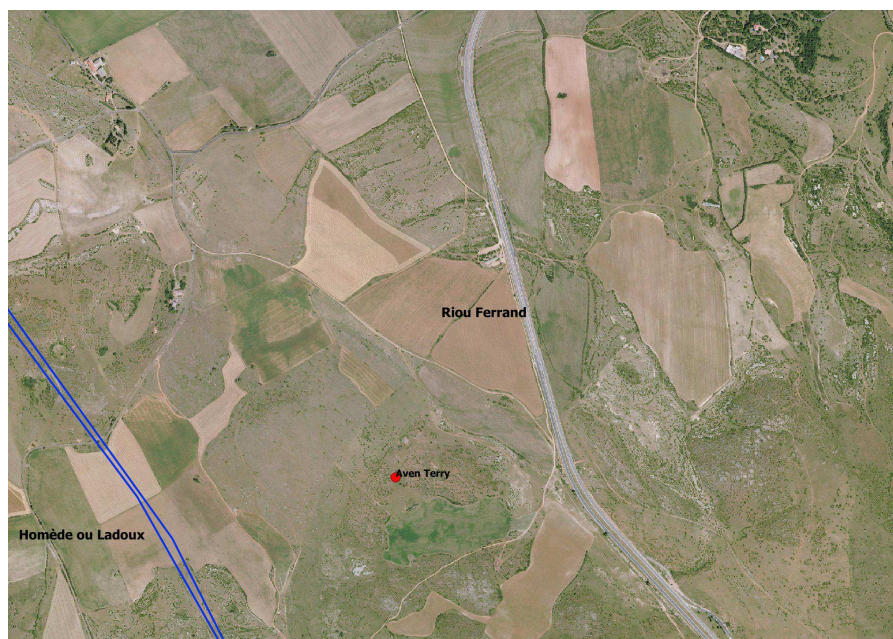


Photo 3 – Aven Terry, injection à -110m dans un réseau actif



Photo 4 – Aven Peyre Blanque, injection en surface

2.2. Sélection des points de suivi

En sus des trois sources potentiellement visées, Homède, Boundoulaou et Travers Banc, les sources dont les bassins d'alimentation sont directement mitoyens ou proches ont fait l'objet d'un suivi. Il s'agit des sources de Riou Ferrant amont et aval, Muscadelle et l'aval du ruisseau du Boundoulaou. Le tableau ci-dessous dresse le récapitulatif du suivi.

Sur ces 6 points, 2 font l'objet d'un suivi en continu des débits par les services du Parc Naturel Régional des Grands Causses, l'Homède et Boundoulaou.

Point d'injection	Source Visé	Source suivies	Distance en Km	Mesure Débit	Usage AEP	Masse traceur en kg
Bassin A34	Homède	Homède	6.3	Oui	Oui	1.5
		Boundoulaou	5.7	Oui	Oui	
Bassin A30	Boundoulaou	Boundoulaou	1.8	Oui	Oui	0.3
		Travers Banc	2.4	Non	Oui	
		Muscadelle	1.3	Non	Non	
Aven Terry	Homède	Homède	4.1	Oui	Oui	0.2
		RiouFerrant Amont	5.4	Non	Non	
		RiouFerrant Aval	5.3	Non	Non	
		Boundoulaou	4.7	Oui	Oui	
Aven Peyre Blaque	Homède	Homède	3.6	Oui	Oui	1.5
		Boundoulaou	2.9	Oui	Oui	

Tableau 2 – Récapitulatif du suivi des traçages

2.3. Sélection du traceur et technique d'injection

Afin de réaliser les quatre traçages dans les meilleurs délais et optimiser le suivi en termes de moyens humains, matériels et coûts analytiques, nous avons réalisé des multi-traçages. Le multi-traçage consiste à injecter simultanément plusieurs colorants, dans le cas présent, deux colorants.

Le premier multi-traçage s'est concentré sur la partie Est de la zone d'étude avec comme point d'injection, l'Aven du Terry et le bassin A34.

Le second multi-traçage quant à lui à couvert la partie Ouest, les points d'injections étant l'Aven de Peyre Blaque et le bassin A30.

Dans un souci d'optimisation de la restitution du traceur, le Parc a utilisé de la fluorescéine (ou Uranine) en raison de ses caractéristiques intrinsèques qui en font le colorant le plus performant pour ce genre d'essai et comme deuxième traceur la sulforhodamine B pour ses propriétés garantissant l'absence d'interaction entre les deux colorants au moment de l'analyse spectrophotométrique au laboratoire.

La masse de traceur à injecter est directement calculée en tenant compte du milieu et de la distance entre le point d'injection et le point de restitution présumé. Les conditions d'infiltration du traceur jouent un rôle prépondérant dans la restitution du colorant à la source.

L'injection doit s'effectuer de manière instantanée dans la mesure du possible (quelques minutes à quelques dizaines de minutes) afin de simuler une réponse impulsionnelle de type "impulsion de Dirac".

Au préalable les colorants auront été mélangés dans de l'eau afin d'éviter tout effet de paquet et améliorer la diffusion dans le milieu.

Une mise en eau du système karstique avant injection et après injection (pour pousser le colorant) est nécessaire.

L'eau stockée au préalable dans les bassins de rétention A30 et A34 a été utilisée. Un camion-citerne a été nécessaire pour l'Aven de Peyre Blanque, tandis que pour l'Aven du Terry, ce sont les spéléologues qui se sont chargés de faire l'injection directement dans l'écoulement souterrain.

3. Injections et suivi de la restitution

3.1. Injections

3.1.1. Bassin de rétention A34

Les services de la DIR ont fermé au préalable la vanne de trop plein du bassin pour pouvoir utiliser l'eau ainsi stockée lors d'une pluie, pour le traçage.

La vanne de trop plein a été ouverte 30min avant l'injection pour commencer à remettre en eau le système. L'injection a eu lieu le 22/02/2017 à 14h15 TU. Après l'injection, le bassin a été laissé ouvert pour pousser le traceur dans la partie noyée de l'aquifère, au total, c'est environ 700 m³ d'eau qui ont servi à l'injection.

La situation hydrologique s'apparente à une décrue pendant une période de très hautes eaux, les circulations au sein de l'aquifère sont donc rapides.



Photo 5 – injection, le 22/02/2017, de 1.5kg de fluorescéine à l'entrée du trop-plein du bassin A34 (en présence du Préfet de l'Aveyron)

3.1.2. Aven du Terry

Une première injection de 2Kg de Sulforhodamine B a eu lieu le dimanche 19/02/2017 à 18h10 TU. Malheureusement, une défaillance des systèmes de suivi n'a pas permis d'enregistrer le début de la restitution du colorant. Néanmoins, celle-ci est avérée à la source de l'Homède par une coloration très nettement visible à l'œil nu à partir de 17h le lundi 20/02/2017.

Les spéléologues travaillant régulièrement dans l'aven du Terry, il a été décidé de procéder à une deuxième injection dans le but d'avoir un suivi complet de la restitution et ainsi pouvoir calculer l'ensemble des paramètres du traçage.

La deuxième injection a eu lieu le 05/03/2017 à 17h45. La masse de traceur a été réajustée à 200g compte tenu des résultats de la première injection.

Au niveau hydrologique, le système était en pleine phase de crue, avec un pic à la source de l'Homède à 1500L/s.



Photo 6 – injection, le 05/03/2017, de 0.2 kg de sulforhodamine B dans l'aven du Terry

3.1.3. Aven de Peyre Blanche



Photo 7 – injection le 30/03/2017 de 1.5Kg de Fluorescéine (en présence des étudiants de Jussieu)

L'injection a eu lieu le jeudi 30 mars 2017, en présence des étudiants en hydrologie hydrogéologie de l'UPMC (université Pierre et Marie Curie, Paris). Après une remise en eau d'environ 4m³ le traceur a été injecté à 13h10 TU. 20m³ supplémentaires ont servis à pousser le colorant jusqu'à la zone noyée.

La situation hydrologique s'apparente à une décrue durant une période de hautes eaux.

3.1.4. Bassin de rétention A30

Les services de la DIR ont fermé au préalable la vanne de trop plein du bassin pour pouvoir utiliser l'eau ainsi stockée pour le traçage.

La vanne de trop plein a été ouverte 10min avant l'injection pour commencer à remettre en eau le système. L'injection a eu lieu le 30/03/2017 à 14h TU. Après l'injection, le bassin a été laissé ouvert pour pousser le traceur dans la partie noyée de l'aquifère. Au total c'est environ 700 m³ d'eau qui ont servi à l'injection.



Photo 8 - injection, le 30/03/2017, de 0.3 kg de sulforhodamine B dans le bassin A30

3.2. Suivis

Sur l'ensemble des sources, les suivis ont été effectués à minima à l'aide de préleveurs automatiques. A chaque fois la source visée a fait l'objet d'un suivi plus fin à l'aide d'un fluorimètre de terrain permettant de détecter en temps réel l'arrivée du colorant. Mais en aucun cas il ne se substitue aux analyses en laboratoire.

Le protocole de suivi (cf. tableau ci-dessous) a permis un échantillonnage homogène. Le suivi a été effectué sur une période d'un mois.

Distance, km	Intervalle de récupération préleveur sur 32 jours de suivi						
	passage 1	passage 2	passage 3	passage 4	passage 5	passage 6	passage 7
>1	j 0 mise en place	j 2	j 8	j 14	j 20	j 26	j 32 fin du suivi
1-10	j 0 mise en place	j 4	j 12	j 20	j 28	j 32 fin du suivi	-
<10	j 0 mise en place	j 8	J 16	J 24	J 32 fin du suivi	-	

Tableau 3 : protocole de suivi des points institués

3.3. Analyses

L'analyse des échantillons a été confiée au laboratoire d'hydrogéologie du CETRAHE d'Orléans. La détection de la fluorescéine est réalisée par spectrofluorimétrie. Cette technique permet de détecter des teneurs très basses, jusqu'à $0.002\mu\text{g/L}$ et de corriger les effets d'éventuels de bruit de fond parasites.

De plus, la réalisation sur certains échantillons d'un spectre d'émission et d'un spectre d'excitation permet de confirmer sans aucune ambiguïté l'origine de la fluorescence et donc la présence de notre traceur dans l'échantillon.

4. Restitutions et interprétations

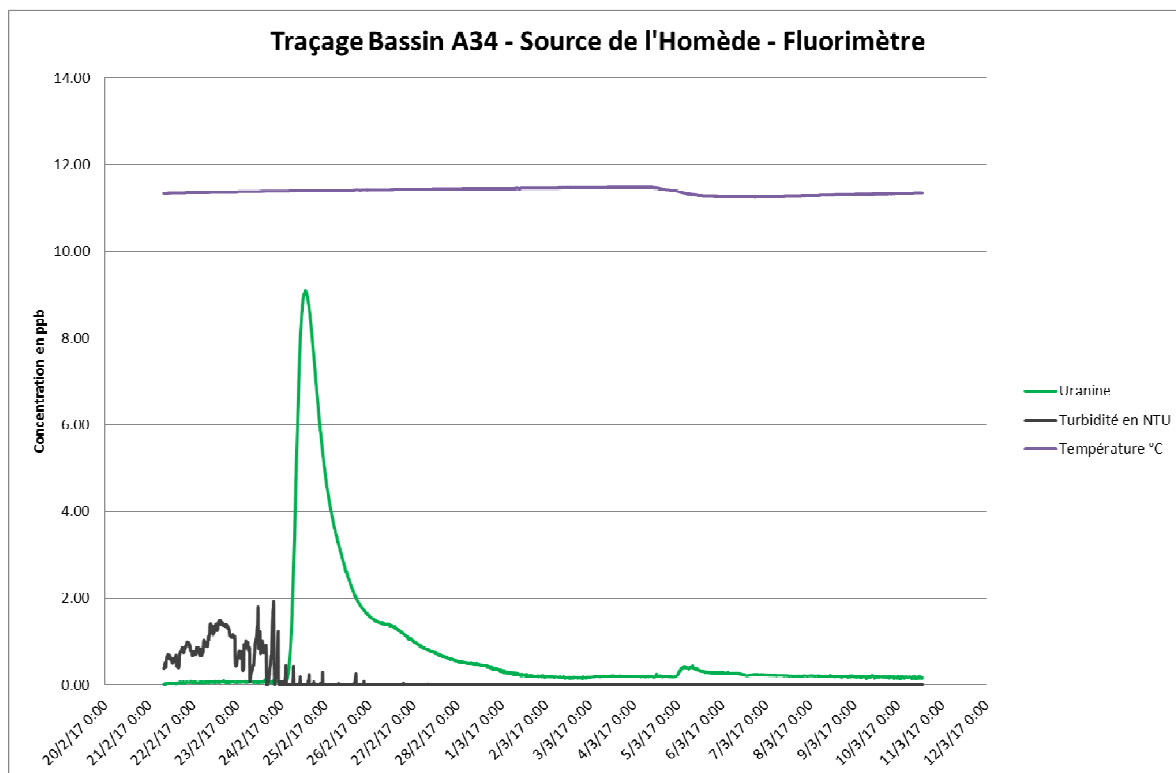
4.1. Traçage du bassin A34

L'ensemble des résultats d'analyses sont disponibles en **Annexe I**

4.1.1. Homède

Le 24/02/2017 à 10h TU le colorant est légèrement visible à la source de l'Homède, coloration caractéristique de la fluorescéine. L'observation est faite par les services du Parc.

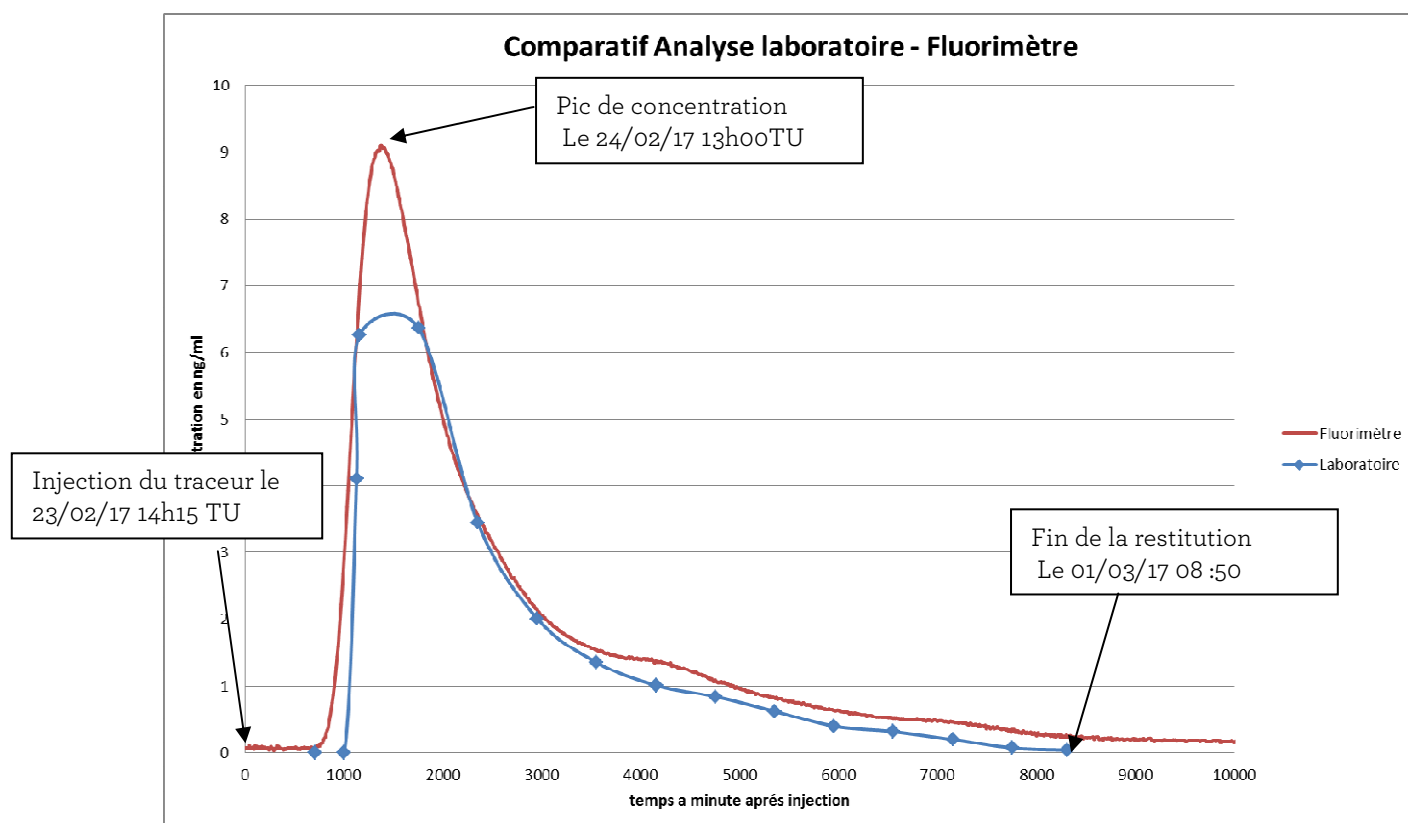
Le Fluorimètre confirme la restitution du colorant à partir du 24/02/2017 02h30TU. Le pic de concentration, 9.1 ppb, est atteint le 24/02/2017 à 13h10 TU.



Graphique 1 : Restitution Fluorescéine à l'Homède, données fluorimètre

Les analyses au laboratoire, spectre d'émission et d'excitation valident la présence de fluorescéine. L'interprétation du traçage se fera à partir des données du laboratoire, plus précises que le fluorimètre.

Globalement, on a une assez bonne corrélation entre les données du fluorimètre et celle du laboratoire (cf. graphe ci-dessous). On constate toutefois un léger décalage au début de la restitution et une légère tendance du fluorimètre à surestimer la concentration dans la phase de décrue. La variation sur la concentration maximale s'explique simplement par la différence de pas d'échantillonnage entre le préleveur, quelques heures, contre 10min pour le fluorimètre terrain. Au vu de ces résultats, on se servira du fluorimètre pour extrapoler le pic de restitution afin de ne pas sous-estimer le bilan de restitution.



Graphique 2 : Courbe de restitution de la fluorescéine à la source de l'Homède

La courbe de restitution du traceur est classique au sens où elle ne présente aucune singularité. Il y'a un seul pic de restitution et il est très bien structuré. On observe le début de la restitution le 24 février 2017 à 7hTU, moins de 17h après l'injection.

On considère la fin de la restitution à la date du 01 mars 2017 à 8h50, soit 5 jours après l'arrivée du traceur. Toutefois la queue de la restitution est encore visible un peu jusqu'au 9 mars 2017, d'après le fluorimètre.

La vitesse d'apparition du traceur est de 376 m/h et la vitesse moyenne est de 196 m/h, ce qui correspond à des circulations extrêmement rapides au sein de l'aquifère.

La Distribution du Temps de Séjour maximale (entendue comme une approche statistique du temps de transfert le plus court qui a le plus de probabilité de se répéter) est de 23 heures.

Sur 1.5 kg de traceur injecté, 423 g ont été restitués, ce qui correspond à un taux de restitution de 31 %. Ce taux est correct compte tenu des conditions d'injection depuis la surface.

La dilution (le rapport entre la concentration du traceur injecté et la concentration restituée) est entièrement conditionnée par les conditions hydrologiques en cours au moment du transfert du traceur, et par conséquent d'un composé polluant. La

dilution est plus élevée en hautes eaux qu'en basses eaux en raison des volumes d'eau disponibles dans les zones non saturées et noyées du karst.

La concentration maximale de traceur restituée à la source du Boundoulaou est de 9.1 µg/L.

La dilution minimale est le rapport entre la concentration maximale du traceur identifié au captage et sa concentration initiale (2143µg/L) dans le volume d'eau servant à l'injection, dans notre cas environ 700 m³. Le taux calculé est arrondi à 1/235. Une charge polluante injectée au même endroit, dans les mêmes conditions hydrologiques verra sa concentration diminuer d'un facteur 245. La valeur de dilution minimale est assez faible.

La dilution unitaire est le rapport entre la masse initiale de traceur injectée et la concentration maximale du traceur mesurée à la source. Le taux de dilution calculé est de 1/165 000 000 l⁻¹. La masse de traceur injectée (1.5 kg) a vraisemblablement été diluée dans un volume de 165 000 m³ pour expliquer sa concentration en restitution.

4.1.2. Boundoulaou

Malgré une restitution avérée à la source de l'Homède, une série de spectre d'émission et d'excitation ont été réalisés pour s'assurer de l'absence de phénomènes de diffusions. Tous s'avèrent négatifs.

4.1.3. Synthèse restitution

Source de l'Homède	
Injection le	23/02/2017 14 :15
Lieu d'injection	Bassin A34
Traceur	Fluorescéine
Restitution	source de l'Homède
Distance apparente	6.3 km
Masse injectée en g	1500
Masse restituée en g	423
Taux de restitution	31 %

Temps	
Apparition traceur	24/02/2017 07 :00
Disparition traceur	01/03/2017 08 :50
Temps modal	22.8 h
Durée de restitution	5 jrs
Temps moyen de séjour	40 h
D.T.S max	23h jrs

Vitesse	
Vitesse d'apparition	376 m/h
Vitesse moyenne	196 m/h
Vitesse modale	276 m/h
Vitesse apparente	157 m/h

Concentration et dilution	
Concentration maxi	9.1 ng/mL
Dilution unitaire	$1/1.65.10^8 \text{ l}^{-1}$
Volume de Allen	$81\ 023 \text{ m}^3$
Section de Allen	12.9 m^2

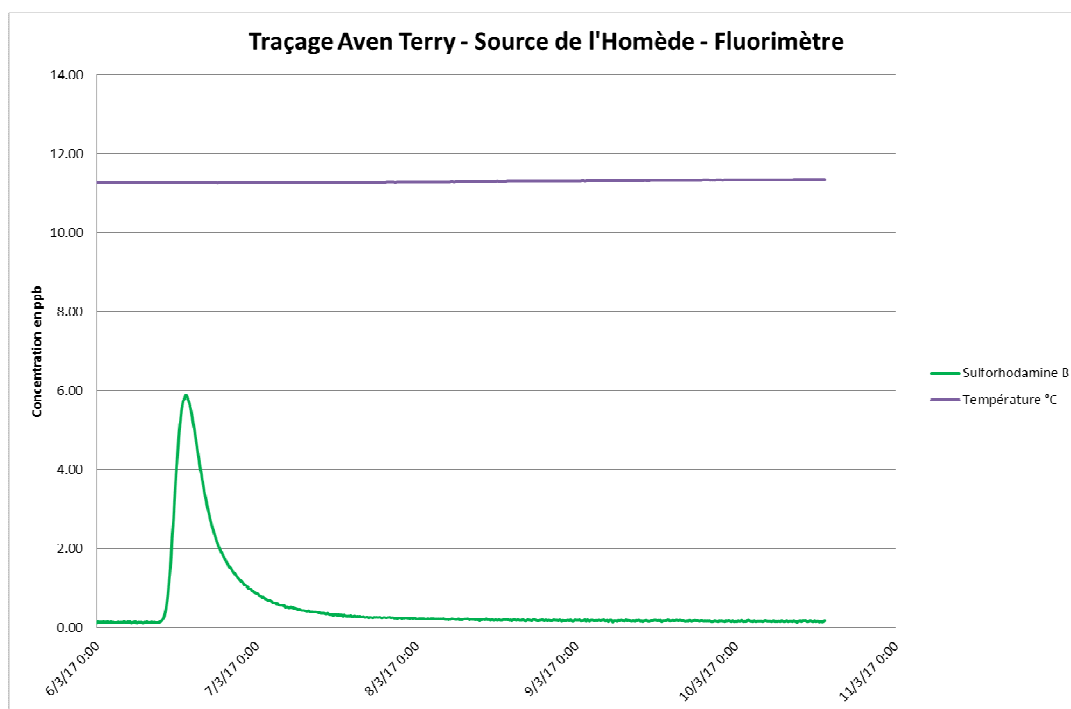
Tableau 4 : fiche synthèse traçage A34

4.2. Traçage aven du Terry

L'ensemble des résultats d'analyses sont disponibles en **Annexe I**

4.2.1. Homède

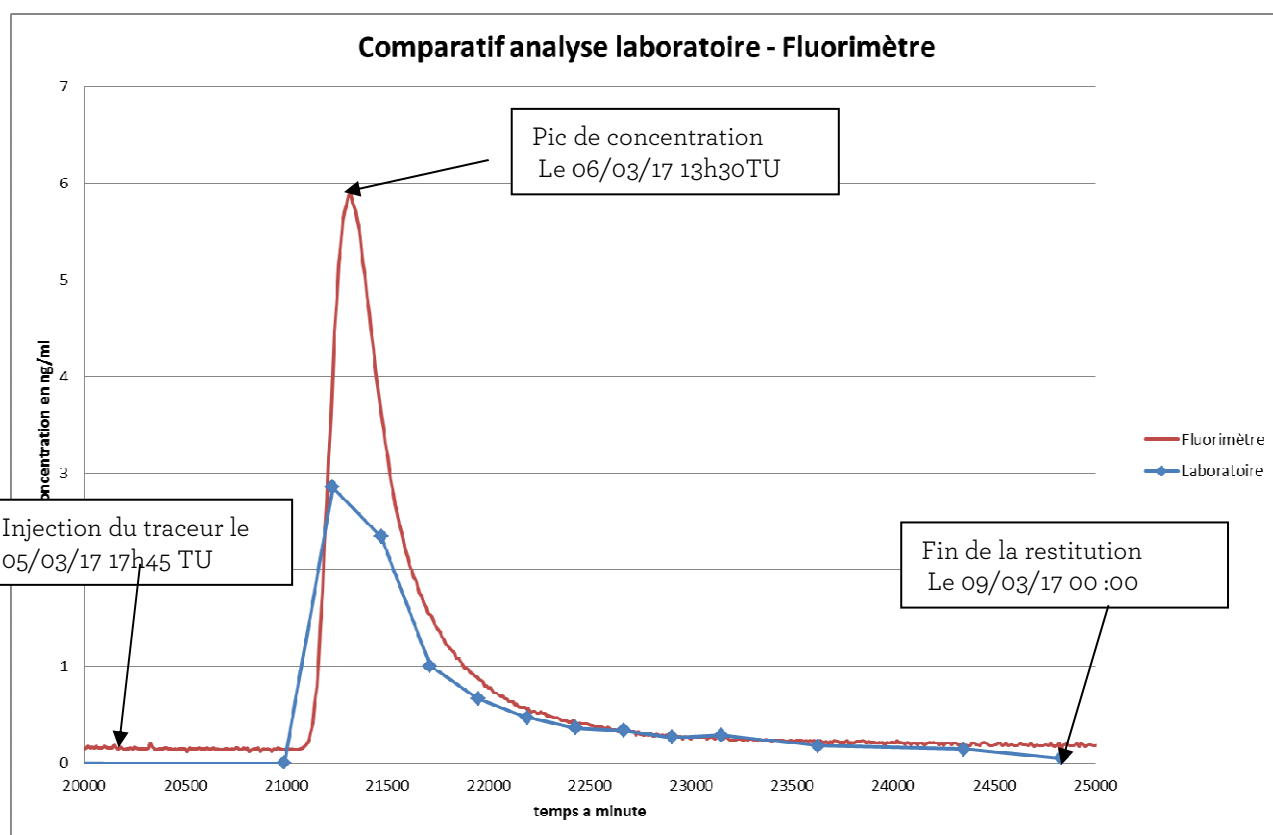
Le Fluorimètre atteste la restitution du colorant à partir du 06/03/2017 à 10h00 TU. Le pic de concentration maximal de 5.9 ppb est atteint le 06/03/2017 à 13h30 TU.



Graphique 3 : Restitution Sulforhodamine B à l'Homède, données fluorimètre

Les analyses laboratoires spectre d'émission/d'excitation valident la présence de sulforhodamine B. L'interprétation du traçage se fera à partir des données du laboratoire, plus précises que le fluorimètre.

Globalement on a une assez bonne corrélation entre les données du fluorimètre et celle du laboratoire (cf. graphe ci-dessous). On constate toutefois un léger décalage au début de la restitution et une tendance du fluorimètre à surestimer la concentration dans la phase de décroissance. La variation sur la concentration maximale s'explique simplement par le pas d'échantillonnage du préleveur terrain à 4h contre 10min pour le fluorimètre terrain.



Graphique 4 : Courbe de restitution de la sulforhodamine B à la source de l'Homède

La courbe de restitution du traceur est classique au sens où elle ne présente aucune singularité. Il y a un seul pic de restitution et il est très bien structuré. On observe le début de la restitution le 06/03/2017 à 12h00 TU, moins de 19h après l'injection.

On considère la fin de la restitution au 09 mars 2017 à 00h00, soit 2.5 jours après l'arrivée du traceur.

La vitesse d'apparition du traceur est de 224 m/h et la vitesse moyenne est de 170 m/h, ce qui correspond à des circulations très rapides au sein de l'aquifère.

La Distribution du Temps de Séjour maximale (entendue comme une approche statistique du temps de transfert le plus court qui a le plus de probabilité de se répéter) est de 20 heures.

Le taux de restitution est supérieur à 90%. Ce taux est excellent et s'explique par le fait que le traceur a été injecté directement dans un drain actif du système à moins de 110m de profondeur et non pas en surface où il aurait dû traverser toute la zone d'infiltration.

La dilution (le rapport entre la concentration du traceur injecté et la concentration restituée) est entièrement conditionnée par les conditions hydrologiques en cours au moment du transfert du traceur, et par conséquent d'un composé polluant. La dilution est

plus élevée en hautes eaux qu'en basses eaux en raison des volumes d'eau disponibles dans les zones non saturées et noyées du karst.

La concentration maximale de traceur restituée à la source de l'Homède est d'environ 6 µg/L.

La dilution unitaire est le rapport entre la masse initiale de traceur injectée et la concentration maximale du traceur mesurée à la source. Le taux de dilution calculé est de 1/34 843 205 l⁻¹. La masse de traceur injectée (0.2 kg) a vraisemblablement été diluée dans un volume de 34 843 m³ pour expliquer sa concentration en restitution.

4.2.2. Riou Ferrant Amont/Aval

Malgré une restitution avérée à la source de l'Homède, une série de spectre d'émission et d'excitation ont été réalisés pour s'assurer de l'absence de phénomènes de diffusions, tous s'avèrent négatifs.

4.2.3. Boundoulaou

Malgré une restitution avérée à la source de l'Homède une série de spectre d'émission et d'excitation ont été réalisés pour s'assurer de l'absence de phénomènes de diffusions, tous s'avèrent négatifs.

4.2.4. Synthèse restitution

Source de l'Homède	
Injection le	05/03/17 17h45
Lieu d'injection	Aven Terry
Traceur	Sulfo B
Restitution	Source de l'Homède
Distance apparente	4.1 Km
Masse injectée en g	200 g
Masse restituée en g	195 g
Taux de restitution	97 %

Temps	
Apparition traceur	06/03/2017 12 :00
Disparition traceur	09/03/2017 00 :00
Temps modal	19.75 hrs
Durée de restitution	60 hrs
Temps moyen de séjour	28 hrs
D.T.S max	20 hrs

Vitesse	
Vitesse d'apparition	225 m/h
Vitesse moyenne	170 m/h
Vitesse modale	207 m/h
Vitesse apparente	146 m/h

Concentration et dilution	
Concentration maxi	5 ng/ml
Dilution unitaire	$1/1.35.10^9 \text{ l}^{-1}$
Volume de Allen	129 349 m3
Section de Allen	31.55 m2

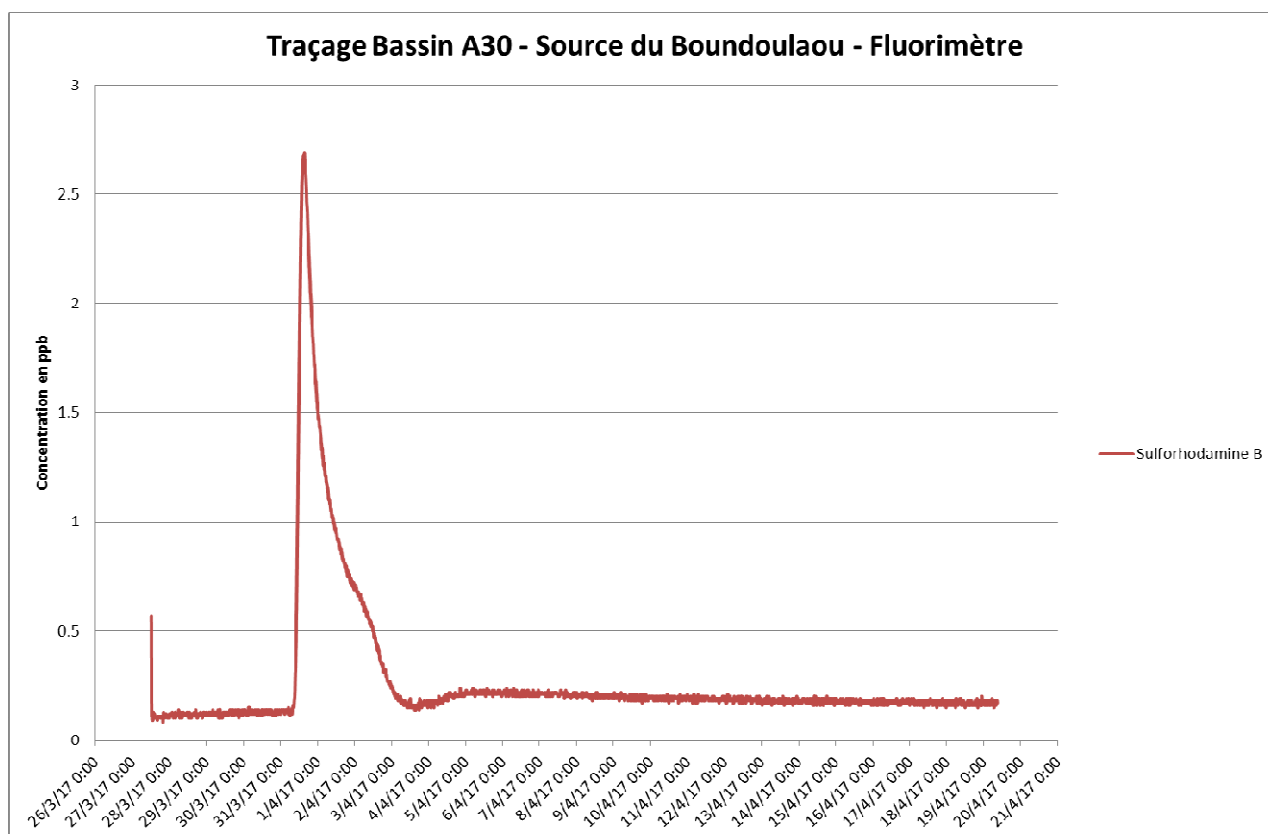
Tableau 5 : fiche synthèse traçage aven Terry

4.3. Traçage du Bassin A30

L'ensemble des résultats d'analyses sont disponibles en Annexe II

4.3.1. Boundoulaou

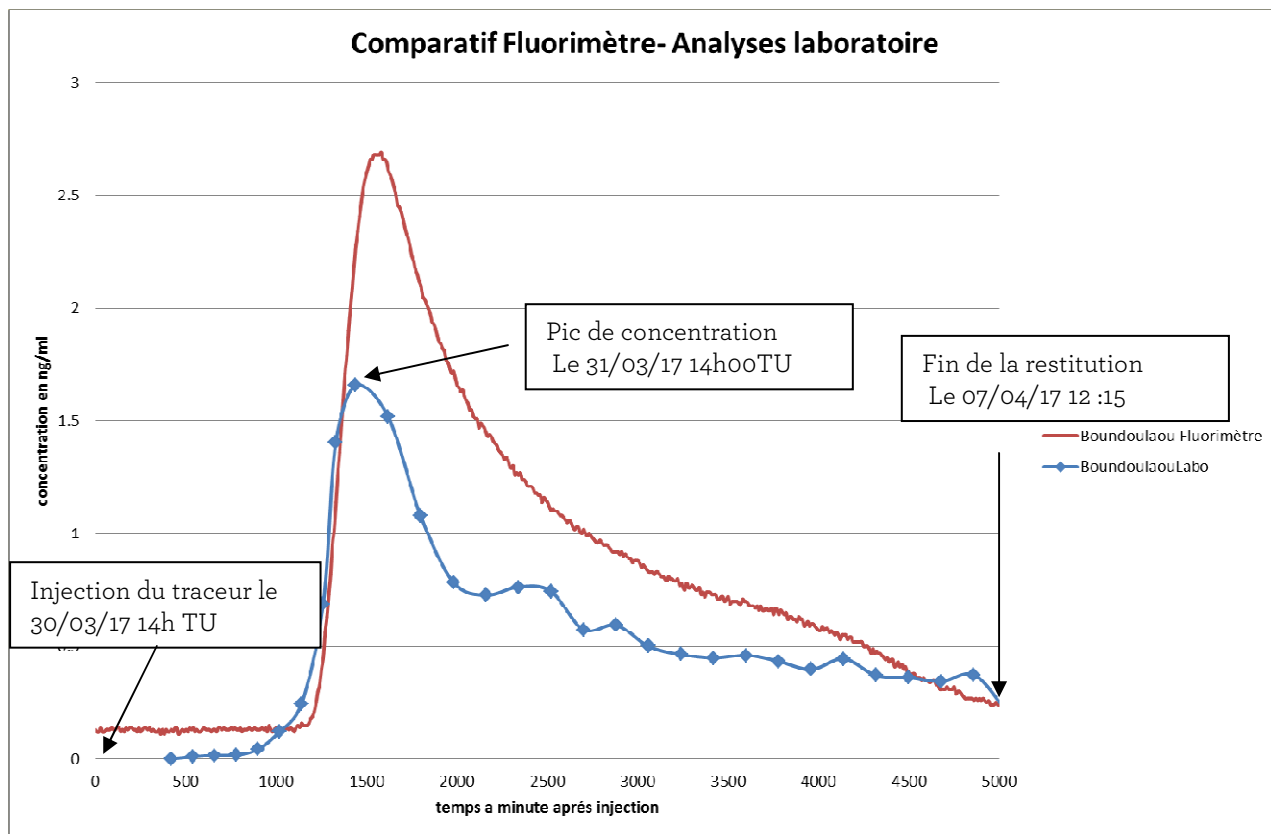
Le Fluorimètre commence à enregistrer la restitution du colorant à partir du 31/03/2017 08 :h00 TU. Le pic de concentration maximal de 2.7 ppb est atteint le 31/03/2017 à 15h30 TU.



Graphique 5 : Restitution Sulforhodamine B au Boundoulaou, données fluorimètre

Les analyses en laboratoire spectre d'émission et d'excitation valident la présence de sulforhodamine B. L'interprétation du traçage se fera à partir des données du laboratoire. Dans le cas présent il faudra toutefois garder à l'esprit, le décalage important observé entre le signal du fluorimètre très net et les données laboratoires. C'est vrai sur l'intensité maximale de la restitution qui varie presque du simple au double mais également sur la forme de la restitution, bien nette au fluorimètre contrairement aux analyses.

Dans ces conditions la corrélation entre les données du fluorimètre et celle du laboratoire (cf. graphe ci-dessous) n'est pas bonne. C'est d'autant plus étonnant que le dispositif de suivi est le même que les deux précédents traçages et qu'il avait donné d'excellents résultats. Les analyses laboratoires ont été faites deux fois pour éliminer cette cause d'erreur.



Graphique 6 : Courbe de restitution de la sulforhodamine B à la source du Boundoulaou

La courbe de restitution du traceur au fluorimètre est très bien structurée contrairement à celle du laboratoire qui présente de nombreuses variations dans la partie décréue. On observe le début de la restitution le 30/03/2017 à 23hTU, soit 9h après l'injection.

On considère la fin de la restitution à la date du 07/04/2017 à 12h15, soit 7.5 jours après l'arrivée du traceur.

La vitesse d'apparition du traceur est de 200 m/h, rapide. Elle contraste avec la vitesse moyenne de 44 m/h témoignant d'un relargage du colorant plus long dans le temps.

La Distribution du Temps de Séjour maximale (entendue comme une approche statistique du temps de transfert le plus court qui a le plus de probabilité de se répéter) est de 24 heures.

Le taux de restitution est de 27%. Ce taux est correct compte tenu des conditions d'injection depuis la surface. S'il avait été calculé à partir des données du fluorimètre il aurait été plus important.

La dilution (le rapport entre la concentration du traceur injecté et la concentration restituée) est entièrement conditionnée par les conditions hydrologiques en cours au moment du transfert du traceur, et par conséquent d'un composé polluant. La dilution est

plus élevée en hautes eaux qu'en basses eaux en raison des volumes d'eau disponibles dans les zones non saturées et noyées du karst.

La concentration maximale de traceur restituée à la source de l'Homède est d'environ 1.6 µg/L.

La dilution minimale est le rapport entre la concentration maximale du traceur identifiée au captage et sa concentration initiale (361µg/L) dans le volume d'eau servant à l'injection, dans notre cas environ 830 m³. Le taux calculé est arrondi à 1/225. Une charge polluante injectée au même endroit, dans les mêmes conditions hydrologiques verra sa concentration diminuer d'un facteur 225. La valeur de dilution minimale est assez faible.

La dilution unitaire est le rapport entre la masse initiale de traceur injectée et la concentration maximale du traceur mesurée à la source. Le taux de dilution calculé est de 1/187 500 000 l⁻¹. La masse de traceur injectée (0.3 kg) a vraisemblablement été diluée dans un volume de 187 500 m³ pour expliquer sa concentration en restitution.

4.3.2. Travers Banc

Malgré une restitution avérée à la source de l'Homède une série de spectre d'émission et d'excitation ont été réalisés pour s'assurer de l'absence de phénomènes de diffusions, tous s'avèrent négatifs.

4.3.3. Muscadelle

Malgré une restitution avérée à la source de l'Homède une série de spectre d'émission et d'excitation ont été réalisés pour s'assurer de l'absence de phénomènes de diffusions, tous s'avèrent négatifs.

4.3.4. Synthèse de restitution

Source du Boundoulaou	
Injection le	30/03/2017 14 :00
Lieu d'injection	Bassin A30
Traceur	Sulfo B
Restitution	Source du Boundoulaou
Distance apparente	1.8 Km
Masse injectée en g	300 g
Masse restituée en g	82 g
Taux de restitution	27 %

Temps	
Apparition traceur	30/03/2017 23 :00
Disparition traceur	07/04/2017 12 :15
Temps modal	24 hrs
Durée de restitution	181 hrs
Temps moyen de séjour	56 hrs
D.T.S max	24 hrs

Vitesse	
Vitesse d'apparition	200 m/h
Vitesse moyenne	44 m/h
Vitesse modale	75 m/h
Vitesse apparente	32 m/h

Concentration et dilution	
Concentration maxi	1.6 ng/ml
Dilution unitaire	$1/1.87.10^9 \text{ l}^{-1}$
Volume de Allen	90 206 m3
Section de Allen	50 m2

Tableau 6 : fiche synthèse traçage bassin A30

4.4. Traçage du Devez Nouvel, Aven de Peyre Blanque

L'ensemble des résultats d'analyses sont disponibles en Annexe II

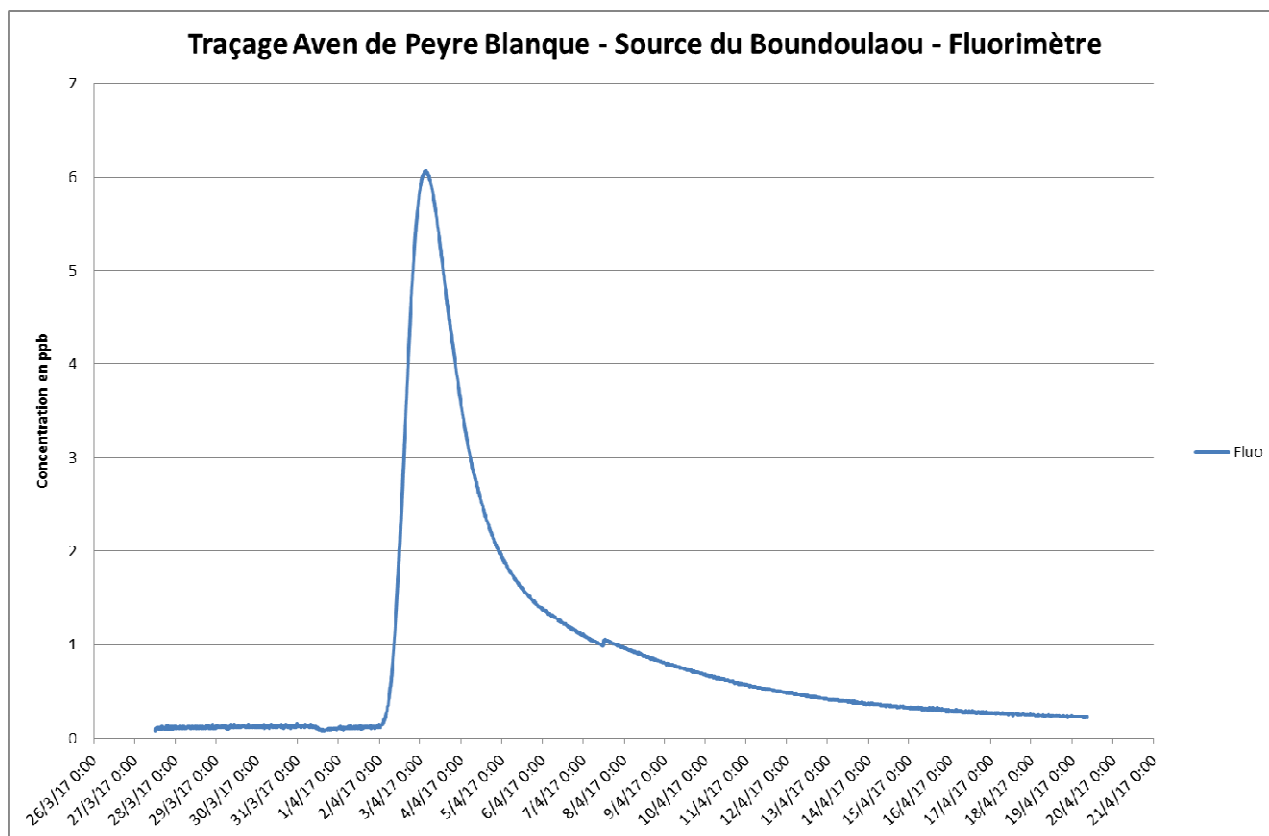
4.4.1. Boundoulaou

Le 03/04/2017 à 12h15 TU, le colorant est visible à l'œil, coloration caractéristique de la fluorescéine, à la source du Boundoulaou. L'observation est faite par les services du Parc.



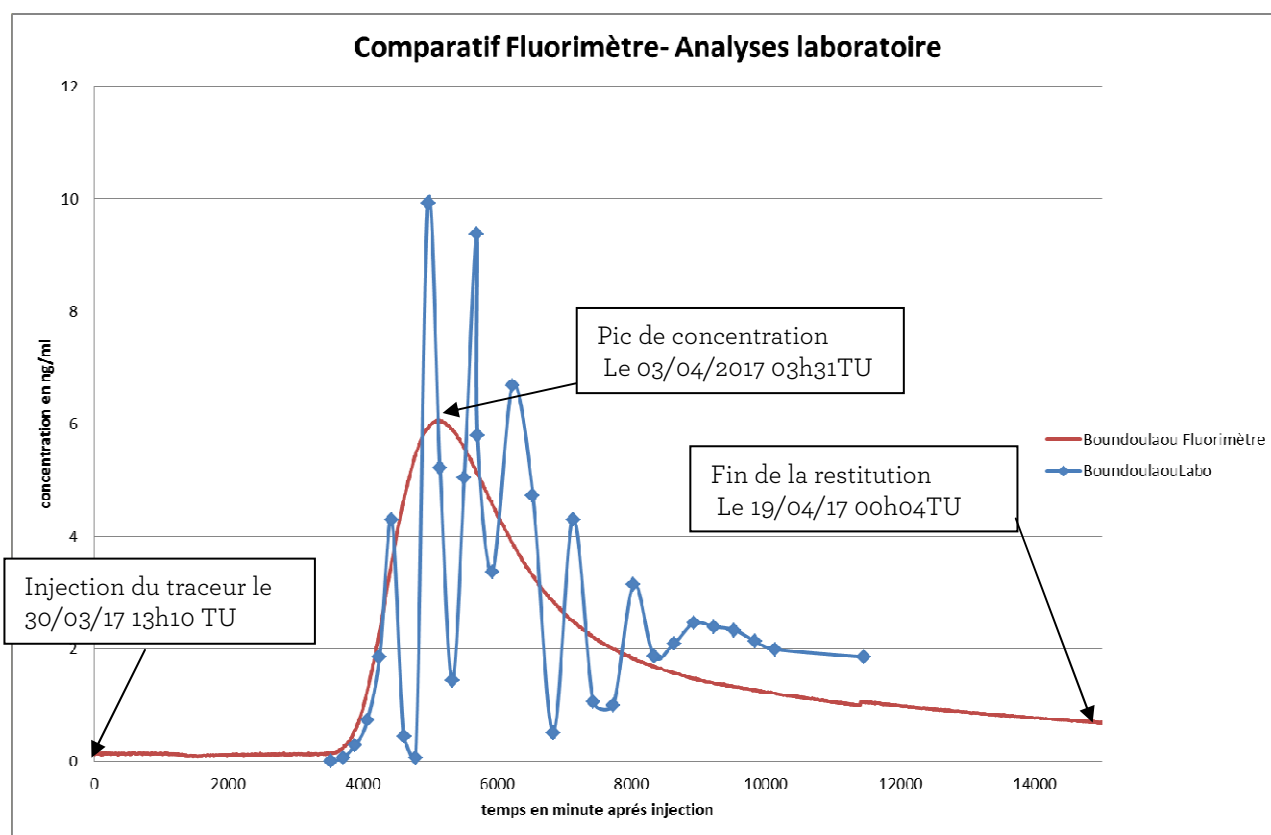
Photo 9 – Source du Boundoulaou le 03/04/2017

Le Fluorimètre commence à enregistrer la restitution du colorant à partir du 02/04/2017 02h01 TU. Le pic de concentration maximal de 6.07 ppb est atteint le 03/04/2017 à 03h31 TU.



Graphique 7 : Restitution fluorescéine au Boundoulaou, données fluorimètre

Les analyses laboratoires spectre d'émission/d'excitation valident la présence de fluorescéine. Exceptionnellement l'interprétation du traçage se fera à partir des données du fluorimètre. Comme pour le traçage du bassin A30 la corrélation entre les données terrain et laboratoire est très mauvaise. Pourtant sur le tout début du suivi, il n'y a aucun souci de corrélation.



Graphique 8 : Courbe de restitution de la fluorescéine à la source du Boundoulaou

La courbe de restitution du traceur au fluorimètre est très bien structurée contrairement à celle du laboratoire qui présente de nombreuses oscillations sur presque toute la durée du suivi. On observe le début de la restitution le 02/04/2017 2h41TU, soit 2.6 jours après l'injection.

On considère la fin de la restitution à la date du 19/04/2017 à 00h04, soit 17 jours après l'arrivée du traceur.

La vitesse d'apparition du traceur est de 47 m/h, valeur moyenne de transit en moyennes eaux. La vitesse moyenne est de 24 m/h.

La Distribution du Temps de Séjour maximale (entendue comme une approche statistique du temps de transfert le plus court qui a le plus de probabilité de se répéter) est de 86 heures.

Le taux de restitution est de 40%. Ce taux est correct compte tenu des conditions d'injection depuis la surface.

La dilution (le rapport entre la concentration du traceur injecté et la concentration restituée) est entièrement conditionnée par les conditions hydrologiques en cours au moment du transfert du traceur, et par conséquent d'un composé polluant. La dilution est plus élevée en hautes eaux qu'en basses eaux en raison des volumes d'eaux disponibles dans les zones non saturées et noyées du karst.

La concentration maximale de traceur restituée à la source de l'Homède est d'environ 6 µg/L.

La dilution minimale est le rapport entre la concentration maximale du traceur identifié au captage et sa concentration initiale (62.5 mg/L) dans le volume d'eau servant à l'injection, dans notre cas environ 24 m³. Le taux calculé est arrondi à 1/10416. Une charge polluante injectée au même endroit, dans les mêmes conditions hydrologiques verra sa concentration diminuer d'un facteur 10416. La valeur de dilution minimale est forte.

La dilution unitaire est le rapport entre la masse initiale de traceur injectée et la concentration maximale du traceur mesurée à la source. Le taux de dilution calculée est de 1/250 000 000 l⁻¹. La masse de traceur injectée (1.5 kg) a vraisemblablement été diluée dans un volume de 250 000 m³ pour expliquer sa concentration en restitution.

4.4.2. Homède

Malgré une restitution avérée à la source du Boundoulaou une série de spectre d'émission et d'excitation ont été réalisés pour s'assurer de l'absence de phénomènes de diffluentes. Quelques spectres sont positifs, il s'agit de toute évidence de bruits de fond résultant du traçage précédent sur le bassin A34.

4.4.3. Synthèse de restitution

Source du Boundoulaou	
Injection le	30/03/2017 13 :10
Lieu d'injection	Aven Peyre Blanque
Traceur	Fluorescéine
Restitution	Source du Boundoulaou
Distance apparente	2.9 Km
Masse injectée en g	1500 g
Masse restituée en g	600 g
Taux de restitution	40.3 %

Temps	
Apparition traceur	02/04/2017 2 :41
Disparition traceur	19/04/2017 00 :04
Temps modal	86 hrs
Durée de restitution	405 hrs
Temps moyen de séjour	151 hrs
D.T.S max	86 hrs

Vitesse	
Vitesse d'apparition	47 m/h
Vitesse moyenne	24.4 m/h
Vitesse modale	33.6 m/h
Vitesse apparente	19.2 m/h

Concentration et dilution	
Concentration maxi	6.07 ng/ml
Dilution unitaire	$1/250.10^9 \text{ l}^{-1}$
Volume de Allen	218 930 m3
Section de Allen	75.5 m2

Tableau 7 : fiche synthèse traçage aven Peyre Blanque

5. Conclusions

5.1 Points sur les 4 traçages et sur les limites des bassins

La réalisation de ces quatre nouveaux traçages a permis d'améliorer la connaissance hydrogéologique du Causse du Larzac et de redéfinir les limites des bassins d'alimentation des sources du Boundoulaou, Homède et Riou Ferrant. A cela s'ajoute l'aspect gestion des risques liés à la plateforme autoroutière.

Les quatre traçages ont fait l'objet d'une restitution très nette.

Les résultats obtenus entraînent une révision des limites des bassins d'alimentation.

L'Aven de Peyre Blanche est situé à 150m à l'ouest du bassin du Boundoulaou sur le bassin d'alimentation présumé de la source de l'Homède. Le traçage réalisé a donné une restitution très claire à la source du Boundoulaou, aucun signe du colorant à la source de l'Homède. Sur ce secteur la limite Est du bassin d'alimentation de la source du Boundoulaou s'étend donc légèrement vers le Nord-Est.

Les traçages des bassins A30 et A34 sont conformes aux délimitations connus des bassins d'alimentations, à savoir Boundoulaou pour le A30 et Homède pour le A34. On remarque au passage que la limite Sud-Est du bassin du Boundoulaou est très bien définie et passe très exactement entre les bassins A34 et A33, tracée lors d'une précédente campagne pour le compte de la DIR Massif Central.

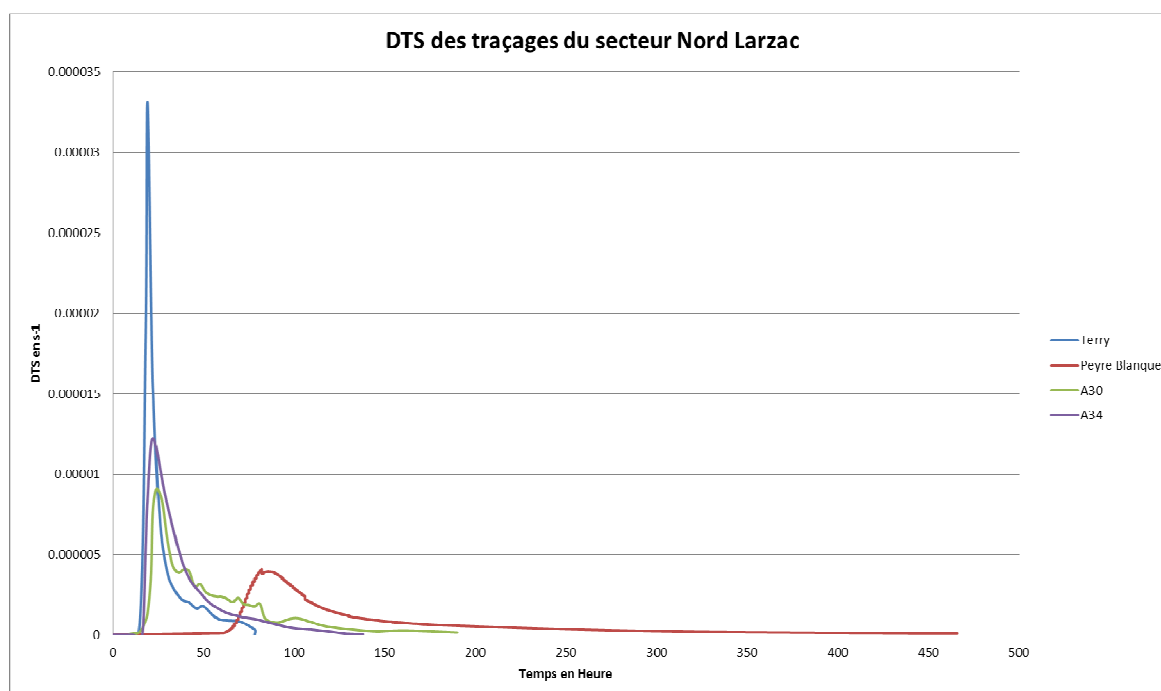
L'Aven du Terry était situé sur le bassin d'alimentation de la source de Riou Ferrand, cependant les indications sur le réseau fourni par les spéléologues indiquaient des directions d'écoulement Nord-Ouest, en direction de l'Homède. Ces hypothèses ont donc bien été vérifiées par le traçage.

5.2 Eléments hydrogéologiques

Les résultats et l'interprétation d'un essai de traçage dépendent directement des conditions d'injection et donc d'infiltration du colorant dans le milieu. En général on cherche à réaliser une impulsion de Dirac, injection et infiltration du colorant rapide dans le milieu. C'est le cas ici lors des quatre traçages. Le colorant est parti rapidement dans les milieux. Par la suite les conditions d'infiltration et de diffusion dans le karst sont propres à chaque point d'injection.

	<i>Bassin A30</i>	<i>Peyre Blanque</i>	<i>Bassin A34</i>	<i>Terry</i>
Source	Boundoulaou	Boundoulaou	Homède	Homède
Taux de restitution	27 %	40.3 %	31%	97 %
Vitesse d'apparition	200 m/h	47 m/h	376 m/h	225 m/h
Vitesse modale	75 m/h	33.6m/h	276m/h	207 m/h
Volume de Allen	90 206 m3	218 930 m3	81 023 m3	129 349 m3

Tableau 8 : synthèse des quatre traçages



Graphique 9 : DTS des quatre traçages

Traçages des bassins **A30 et A34** similaires dans la méthode d'injection.

On est sur la même gamme de valeur concernant le pourcentage de restitution du colorant. Ce taux est correct mais témoigne qu'une partie importante du colorant n'a pas été restituée, probablement piégée au sein de l'aquifère. Pour ces deux sources une station de mesure des débits en continu permet de limiter l'incertitude du calcul du taux de restitution.

Les vitesses d'apparition sont vraiment très rapides dans les deux cas. La situation hydrologique, décrue de hautes eaux, y contribue bien évidemment. A cela s'ajoute des conditions d'infiltrations très favorables avec un grand volume d'eau à chaque fois pour pousser le traceur. Par expérience, on sait qu'un trajet préférentiel s'est formé au cours du temps en aval des bassins de l'autoroute.

La forme de la DTS, qui représente la restitution du colorant dans le temps est très similaire dans les deux cas et correspondant bien à une injection de type Dirac simple,

traduisant un écoulement homogène au sein de l'aquifère. La vitesse modale est cependant bien plus rapide dans le cas du A34, 276m/h contre seulement 75m/h pour A30, ce qui implique une karstification plus avancée dans le cas du A34 ou l'accès rapide au réseau noyé. Ce paramètre est toutefois à nuancer étant donné que les conditions hydrologiques ne sont pas strictement identiques.

Le volume de Allen représente le volume d'eau tracé. Compte tenu de la superficie des bassins d'alimentation de chaque source il est plutôt faible, ce qui vient corroborer l'observation d'un écoulement préférentiel rapide et « canalisé » derrière les bassins de rétention.

Traçages de l'Aven du **Terry** et de **Peyre Blanque**

Bien que les deux points sélectionnés soient des avens, les méthodes d'injections sont diamétralement opposées et vont influencer sur le rendu des traçages. Pour Peyre Blanque, on a tracé depuis la surface, tandis que pour le Terry les spéléologues ont injecté le colorant directement à -110m dans un écoulement. Logiquement la forme de la DTS des deux traçages est différente, nous y reviendrons.

Le taux de restitution est bon pour Peyre Blanque malgré une injection depuis la surface ou une partie du colorant n'a pas atteint la zone saturée. Il est excellent au Terry où on peut dire que la totalité du colorant est arrivée, ce résultat n'a rien d'étonnant au vu des conditions d'injections.

La vitesse maximale de transit à l'aven de Peyre Blanque est la plus faible des quatre essais, 47m/h. Encore une fois il faut tenir compte du fait que le colorant a dû traverser toute la zone non saturée avec un volume d'eau moins important pour le pousser.

En s'affranchissant de la traversée de la zone d'infiltration pour injecter directement dans un drain, la vitesse d'écoulement à l'aven du Terry est forcément beaucoup plus rapide qu'à Peyre Blanque. Cependant si l'on compare au bassin A34 tracé dans les mêmes conditions hydrologiques et ayant le même point de restitution, la source de l'Homède, les vitesses maximales d'écoulements sont plus importantes au niveau du bassin A34, 376m/h. De plus il faut tenir compte que le A34 a été tracé depuis la surface ce qui devrait lui être défavorable en terme de vitesse.

Le volume de Allen est plus petit pour le traçage A34, 81 023m³, contre 129 349 m³ au Terry, pourtant plusieurs paramètres pouvaient laisser supposer le contraire, la distance apparente point d'injection/source plus courte, l'injection directement dans le drain. Tous ces éléments corroborent l'existence d'une karstification très développée en aval des bassins de rétention de l'autoroute.

Le volume de Allen de Peyre Blanque est logiquement le plus important, témoignant d'une plus grande diffusion du colorant dans la zone noyée.

La DTS du Terry traduit un trajet rapide du colorant dans l'aquifère quant au contraire celui de Peyre Blanque est le reflet d'un transfert plus lent et d'une dispersion plus grande du colorant.

5.3 Gestion du risque

Concernant les risques de pollution au niveau des sources et des captages, l'obtention de pollutogrammes spécifiques à chaque bassin de décantation permettra d'appréhender les futurs accidents et les dépassements possibles des normes de potabilité, la durée de ce dépassement et la concentration liée à ce dépassement.

Les risques de pollution sont quasi inexistantes au droit des Avens du Terry et de Peyre Blanque et ne nécessite donc pas de faire des calculs d'impact. L'interprétation de ces traçages est à prendre en compte de manière globale pour la compréhension de l'aquifère.

Exemple de calcul pour le bassin A 30 (source captée du Boundoulaou) :

Le taux de dilution unitaire de $1.87 \cdot 10^{-8} \text{ l}^{-1}$ permet de calculer la concentration maximale prévisible en cas de pollution par un produit dont les caractéristiques seraient semblables au traceur utilisé. Ainsi pour 1 kg de substance déversée, les teneurs maximales attendues au captage du Boundoulaou seraient de l'ordre de $5.3 \text{ } \mu\text{g/l}$ pour des conditions hydrologiques identiques et pour 1000 kg, les teneurs maximales attendues au captage du Boundoulaou seraient de l'ordre de 5.3 mg/l .

Théoriquement sachant que les normes de potabilité sont de $0.1 \text{ } \mu\text{g/l}$ pour les molécules liées aux phytosanitaires, **il est important d'éviter le départ de plus de 19 g de produits toxiques dans le bassin pour ne pas dépasser ce seuil de manière ponctuelle.**

Un départ de 300g de produit dans le milieu entraînerait un non-respect de la norme de potabilité à la source sur une période d'environ 5 jours.

Exemple de calcul pour le bassin A 34 (source captée de l'Homède) :

Le taux de dilution unitaire de $1.65 \cdot 10^{-8} \text{ l}^{-1}$ permet de calculer la concentration maximale prévisible en cas de pollution par un produit dont les caractéristiques seraient semblables au traceur utilisé. Ainsi pour 1 kg de substance déversée, les teneurs maximales attendues au captage de l'Homède seraient de l'ordre de $6 \text{ } \mu\text{g/l}$ pour des conditions hydrologiques identiques, et pour 1000 kg, les teneurs maximales attendues au captage du Boundoulaou seraient de l'ordre de 6 mg/l .

Théoriquement sachant que les normes de potabilité sont de $0.1 \text{ } \mu\text{g/l}$ pour les molécules liées aux phytosanitaires, **il est important d'éviter le départ de plus de 17 g de produits toxiques dans le bassin pour ne pas dépasser ce seuil de manière ponctuelle.**

Un départ de 1000g de produit dans le milieu entraînerait un non-respect de la norme de potabilité à la source sur une période d'environ 5 jours.

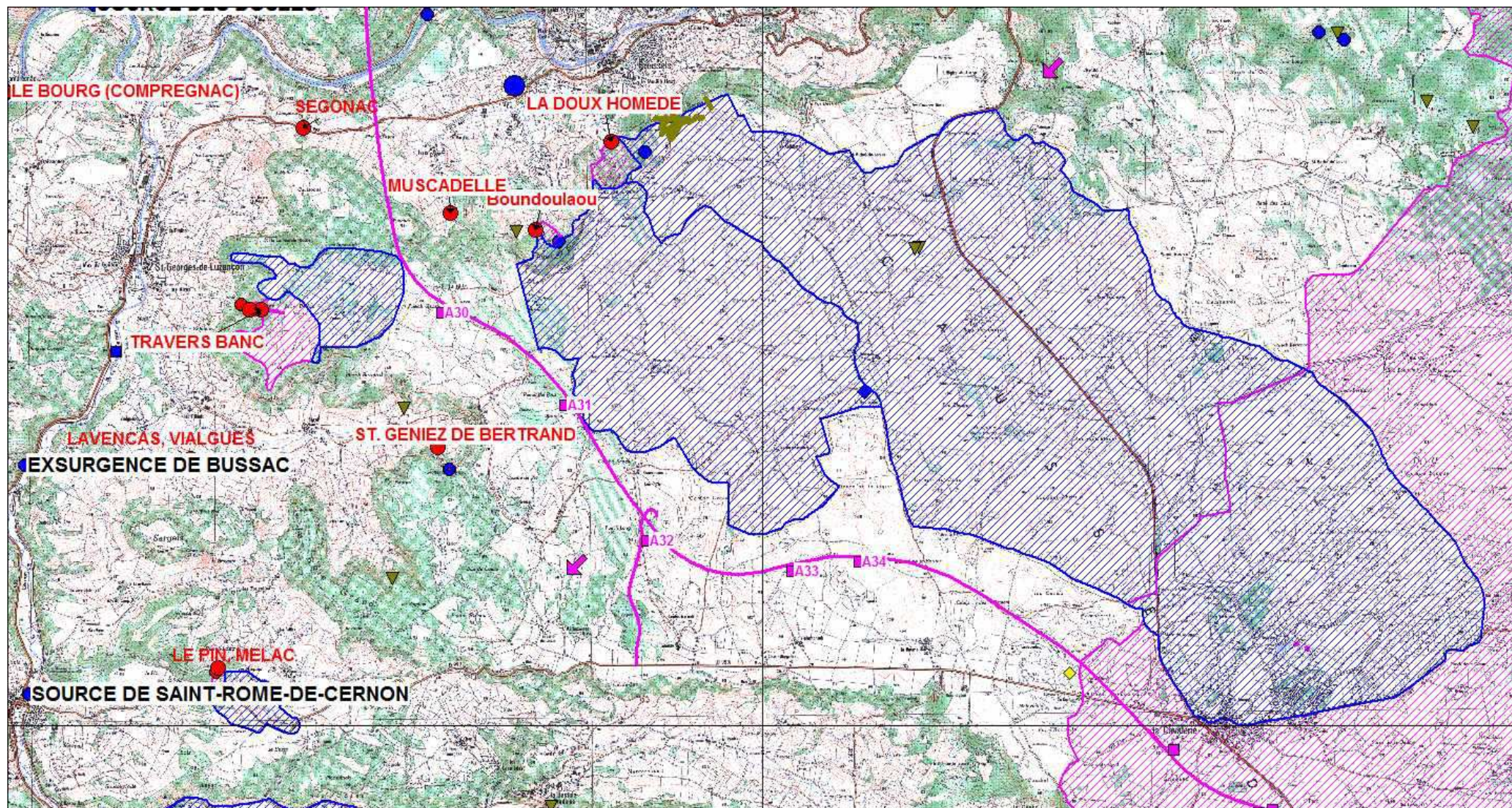
Les pollutogrammes réalisés nous permettent donc d'anticiper les concentrations et les durées critiques d'éventuelles pollutions sur les sources captées en aval. Ces analyses ne sont valables que pour des conditions hydrologiques équivalentes, à savoir de hautes eaux. Les périodes de hautes eaux sont les plus défavorables en termes de temps de transfert des polluants, lors d'une gestion de crise. Mais les taux de dilution sont

importants. Pour une gestion plus fine et afin d'avoir une vision globale du fonctionnement de l'aquifère, un traçage en basses eaux pourrait compléter à bon escient le pollutogramme existant.

5.4 Propositions de nouvelles délimitations des bassins d'alimentation de l'Homède et du Boundoulaou

1- Version actuelle

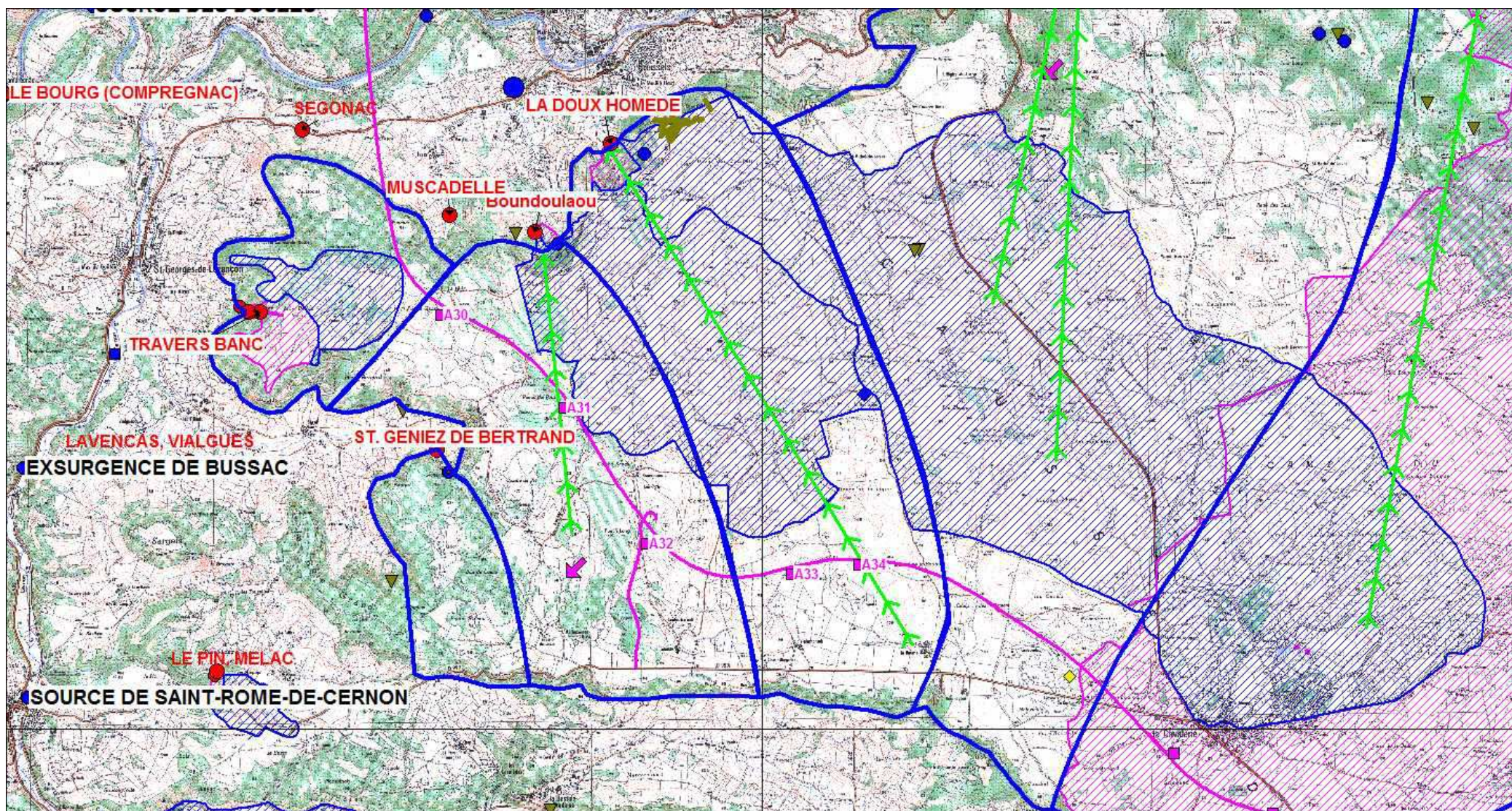
Les périmètres de protection actuels sont basés sur des éléments anciens datant des années 60. Les périmètres de protection éloignés sont complètement à revoir. Celui de l'Homède chevauche même celui de l'Espérelle dont les études récentes ont bien défini ces limites.



- 2- Version après l'étude Larzac (Connaissance, aménagement et protection des ressources en eau du Larzac septentrional en vue de l'établissement des périmètres de protection, juin 1996)

Cette étude d'envergure a permis de délimiter pour la première fois les bassins d'alimentation de toutes les sources karstiques du Larzac septentrional. Les limites des bassins du Boundoulaou et l'Homède se sont décalées vers l'Est. L'autoroute passe sur ces deux bassins.

Traçages afin de redéfinir les limites des bassins hydrogéologiques des sources captées pour l'alimentation en eau potable de l'Homède et du Boundoulaou



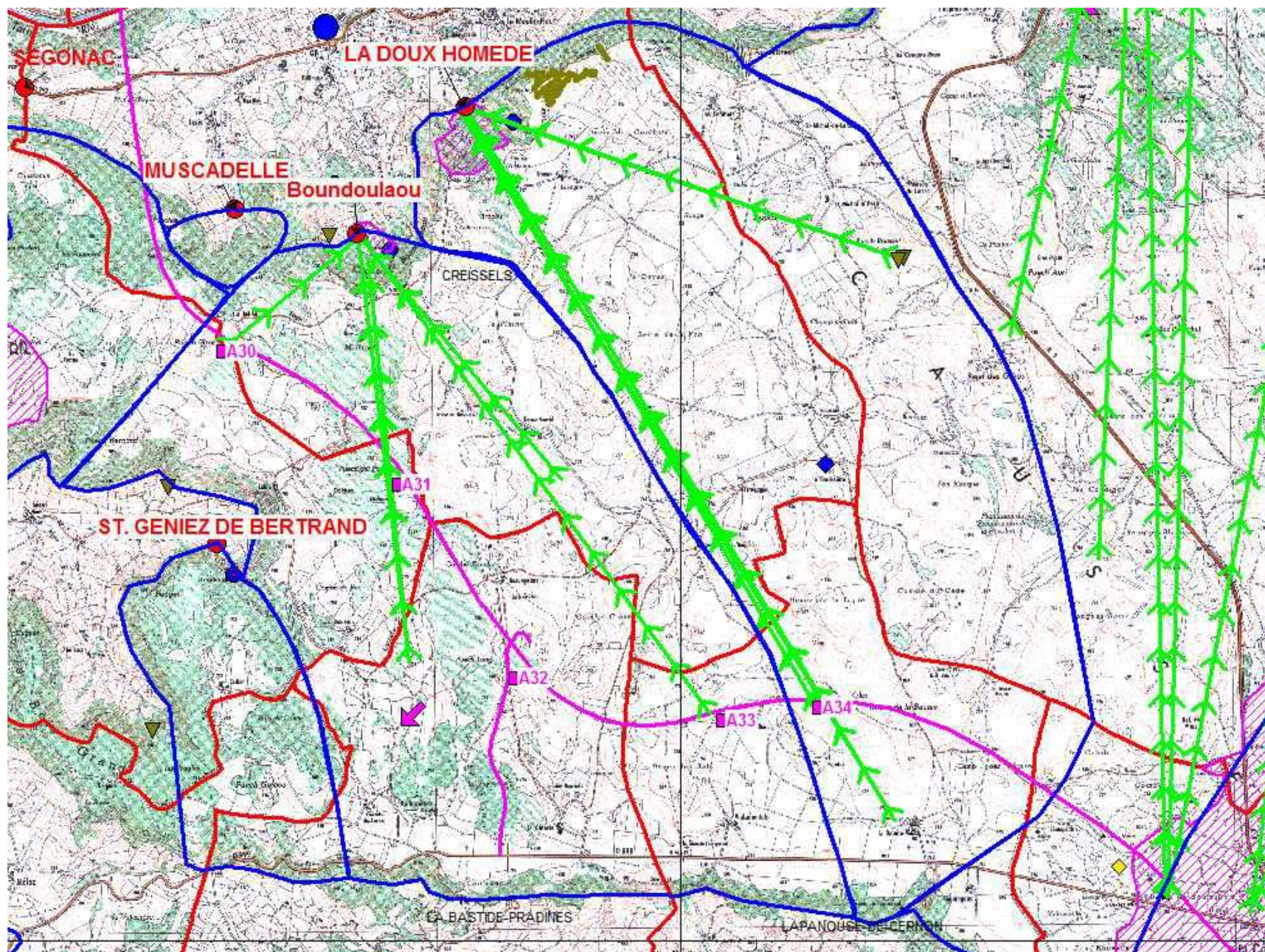
3- Version 2017

Les traçages réalisés pour la DIR et cette étude intégrant 4 nouveaux traçages ont permis de mieux appréhender ou de confirmer les limites des bassins d'alimentation des sources de l'Homède et du Boundoulaou.

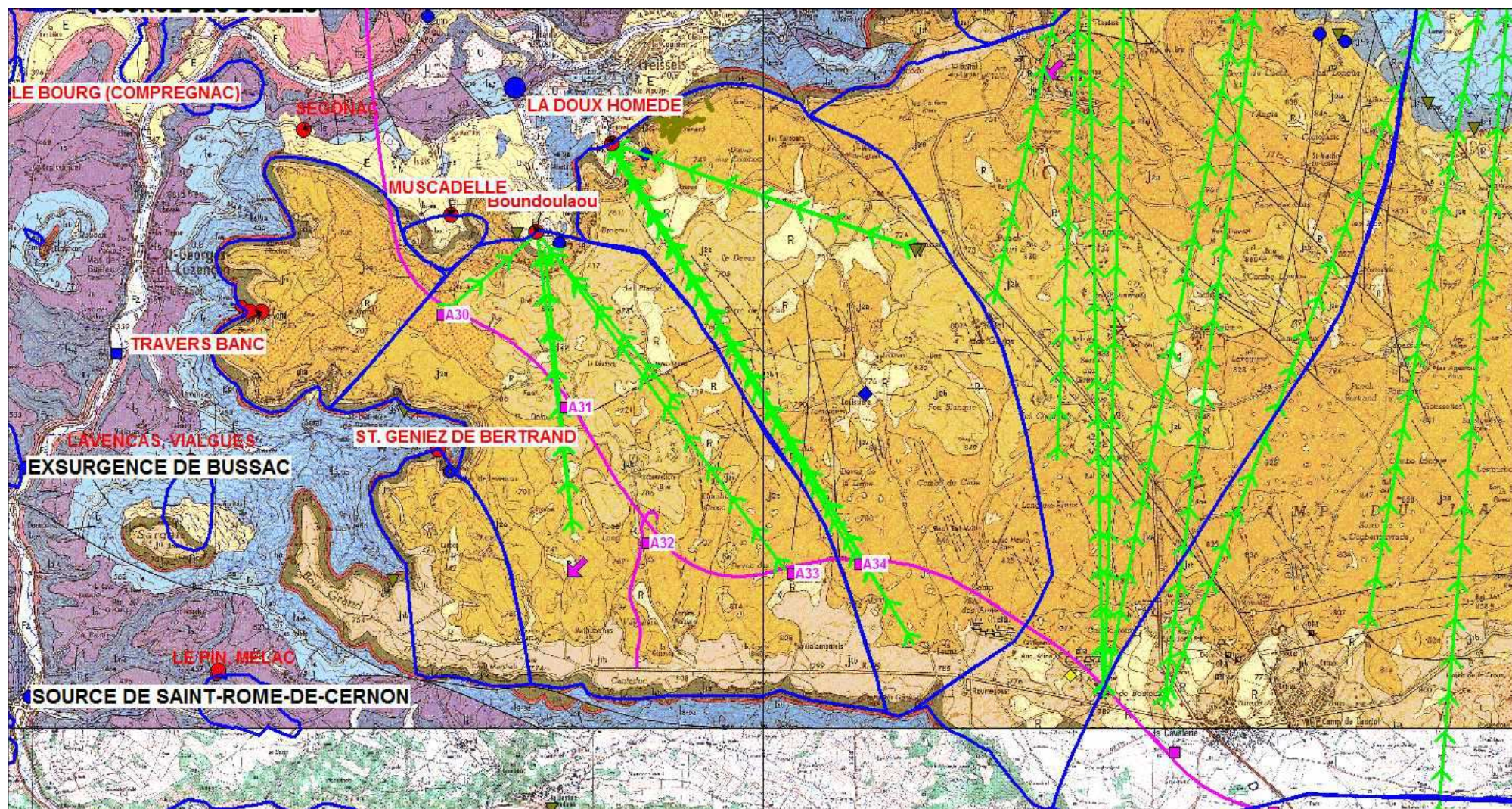
Ainsi la limite Nord-Est et Est du bassin de l'Homède est étendue vers l'Est (sur le territoire de la commune de Millau), ainsi que celle du Boundoulaou dans sa partie centrale.

Les limites ont été redéfinies en prenant en compte les bilans hydrologiques (entrée-sortie) au niveau des deux sources et en respectant les superficies établies.

Traçages afin de redéfinir les limites des bassins hydrogéologiques des sources captées pour l'alimentation en eau potable de l'Homède et du Boundoulaou



Traçages afin de redéfinir les limites des bassins hydrogéologiques des sources captées pour l'alimentation en eau potable de l'Homède et du Boundoulaou



ANNEXES I

Analyses bassin A34/Aven Terry

Traçage

Date d'injection

Point d'injection

Traceur

Masse injectée

Lieu de prélèvement

Bassin A75 n°A34

23/02/2017 14:15

bassin A34

Fluoresceine

1,5Kgs

Homède

Remarques	N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Série 1	H1-1	1	20/2/17 18:00	-4095				
	H1-2	2	20/2/17 23:00	-3795				0.000
	H1-3	3	21/2/17 4:00	-3495				0.000
	H1-4	4	21/2/17 9:00	-3195				0.000
	H1-5	5	21/2/17 14:00	-2895				0.000
	H1-6	6	21/2/17 19:00	-2595				0.000
	H1-7	7	22/2/17 0:00	-2295				0.000
	H1-8	8	22/2/17 5:00	-1995				0.000
	H1-9	9	22/2/17 10:00	-1695				0.000
	H1-10	10	22/2/17 15:00	-1395				0.000
	H1-11	11	22/2/17 20:00	-1095				0.000
	H1-12	12	23/2/17 1:00	-795				0.000
	H1-13	13	23/2/17 6:00	-495				0.000
	H1-14	14	23/2/17 11:00	-195				0.000
	H1-15	15	23/2/17 16:00	105				0.000
	H1-16	16	23/2/17 21:00	405	0.004			0.000
probleme flacon H1-17	H1-17	17	24/2/17 2:00	705	0.003	négatif	négatif	0.000
	H1-18	18	24/2/17 7:00	1005	0.020	positif faible	positif faible	0.000
	H1-M	Manuel	24/2/17 9:05	1130	4.105			4.102
Série 2	H2-1	1	24/2/17 9:30	1155	6.257			6.254
	H2-2	2	24/2/17 14:30	1455				
	H2-3	3	24/2/17 19:30	1755	6.367			6.364
	H2-4	4	25/2/17 0:30	2055				
	H2-5	5	25/2/17 5:30	2355	3.448			3.445
	H2-6	6	25/2/17 10:30	2655				
	H2-7	7	25/2/17 15:30	2955	2.015			2.012
	H2-8	8	25/2/17 20:30	3255				
	H2-9	9	26/2/17 1:30	3555	1.357			1.354
	H2-10	10	26/2/17 6:30	3855				
	H2-11	11	26/2/17 11:30	4155	1.016			1.013
	H2-12	12	26/2/17 16:30	4455				

Traçage

Date d'injection

Point d'injection

Traceur

Masse injectée

Lieu de prélèvement

Bassin A75 n°A34

23/02/2017 14:15

bassin A34

Fluoresceine

1,5Kgs

Homède

	H2-13	13	26/2/17 21:30	4755	0.845			0.842
	H2-14	14	27/2/17 2:30	5055				
	H2-15	15	27/2/17 7:30	5355	0.625			0.622
	H2-16	16	27/2/17 12:30	5655				
	H2-17	17	27/2/17 17:30	5955	0.401			0.398
	H2-18	18	27/2/17 22:30	6255				
	H2-19	19	28/2/17 3:30	6555	0.321			0.318
	H2-20	20	28/2/17 8:30	6855				
	H2-21	21	28/2/17 13:30	7155	0.201			0.198
	H2-22	22	28/2/17 18:30	7455				
	H2-23	23	28/2/17 23:30	7755	0.072			0.069
	H2-24	24	1/3/17 4:30	8055				
	H2-M	Manuel	1/3/17 8:50	8315	0.040	positif	positif	0.037
Série 3	H3-1	1	5/3/17 12:00					
	H3-2	2	5/3/17 16:00					
	H3-3	3	5/3/17 20:00					
	H3-4	4	6/3/17 0:00					
	H3-5	5	6/3/17 4:00			positif	positif	
	H3-6	6	6/3/17 8:00					
	H3-7	7	6/3/17 12:00					
	H3-8	8	6/3/17 16:00					
	H3-9	9	6/3/17 20:00					
	H3-10	10	7/3/17 0:00					
	H3-11	11	7/3/17 4:00					
	H3-12	12	7/3/17 8:00					
	H3-13	13	7/3/17 12:00			positif	positif	
	H3-14	14	7/3/17 16:00					
	H3-15	15	7/3/17 20:00					
	H3-16	16	8/3/17 0:00					
	H3-17	17	8/3/17 4:00					
	H3-18	18	8/3/17 8:00					
	H3-19	19	8/3/17 12:00					
	H3-20	20	8/3/17 16:00					

Traçage

Bassin A75 n°A34
Date d'injection 23/02/2017 14:15
Point d'injection bassin A34
Traceur Fluoresceine
Masse injectée 1,5Kgs
Lieu de prélèvement **Homède**

	H3-21	21	8/3/17 20:00					
	H3-22	22	9/3/17 0:00					
	H3-23	23	9/3/17 4:00					
	H3-24	24	9/3/17 8:00			positif	positif	
	H3-M	Manuel	10/3/17 13:30					

Traçage

Date d'injection

Point d'injection

Traceur

Masse injectée

Lieu de prélèvement

Aven Terry

05/03/2017 17:45

aven terry à -100m

Sulforhodamine B

200g

Homède

Remarques	Flacon	N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Série 3		H3-1	1	5/3/17 12:00	-345				
		H3-2	2	5/3/17 16:00	-105				
		H3-3	3	5/3/17 20:00	135				
		H3-4	4	6/3/17 0:00	375	0.101	positif	positif	
		H3-5	5	6/3/17 4:00	615				
		H3-6	6	6/3/17 8:00	855	0.089	positif	positif	0.000
		H3-7	7	6/3/17 12:00	1095	2.912			2.882
		H3-8	8	6/3/17 16:00	1335	2.403			2.373
		H3-9	9	6/3/17 20:00	1575	1.063			1.033
		H3-10	10	7/3/17 0:00	1815	0.723			0.693
		H3-11	11	7/3/17 4:00	2055	0.526			0.496
		H3-12	12	7/3/17 8:00	2295	0.422			0.392
		H3-13	13	7/3/17 12:00	2535	0.394			0.364
		H3-14	14	7/3/17 16:00	2775	0.326			0.296
		H3-15	15	7/3/17 20:00	3015	0.348			0.318
		H3-16	16	8/3/17 0:00	3255				
		H3-17	17	8/3/17 4:00	3495	0.236			0.206
		H3-18	18	8/3/17 8:00	3735				
		H3-19	19	8/3/17 12:00	3975				
		H3-20	20	8/3/17 16:00	4215	0.202			0.172
		H3-21	21	8/3/17 20:00	4455				
		H3-22	22	9/3/17 0:00	4695	0.108	positif	positif	0.078
		H3-23	23	9/3/17 4:00	4935				
		H3-24	24	9/3/17 8:00	5175				
		H3-M	Manuel	10/3/17 13:30	6945				

ANNEXES II

Analyses bassin A30/ Aven Peyre Blanque

Traçage

Date d'injection 30/03/2017 13:10
Point d'injection aven Peyre Blanque
Traceur Fluoresceïne
Masse injectée 1,5 kg
Lieu de prélèvement Boundoulaou

Devez Nouvel

30/03/2017 13:10

aven Peyre Blanque

Fluoresceïne

1,5 kg

Boundoulaou

Remarques	N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Série 1	B1-1	1	30/3/17 13:00	-10				
	B1-2	2	30/3/17 15:00	110				0.000
	B1-3	3	30/3/17 17:00	230				0.000
	B1-4	4	30/3/17 19:00	350				0.000
	B1-5	5	30/3/17 21:00	470				0.000
	B1-6	6	30/3/17 23:00	590				0.000
	B1-7	7	31/3/17 1:00	710				0.000
	B1-8	8	31/3/17 3:00	830				0.000
	B1-9	9	31/3/17 5:00	950				0.000
	B1-10	10	31/3/17 7:00	1070				0.000
	B1-11	11	31/3/17 9:00	1190				0.000
	B1-12	12	31/3/17 11:00	1310				0.000
	B1-M	Manuel	31/3/17 12:10	1380				0.000
Série 2	B2-1	1	31/3/17 15:00	1550	0.020			0.000
	B2-2	2	31/3/17 18:00	1730				0.000
	B2-3	3	31/3/17 21:00	1910				0.000
	B2-4	4	1/4/17 0:00	2090				0.000
	B2-5	5	1/4/17 3:00	2270				0.000
	B2-6	6	1/4/17 6:00	2450				0.000
	B2-7	7	1/4/17 9:00	2630				0.000
	B2-8	8	1/4/17 12:00	2810				0.000
	B2-9	9	1/4/17 15:00	2990				0.000
	B2-10	10	1/4/17 18:00	3170				0.000
	B2-11	11	1/4/17 21:00	3350	0.016			0.000
	B2-12	12	2/4/17 0:00	3530	0.015	négatif	négatif	0.000
	B2-13	13	2/4/17 3:00	3710	0.078	positif	positif	0.063
	B2-14	14	2/4/17 6:00	3890	0.302			0.287
	B2-15	15	2/4/17 9:00	4070	0.742			0.727
	B2-16	16	2/4/17 12:00	4250	1.860			1.845
	B2-17	17	2/4/17 15:00	4430	4.310			4.295
	B2-18	18	2/4/17 18:00	4610	0.464			0.449

Traçage
 Date d'injection 30/03/2017 13:10
 Point d'injection aven Peyre Blaque
 Traceur Fluoresceïne
 Masse injectée 1,5 kg
 Lieu de prélèvement **Boundoulaou**

	B2-19	19	2/4/17 21:00	4790	0.072		0.057
	B2-20	20	3/4/17 0:00	4970	9.950		9.935
	B2-21	21	3/4/17 3:00	5150	5.231		5.216
	B2-22	22	3/4/17 6:00	5330	1.445		1.430
	B2-23	23	3/4/17 9:00	5510	5.046		5.031
	B2-24	24	3/4/17 12:00	5690	9.388		9.373
	B2-M	Manuel	3/4/17 12:15	5705	5.802		5.787
Série 3	B3-1	1	3/4/17 16:00	5930	3.378		3.363
	B3-2	2	3/4/17 21:00	6230	6.700		6.685
	B3-3	3	4/4/17 2:00	6530	4.746		4.731
	B3-4	4	4/4/17 7:00	6830	0.515		0.500
	B3-5	5	4/4/17 12:00	7130	4.308		4.293
	B3-6	6	4/4/17 17:00	7430	1.073		1.058
	B3-7	7	4/4/17 22:00	7730	1.010		0.995
	B3-8	8	5/4/17 3:00	8030	3.163		3.148
	B3-9	9	5/4/17 8:00	8330	1.883		1.868
	B3-10	10	5/4/17 13:00	8630	2.108		2.093
	B3-11	11	5/4/17 18:00	8930	2.470		2.455
	B3-12	12	5/4/17 23:00	9230	2.405		2.390
	B3-13	13	6/4/17 4:00	9530	2.347		2.332
	B3-14	14	6/4/17 9:00	9830	2.154		2.139
	B3-15	15	6/4/17 14:00	10130	2.003		1.988
	B3-16	16		-61667350			
	B3-17	17		-61667350			
	B3-18	18		-61667350			
	B3-19	19		-61667350			
	B3-20	20		-61667350			
	B3-21	21		-61667350			
	B3-22	22		-61667350			
	B3-23	23		-61667350			
	B3-24	24		-61667350			
	B3-M	Manuel	7/4/17 12:15	11465	1.867		1.852

Traçage A30 bassin A75
 Date d'injection 30/03/2017 14:00
 Point d'injection exutoire bassin A30
 Traceur Sulfo B
 Masse injectée 300g
 Lieu de prélèvement **Boundoulaou**

Remarques	N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C °b	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Série 1	B1-1	1	30/3/17 13:00	-60					
	B1-2	2	30/3/17 15:00	60					0.000
	B1-3	3	30/3/17 17:00	180					0.000
	B1-4	4	30/3/17 19:00	300					0.000
	B1-5	5	30/3/17 21:00	420	0.106		négatif	négatif	0.000
	B1-6	6	30/3/17 23:00	540	0.116		positif	positif	0.010
	B1-7	7	31/3/17 1:00	660	0.122				0.016
	B1-8	8	31/3/17 3:00	780	0.123				0.017
	B1-9	9	31/3/17 5:00	900	0.150				0.044
	B1-10	10	31/3/17 7:00	1020	0.228				0.122
	B1-11	11	31/3/17 9:00	1140	0.350				0.244
	B1-12	12	31/3/17 11:00	1260	0.793				0.687
	B1-M	Manuel	31/3/17 12:10	1330	1.509				1.403
Série 2	B2-1	1	31/3/17 14:00	1440	1.764				1.658
	B2-2	2	31/3/17 17:00	1620	1.625				1.519
	B2-3	3	31/3/17 20:00	1800	1.184				1.078
	B2-4	4	31/3/17 23:00	1980	0.891				0.785
	B2-5	5	1/4/17 2:00	2160	0.833				0.727
	B2-6	6	1/4/17 5:00	2340	0.869				0.763
	B2-7	7	1/4/17 8:00	2520	0.850				0.744
	B2-8	8	1/4/17 11:00	2700	0.680				0.574
	B2-9	9	1/4/17 14:00	2880	0.701				0.595
	B2-10	10	1/4/17 17:00	3060	0.607				0.501
	B2-11	11	1/4/17 20:00	3240	0.570				0.464
	B2-12	12	1/4/17 23:00	3420	0.554				0.448
	B2-13	13	2/4/17 2:00	3600	0.566				0.460
	B2-14	14	2/4/17 5:00	3780	0.539				0.433
	B2-15	15	2/4/17 8:00	3960	0.504				0.398
	B2-16	16	2/4/17 11:00	4140	0.550				0.444
	B2-17	17	2/4/17 14:00	4320	0.478				0.372
	B2-18	18	2/4/17 17:00	4500	0.468				0.362

Traçage A30 bassin A75
 Date d'injection 30/03/2017 14:00
 Point d'injection exutoire bassin A30
 Traceur Sulfo B
 Masse injectée 300g
 Lieu de prélèvement **Boundoulaou**

	B2-19	19	2/4/17 20:00	4680	0.450			0.344
	B2-20	20	2/4/17 23:00	4860	0.481			0.375
	B2-21	21	3/4/17 2:00	5040	0.319			0.213
	B2-22	22	3/4/17 5:00	5220				
	B2-23	23	3/4/17 8:00	5400	0.265			0.159
	B2-24	24	3/4/17 11:00	5580				
	B2-M	Manuel	3/4/17 12:15	5655	0.288			0.182
Série 3	B3-1	1	3/4/17 16:00	5880				
	B3-2	2	3/4/17 21:00	6180	0.323			0.217
	B3-3	3	4/4/17 2:00	6480				
	B3-4	4	4/4/17 7:00	6780				
	B3-5	5	4/4/17 12:00	7080	0.225			0.119
	B3-6	6	4/4/17 17:00	7380				
	B3-7	7	4/4/17 22:00	7680				
	B3-8	8	5/4/17 3:00	7980				
	B3-9	9	5/4/17 8:00	8280				
	B3-10	10	5/4/17 13:00	8580	0.158			0.052
	B3-11	11	5/4/17 18:00	8880				
	B3-12	12	5/4/17 23:00	9180	0.164			0.058
	B3-13	13	6/4/17 4:00	9480				
	B3-14	14	6/4/17 9:00	9780	0.169			0.063
	B3-15	15	6/4/17 14:00	10080				
	B3-16	16	6/4/17 19:00	10380				
	B3-17	17	7/4/17 0:00	10680				
	B3-18	18	7/4/17 5:00	10980				
	B3-19	19						
	B3-20	20						
	B3-21	21						
	B3-22	22						
	B3-23	23						
	B3-24	24						
	B3-M	Manuel	7/4/17 12:15	11415	0.141	positif très faible	positif très faible	0.035

ANNEXES II

Fiche de Synthèse des traçages

Fiche Récapitulative traçage *Bassin A30*

Généralités

Nom de l'essai : T_A30

But de l'essai : Délimité les bassins d'alimentation des sources de Travers Banc et Boundoulaou et définir un pollutogramme derrière le bassin d'infiltration des eaux de pluie n°A30 de l'autoroute A75.

Description du site d'injection

Lieu d'injection : Bassin A30

Coordonnées (Lambert93) X : 702625.515 Y : 6328663.200 Z : 710m

Distance apparente point de restitution estimée : source du Boundoulaou – 1.8Km

Description du lieu d'injection : à la sortie du bassin de décantation A30, infiltration dans des tranchées

Injection dans : tranchées d'infiltrations du bassin A30

Type d'aquifère : Karstique

Caractérisation de l'injection du traceur

Remise en eau avant injection : **oui**; si oui Heure, de : 13h50 à 14h00 volume : 5 m3

Type de Traceur : Sulforhodamine B Quantité injectée : **0.300Kg** en solution dans l'eau (base poudre)

Injection du traceur : Date : **30/03/2017** Heure : **14h Tu**

Remise en eau après injection : **oui** ; si oui Heure, de : 14h00 volume : 830m3 environ
Hauteur échelle 1.46m

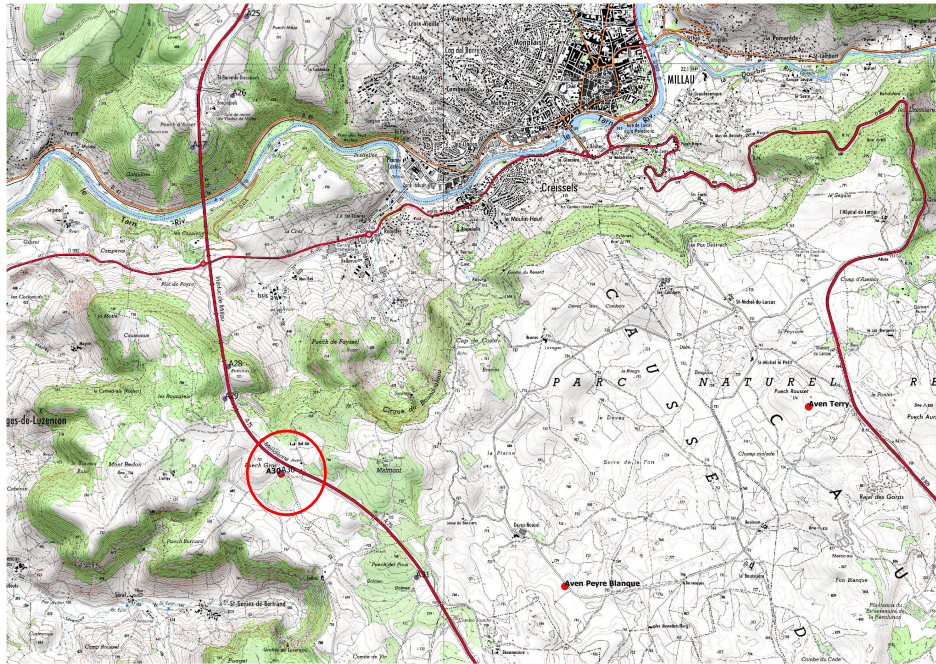
Point de suivis

Nombre de point de suivis : 4

Préleveurs

Nom	X	Y	Z	Suivis Q	Fluorimètre
Homède	704843.879	6330885.614	510	oui	non
Boudoulaou	704167.800	6329626.104		oui	oui
Travers Banc					
Muscadelle					

Plan de situation :



Photos



Caractérisation de la restitution du traceur

Source : Boundoulaou

Observation **visuelle** du traceur : **non**

si oui Date et Heure :

Nom de l'observateur/organisme :

Observation au **Fluorimètre** du traceur : **oui**

Type de Traceur : Sulfo B

si oui Date et Heure de début : 31/03/2017 08 :51

Date et Heure de fin : 03/04/2017 11 :00

Concentration max : le 31/03/2017 15 :31 à 2.69ppb

Observation en **Laboratoire** du traceur : **Oui**

Laboratoire d'analyse : CETRAHE

Type de traceurs : Sulfo B

Spectre Emission/Excitation positif : **oui**

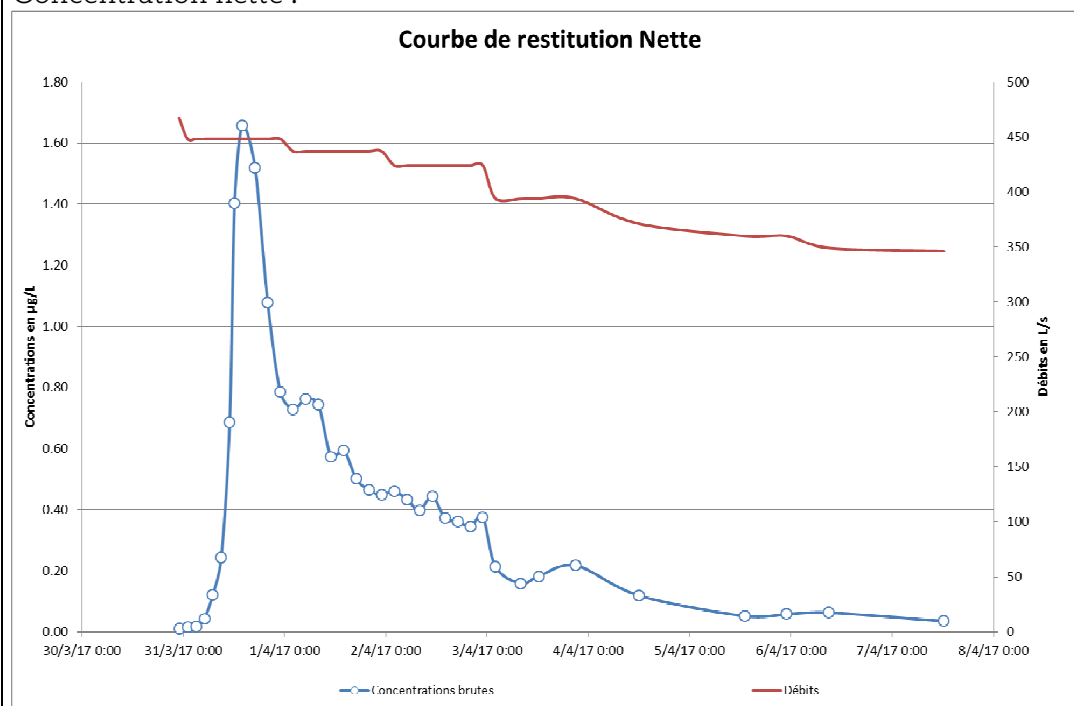
Date et Heure de début : 30/03/2017 23 :00

Date et Heure de fin : 07/04/2017 12 :15

Concentration max : le 31/03/2017 14 :00 1.658ppb

Graphe restitution

Concentration nette :



DTS :

Traçage depuis Bassin A30

Restitution à Source du Boundoulaou

Injection de 0.3 Kg de Sulforhodamine B le 30/3/2017 à 14 heure 0 minutes

Description de la courbe de restitution

Début de la restitution le 30/3/2017 à 23 heure 0 minutes

Fin de la restitution le 7/4/2017 à 12 heure 15 minutes

Durée de la restitution : 181.25 heures

Temps minimum de transit : 9 heures

Vitesse maximale de transit : 200 m/h

Temps modal de transit : 24 heures

Vitesse modale de transit : 75 m/h

Maximum de la restitution unitaire : 0,06E-09 L-1

Carcatéristiques de la DTS

Temps moyen de séjour : 56.04 heures

Vitesse apparente de transit : 32.12 m/h

Vitesse moyenne de transit : 44.42 m/h

Volume de traceur restitué : 0.082 Kg

Bilan de restitution : 27.28 %

Maximum de la DTS : 0,09E-06 s-1

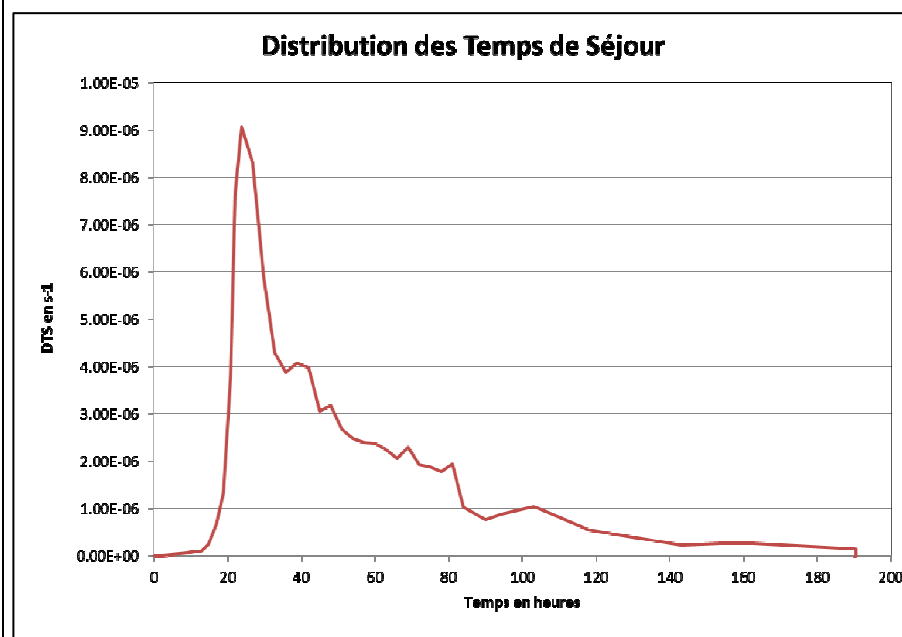
Volumes carcatéristiques

Volume avant restitution : 15131 m3

Volume pendant restitution : 273155 m3

Volume de Allen : 90206 m3

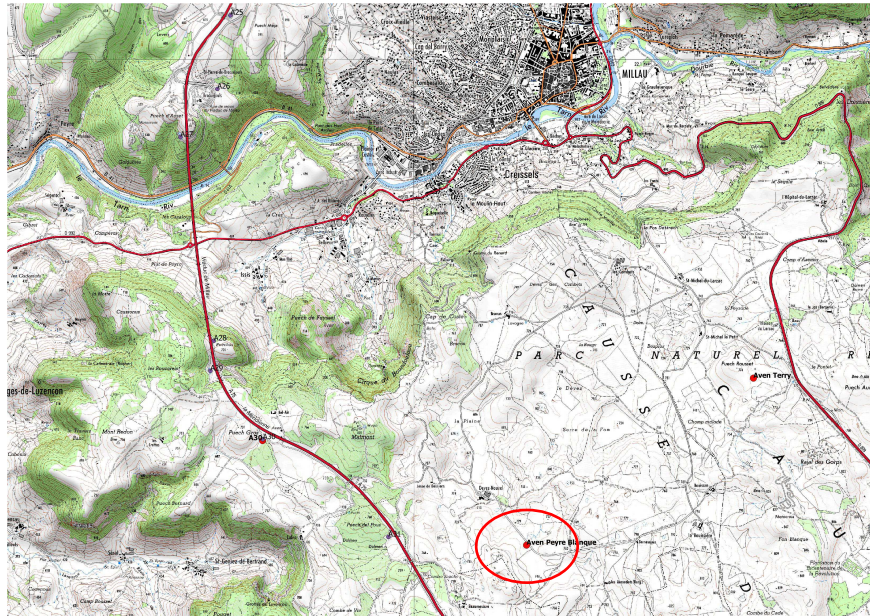
Section de Allen : 50.11 m2



Fiche Récapitulative traçage *Devez Nouvel*

Généralités																								
<p>Nom de l'essai : T_Devez Nouvel</p> <p>But de l'essai : Délimité les bassins d'alimentation des sources de Travers Banc et Boundoulaou et définir un pollutogramme.</p>																								
Description du site d'injection																								
<p>Lieu d'injection : Aven Peyre Blanque</p> <p>Coordonnées (Lambert93) X : 705945.623 Y : 6327358.272 Z : 735m</p> <p>Distance apparente point de restitution estimée : source de l'Homède - 3.6Km</p> <p>Description du lieu d'injection : Aven dans une zone basse, trace d'écoulement convergent.</p> <p>Type d'aquifère : Karstique</p>																								
Caractérisation de l'injection du traceur																								
<p>Remise en eau avant injection : oui; si oui Heure, de : 13h à 13h10 volume : 4m3</p> <p>Type de Traceur : Fluo Quantité injectée : 1.5Kg en solution dans l'eau</p> <p><i>Injection du traceur</i> : Date : 30/03/2017 Heure : 13h10 Tu</p> <p>Remise en eau après injection : oui ;si oui Heure, de : 13h00 à 17h00 volume : 20m3 envi</p>																								
Point de suivis																								
<p>Nombre de point de suivis : 4</p> <p>Préleveurs</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Nom</th> <th style="width: 15%;">X</th> <th style="width: 15%;">Y</th> <th style="width: 15%;">Z</th> <th style="width: 15%;">Suivis Q</th> <th style="width: 15%;">Fluorimètre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Homède</td> <td>704843.879</td> <td>6330885.614</td> <td>510</td> <td>oui</td> <td>non</td> </tr> <tr> <td>Boudoulaou</td> <td>704167.800</td> <td>6329626.104</td> <td></td> <td>oui</td> <td>oui</td> </tr> </tbody> </table>							Nom	X	Y	Z	Suivis Q	Fluorimètre	Homède	704843.879	6330885.614	510	oui	non	Boudoulaou	704167.800	6329626.104		oui	oui
Nom	X	Y	Z	Suivis Q	Fluorimètre																			
Homède	704843.879	6330885.614	510	oui	non																			
Boudoulaou	704167.800	6329626.104		oui	oui																			

Plan de situation :



Photos



Caractérisation de la restitution du traceur

Source : Boundoulaou

Observation **visuelle** du traceur : **oui**

si oui Date et Heure : lundi 03/04/2017 12 :15

Nom de l'observateur/organisme : Christophe Apolit/PNRGC

Observation au **Fluorimètre** du traceur : **oui**

Type de Traceur : Fluo

si oui Date et Heure de début : 02/04/2017 02 :00

Date et Heure de fin : 19/04/2017 08 :30

Concentration max : le 03/04/2017 03 :30 à 6.07ppb

Observation en **Laboratoire** du traceur : Oui

Laboratoire d'analyse : CETRAHE

Type de traceurs : Fluo

Spectre Emission/Excitation positif : **oui**

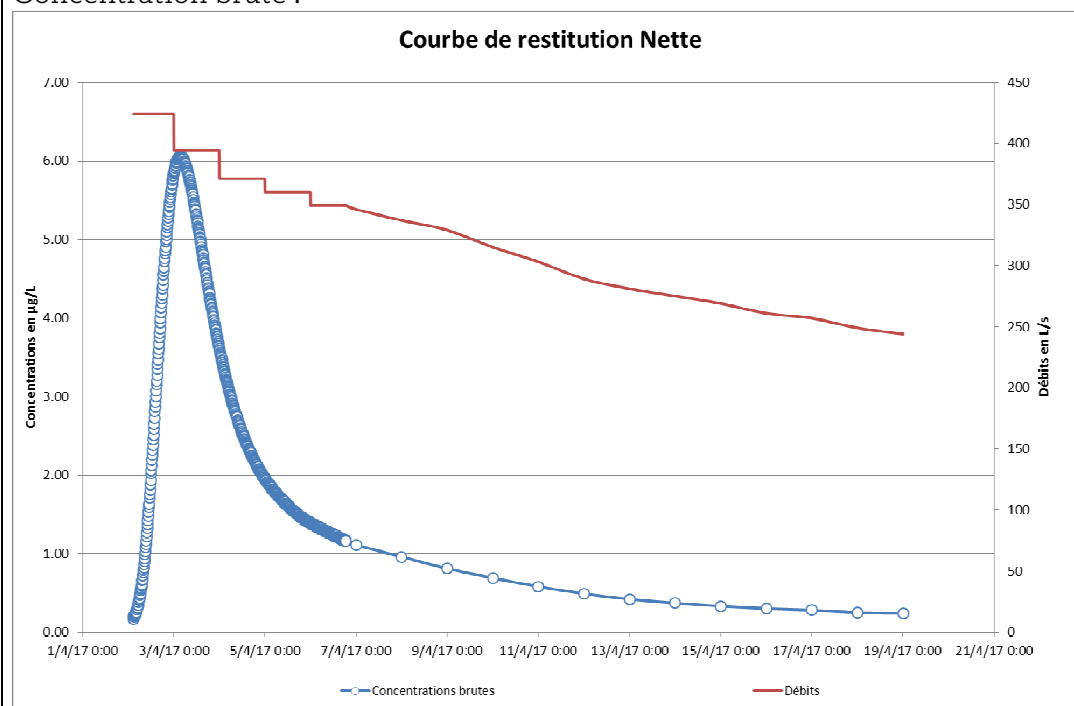
Date et Heure de début : 02/04/2017 03 :00

Date et Heure de fin :

Concentration max : le 03/04/2017 00 :00 à 9.935ppb

Graphe restitution

Concentration brute :



DTS :

Traçage depuis Devez Nouvel
Restitution à Source du Boundoulaou
Injection de 1.5 Kg de Uranine le 30/3/2017 à 13 heure 10 minutes

Description de la courbe de restitution

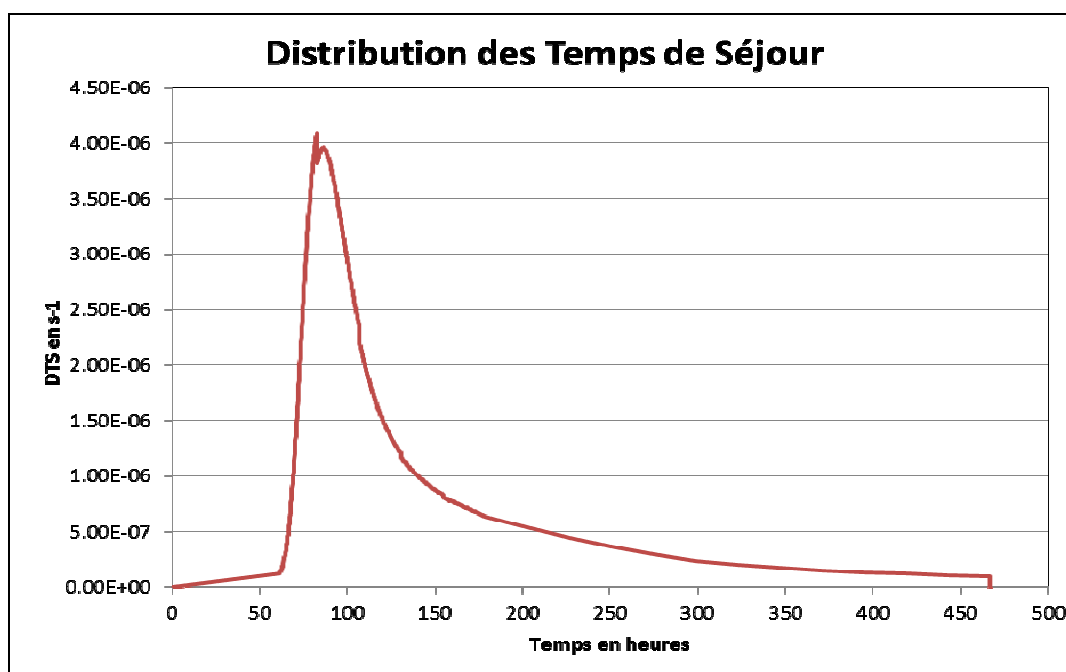
Début de la restitution le 2/4/2017 à 2 heure 41 minutes
Fin de la restitution le 19/4/2017 à 0 heure 4 minutes
Durée de la restitution : 405.38 heures
Temps minimum de transit : 61.52 heures
Vitesse maximale de transit : 47.14 m/h
Temps modal de transit : 86.36 heures
Vitesse modale de transit : 33.58 m/h
Maximum de la restitution unitaire : 0,04E-09 L-1

Carcatéristiques de la DTS

Temps moyen de séjour : 151.21 heures
Vitesse apparente de transit : 19.18 m/h
Vitesse moyenne de transit : 24.42 m/h
Volume de traceur restitué : 0.604 Kg
Bilan de restitution : 40.27 %
Maximum de la DTS : 0,04E-06 s-1

Volumes carcatéristiques

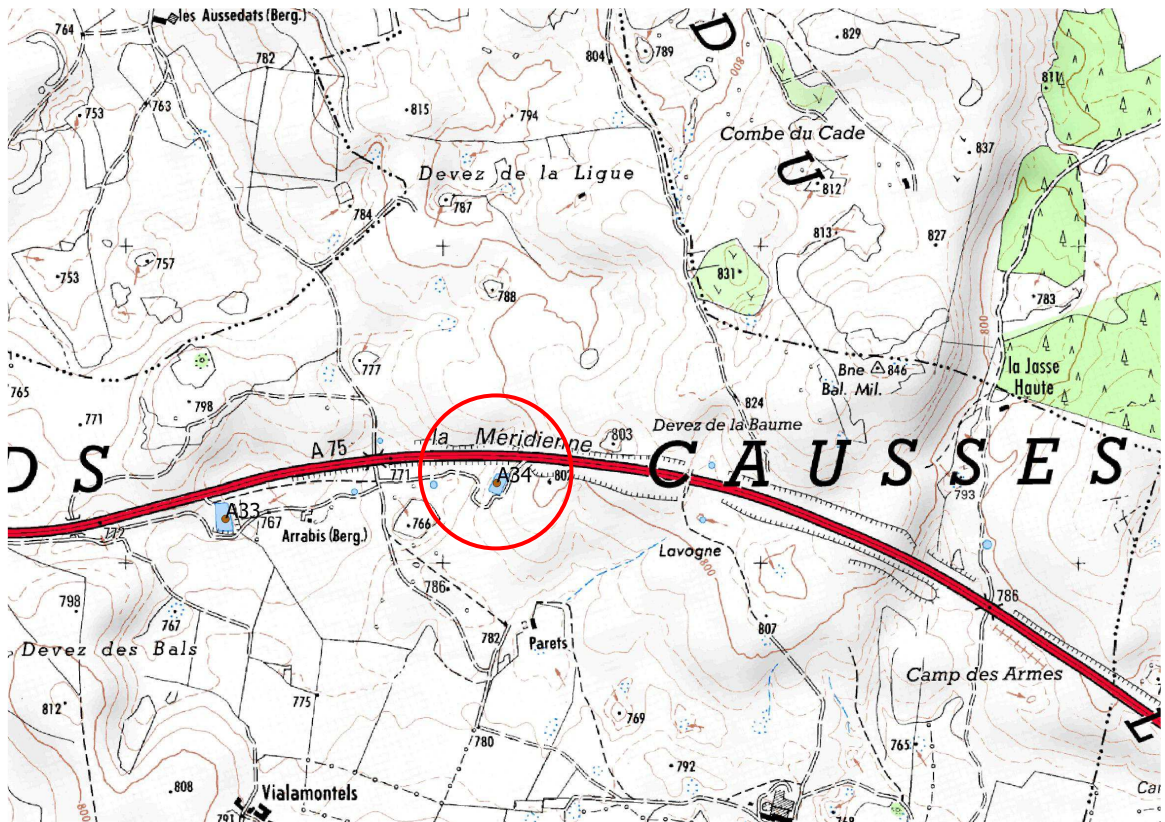
Volume avant restitution : 93908 m3
Volume pendant restitution : 552768 m3
Volume de Allen : 218930 m3
Section de Allen : 75.49 m2



Fiche Récapitulative traçage *Bassin A34*

Généralités																																				
<p>Nom de l'essai : T_A34</p> <p>But de l'essai : Délimiter les bassins d'alimentations des sources de l'Homède et du Boundoulaou et définir un pollutogramme derrière le bassin d'infiltration des eaux de pluie n°A34 de l'autoroute A75.</p>																																				
Description du site d'injection																																				
<p>Lieu d'injection : Bassin A34</p> <p>Coordonnées (Lambert93) X : 707989.6 Y : 6325418.2 Z : 775m</p> <p>Distance apparente point de restitution estimée : source de l'Homède - 6.3Km</p> <p>Description du lieu d'injection : à la sortie du bassin de décantation A34, infiltration dans des tranchées</p> <p>Injection dans : tranchées d'infiltrations du bassin A34</p> <p>Type d'aquifère : Karstique</p>																																				
Caractérisation de l'injection du traceur																																				
<p>Remise en eau avant injection : oui; si oui Heure, de : 13h30 à 14h10 volume :</p> <p>Type de Traceur : Fluo Quantité injectée : 1.5Kg en solution dans l'eau</p> <p>Injection du traceur : Date : 22/02/2017 Heure : 14h15 Tu</p> <p>Remise en eau après injection : oui ;si oui Heure : 14h15 volume : 700m3 environ</p>																																				
Point de suivis																																				
<p>Nombre de point de suivis : 4</p> <p>Préleveurs</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Nom</th> <th style="width: 15%;">X</th> <th style="width: 15%;">Y</th> <th style="width: 15%;">Z</th> <th style="width: 15%;">Suivis Q</th> <th style="width: 15%;">Fluorimètre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Homède</td> <td>704843.879</td> <td>6330885.614</td> <td>510</td> <td>oui</td> <td>Oui</td> </tr> <tr> <td>Boudoulaou</td> <td>704167.800</td> <td>6329626.104</td> <td></td> <td>oui</td> <td>non</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>							Nom	X	Y	Z	Suivis Q	Fluorimètre	Homède	704843.879	6330885.614	510	oui	Oui	Boudoulaou	704167.800	6329626.104		oui	non												
Nom	X	Y	Z	Suivis Q	Fluorimètre																															
Homède	704843.879	6330885.614	510	oui	Oui																															
Boudoulaou	704167.800	6329626.104		oui	non																															

Plan de situation :



Photos



Caractérisation de la restitution du traceur

Source : *Homède*

Observation *visuelle* du traceur : *Oui*

si oui Date et Heure : Vendredi 24/02/2017 10h00 Tu

Nom de l'observateur : Alexandre GREFFIER/ Christophe APOLIT

Observation au *Fluorimètre* du traceur : *Oui*

Type de Traceur : Fluo

si oui Date et Heure de début : 24/02/2017 02 :30 Tu

Date et Heure de fin : 01/03/2017

Concentration max : 9.1ppb le 24/02/2017 13 :10 Tu

Observation en *Laboratoire* du traceur : *Oui*

Laboratoire d'analyse : CETRAHE

Type de traceurs : Fluo

Spectre Emission/Exitation positif : oui

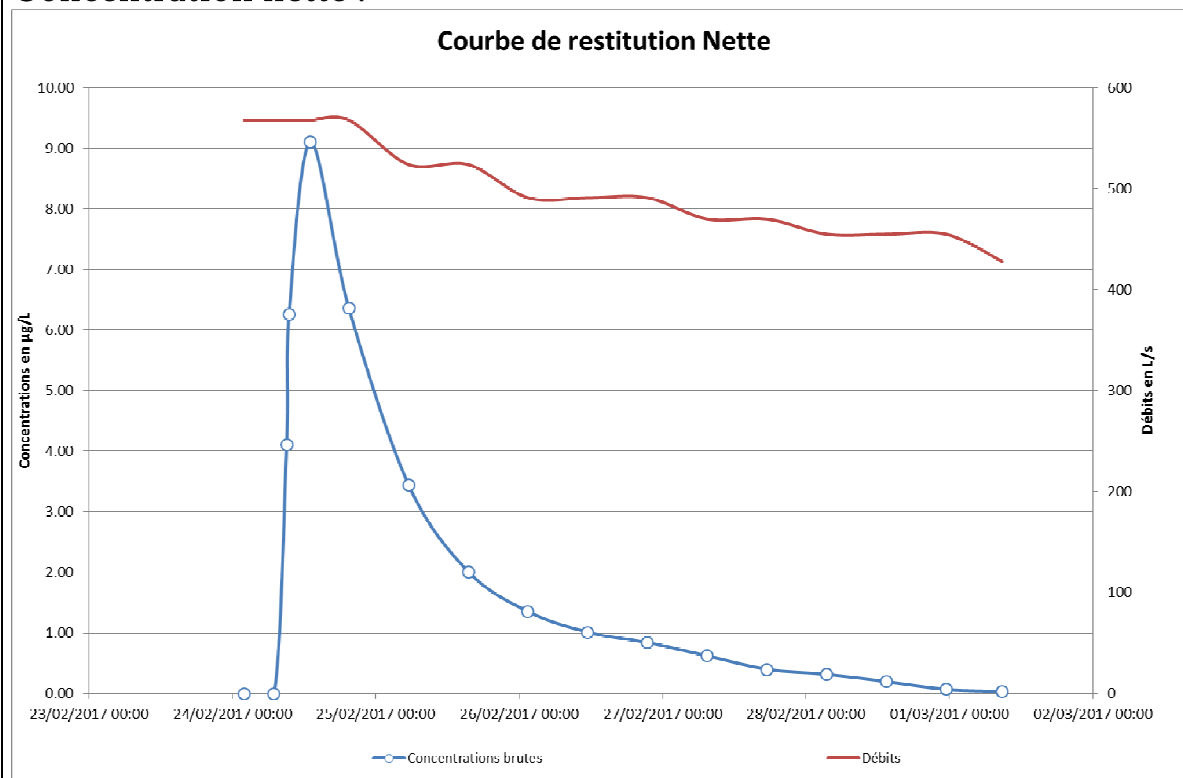
Date et Heure de début : 24/02/2017 07 :00

Date et Heure de fin : 09/03/2017 08 :00

Concentration max : 6.36ppb le 24/02/2017 19 :30

Graphe restitution

Concentration nette :



DTS :

Traçage depuis Bassin A34

Restitution à Source de l'Homède

Injection de 1.5 Kg de Uranine le 23/2/2017 à 14 heure 15 minutes

Description de la courbe de restitution

Début de la restitution le 24/2/2017 à 7 heure 0 minutes

Fin de la restitution le 1/3/2017 à 8 heure 50 minutes

Durée de la restitution : 121.83 heures

Temps minimum de transit : 16.75 heures

Vitesse maximale de transit : 376.12 m/h

Temps modal de transit : 22.83 heures

Vitesse modale de transit : 275.91 m/h

Maximum de la restitution unitaire : 0,06E-09 L-1

Caractéristiques de la DTS

Temps moyen de séjour : 40.07 heures

Vitesse apparente de transit : 157.21 m/h

Vitesse moyenne de transit : 196.16 m/h

Volume de traceur restitué : 0.423 Kg

Bilan de restitution : 28.18 %

Maximum de la DTS : 0,12E-06 s-1

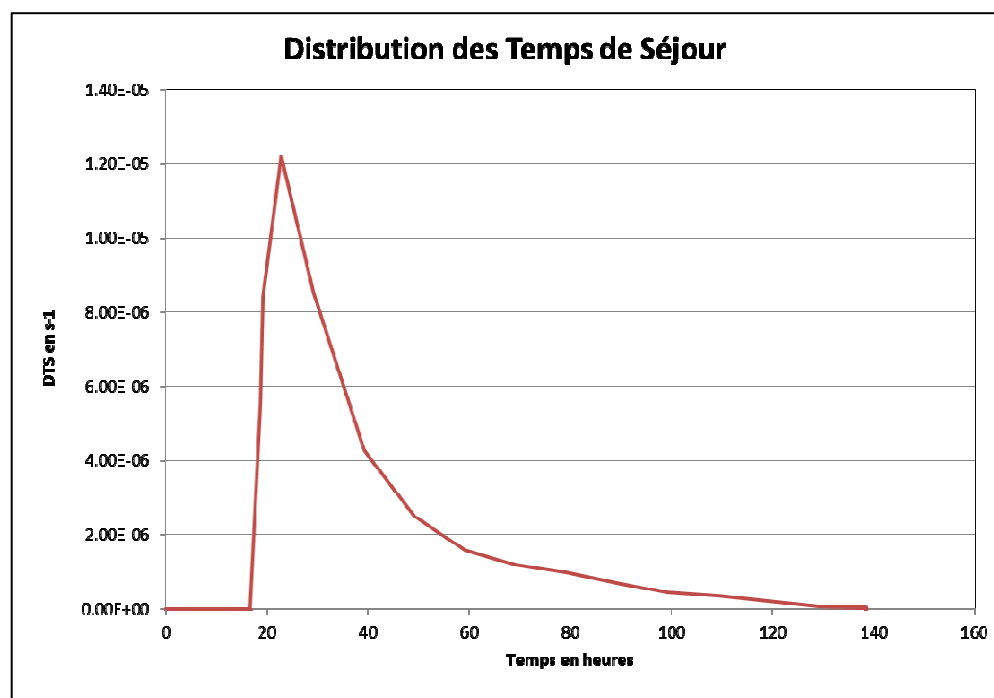
Volumes caractéristiques :

Volume avant restitution : 34250 m3

Volume pendant restitution : 216164 m3

Volume de Allen : 81023 m3

Section de Allen : 12.86 m2



Fiche Récapitulative traçage Aven Terry

Généralités

Nom de l'essai : T_Aven du Terry

But de l'essai : Délimiter les bassins d'alimentation des sources de l'Homède et Riou Ferrand, et définir les paramètres hydrodynamiques du Karst.

Description du site d'injection

Lieu d'injection : Aven Terry

Coordonnées (Lambert93) X : 708740.724 Y : 6329445.61 Z : 760m surface (650m point injection)

Distance apparente point de restitution estimée : Homède 4.1Km

Description du lieu d'injection : Injection directement dans le drain, dans un écoulement au fond de l'Aven du Terry, profondeur -110m

Injection dans : Aven

Type d'aquifère : Karst

Débit du point d'injection : quelques L/s

Caractérisation de l'injection du traceur

Remise en eau avant injection : oui car écoulement permanent dans le réseau

Type de Traceur : Sulfo B

Quantité injectée : 0.2 Kg en poudre

Injection du traceur : Date : 05/03/2017 17h45 Tu

Remise en eau après injection : oui

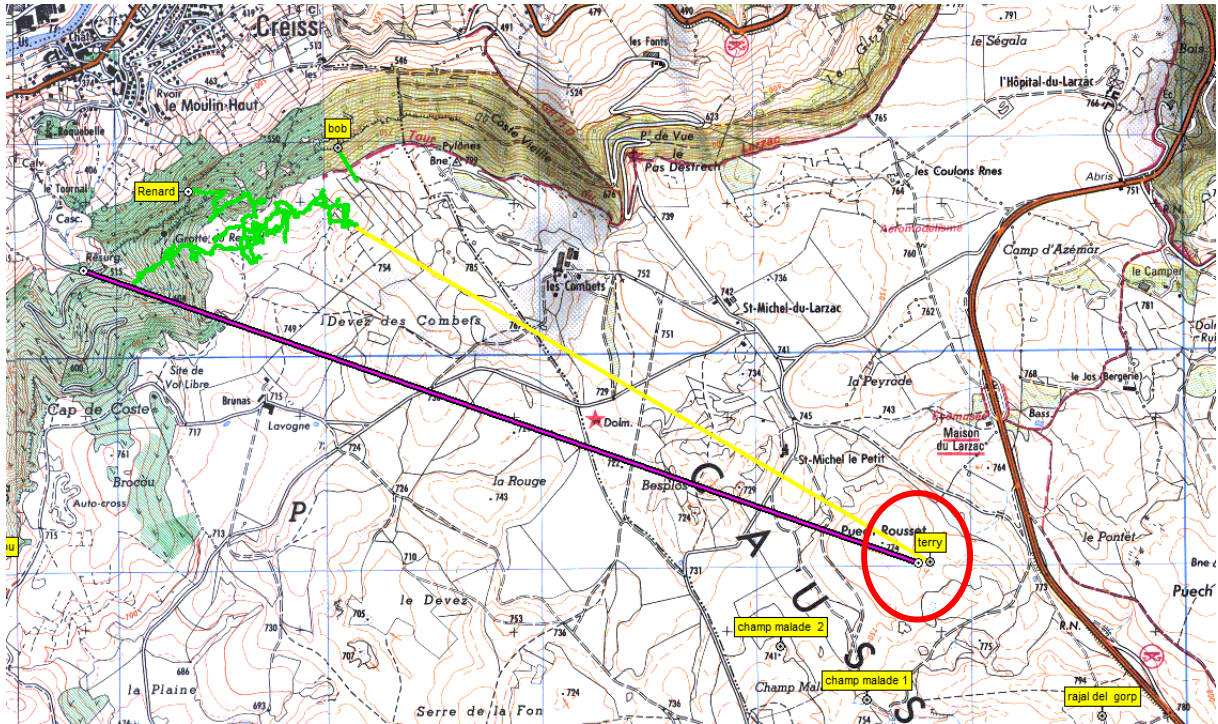
Point de suivis

Nombre de point de suivis : 4

Préleveurs

Nom	X	Y	Z	Suivis Q	Fluorimètre
Homède	704843.879	6330885.614	510	oui	Oui
Boudoulaou	704167.800	6329626.104			
Riou Ferrant Amont					
Riou Ferrant Aval					

Plan de situation :



Photos



Caractérisation de la restitution du traceur

Source : **Homède**

Observation **visuelle** du traceur : **non**

si oui Date et Heure

Nom de l'observateur :

Observation au **Fluorimètre** du traceur : **oui**

Type de Traceur : Sulforhodamine B

si oui Date et Heure de début : 06/03/2017 09 :40 Tu

Date et Heure de fin : 08/03/2017 12 :59 Tu

Concentration max : 5.8 ppb

Observation en **Laboratoire** du traceur : **oui**

Laboratoire d'analyse : CETRAHE

Type de traceurs : Sulforhodamine B

Spectre Emission/Excitation positif : oui

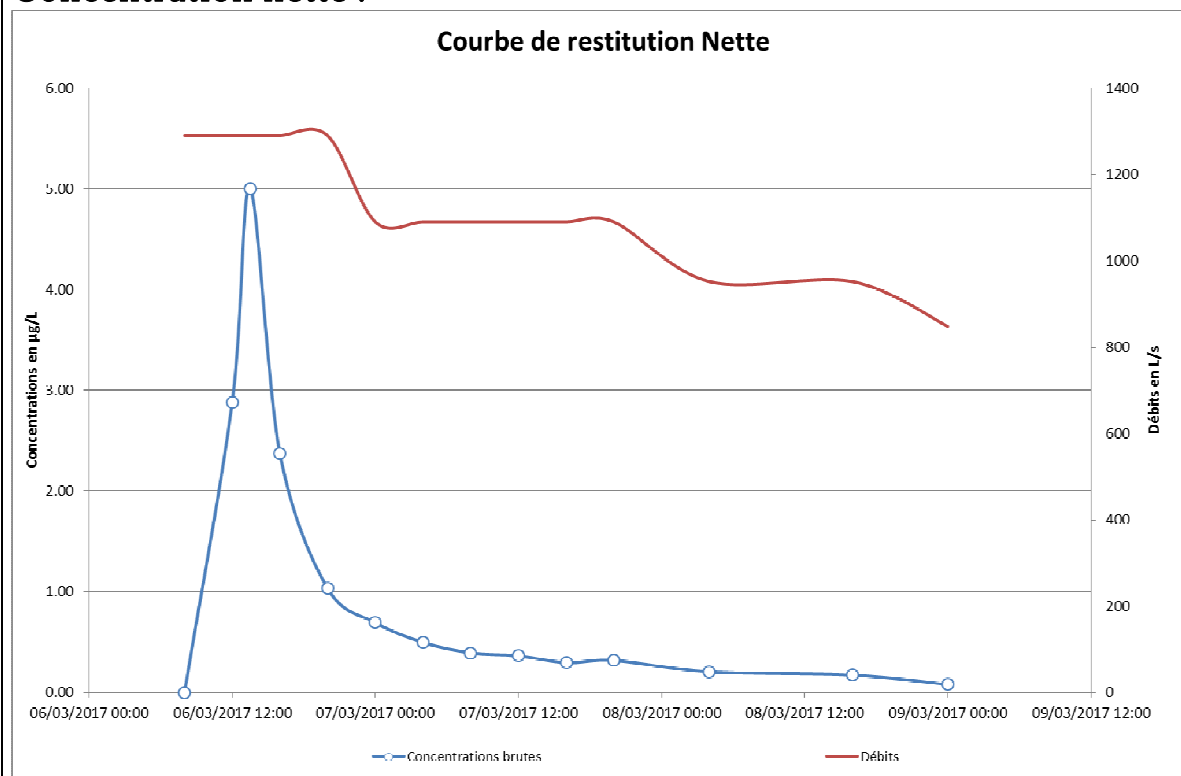
Date et Heure de début : 06/03/2017 12 :00

Date et Heure de fin :

Concentration max : 2.8ppb le 06/03/2017 12 :00Tu

Graphe restitution

Concentration nette :



DTS :

Traçage depuis Aven Terry

Restitution à Source de l'Homède

Injection de 0.2 Kg de Sulforhodamine B le 5/3/2017 à 17 heure 45 minutes

Description de la courbe de restitution

Début de la restitution le 6/3/2017 à 12 heure

Fin de la restitution le 9/3/2017 à 0

Durée de la restitution : 60 heures

Temps minimum de transit : 18.25 heures

Vitesse maximale de transit : 224.66 m/h

Temps modal de transit : 19.75 heures

Vitesse modale de transit : 207.59 m/h

Maximum de la restitution unitaire : $0,25E-09$ L-1

Carcatéristiques de la DTS

Temps moyen de séjour : 27.99 heures

Vitesse apparente de transit : 146.49 m/h

Vitesse moyenne de transit : 169.6 m/h

Volume de traceur restitué : 0.195 Kg

Bilan de restitution : 97.41 %

Maximum de la DTS : $0,33E-06$ s-1

Volumes carcatéristiques :

Volume avant restitution : 84753 m³

Volume pendant restitution : 247795 m³

Volume de Allen : 129349 m³

Section de Allen : 31.55 m²

