



Gestion du risque pour la santé publique
Réalisation de traçages en aval des
bassins de décantation de l'A75 : A29, A31,
A32 et A36
situés sur des périmètres de protection de
sources captées pour l'alimentation en eau
potable

Causse du Larzac
Secteur Nord

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

Juillet 2023



Direction interdépartementale
des routes Massif Central

Sommaire

1.	Contexte général	3
2.	Protocole et réalisation des opérations de traçage	4
2.1.	Repérage et sélection des points d'injections	4
2.2.	Sélection des points de suivi.....	8
2.3.	Sélection des traceurs et modalité d'injection	8
3.	Injections et suivi de la restitution	10
3.1.	Injections	10
3.1.1.	Condition hydrologique	10
3.1.2.	Bassin A 29.....	10
3.1.3.	Bassin A 31.....	11
3.1.4.	Bassin A 32.....	12
3.1.5.	Bassin A 36.....	13
3.2.	Suivi de la restitution	15
3.3.	Analyses.....	16
4.	Restitutions et interprétations	16
4.1.	Traçage bassin A29	16
4.2.	Traçage Bassin A31	16
4.2.1.	Source du Boundoulaou.....	16
4.2.2.	Synthèse restitution A31.....	20
4.3.	Traçage bassin A 32	21
4.3.1.	Source du Boundoulaou.....	21
4.3.2.	Synthèse restitution A32.....	24
4.4.	Traçage bassin A 36	25
4.4.1.	Source de Riou Ferrant Aval.....	25
4.4.2.	Source de Riou Ferrant Amont	25
4.4.3.	Source du Moulin de Laumet.....	26
4.4.4.	Source de l'Espérelle.....	27
4.4.5.	Interprétation traçage bassin A36	28
4.4.6.	Synthèse restitution A36.....	32
5.	Conclusions.....	33
5.1	Limites des bassins d'alimentation	33
5.2	Éléments hydrogéologiques, bilan et perspectives	33
ANNEXES I	36
ANNEXES II	44

Liste des figures

Figure 1 - Territoire de l'étude et localisation des points d'injection A29, A31, A32 et A36	5
Figure 2- Vue Aérienne bassin A29.....	6
Figure 3- Vue Aérienne bassin A31.....	6
Figure 4- Vue Aérienne bassin A32.....	7
Figure 5 - Vue Aérienne bassin A36.....	7
Figure 6- injection, le 24/03/2023, de 250 g de fluorescéine.....	11
Figure 7 - injection, le 23/11/2022, de 400 g de sulforhodamine B.....	12
Figure 8- injection, le 23/11/2022 d'environ 450g de fluorescéine.....	13
Figure 9- injection, le 19/09/2022 à 12h00 de 9 kg de fluorescéine.....	14
Figure 10 - Zone d'infiltration du bassin A36.....	14
Figure 11 - Restitution visible de la fluorescéine à la source de Riou Ferrant Aval.....	25
Figure 12 - Restitution visible de la fluorescéine à la source du Moulin de Laumet.....	26
Figure 13 - Source de l'Espérelle, fluorescéine visible le 20/10/2022.....	27

Tableaux

Tableau 1 - Coordonnées (Lambert 93) des points d'injection.....	6
Tableau 2 - Récapitulatif du suivi des traçages.....	8
Tableau 3 - Colorants retenus pour les injections.....	9
Tableau 4 - protocole de suivi des points institués.....	15
Tableau 5 - Synthèse traçage bassin A31.....	20
Tableau 6 - Synthèse traçage bassin A32.....	24
Tableau 7 - Synthèse traçage A36.....	30
Tableau 8 - Synthèse traçage bassin A36 (*estimation).....	32
Tableau 9 - Synthèse des 4 traçages.....	34

Graphiques

Graphique 1 - Débit à la source du Boundoulaou.....	10
Graphique 2 - Comparatif, résultat fluorimètre (trait rouge), analyses laboratoire (point noir).....	17
Graphique 3 - Restitution de la Sulforhodamine B à la source du Boundoulaou T-A31.....	18
Graphique 4 - Courbe de restitution de la fluorescéine à la source du Boundoulaou A32.....	22
Graphique 5 - Courbe de restitution, fluorimètre source de Moulin de Laumet.....	26
Graphique 6 - Courbe de restitution, fluorimètre source de l'Espérelle.....	28
Graphique 7 - Multi-restitution du traçage A36.....	29
Graphique 8 - Courbe de restitution de la fluorescéine à la source de l'Espérelle_A36.....	31

1. Contexte général

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la poursuite du partenariat entre le Parc Naturel Régional des Grands Causses et la Direction Interdépartementale des Routes (DIR) du Massif Central. L'autoroute A75 traverse le territoire des Grands Causses du Nord au Sud, en passant sur plusieurs bassins d'alimentation de sources karstiques dont certaines sont utilisées pour l'AEP (alimentation en eau potable).

Tout au long de l'A75 sont disposés régulièrement des bassins de rétention qui ont pour fonction de recueillir les eaux de pluie souillées de la plateforme autoroutière. La rétention dans les bassins a pour but de traiter les eaux avant relargage dans le milieu.

En cas de déversement accidentel de produits polluants sur l'autoroute, la totalité ou une partie du polluant sera stocké dans ces bassins de rétention et en cas de dysfonctionnement (problème de vanne, fermeture non fonctionnelle, etc..) une partie du polluant pourrait partir dans le milieu naturel et rejoindre l'aquifère karstique concerné.

Il s'agit donc de constituer un pollutogramme qui permettra, en cas de départ intempestif de polluant dans le milieu naturel depuis ces bassins, de prendre les mesures de sécurisation nécessaires pour les syndicats et collectivités concernés. C'est donc bien une gestion du risque pour la santé publique. Il s'agit également de vérifier que le bassin de décantation ciblé et bien situé sur le bon bassin d'alimentation.

L'obtention du pollutogramme spécifique à chaque bassin de décantation permettra d'appréhender les dépassements possibles des normes de potabilité, la durée de ce dépassement, la concentration liée à ce dépassement.

Du fait de leur nombre important, tous les bassins de rétention de l'autoroute ne pourront pas faire l'objet d'une étude avec réalisation d'un traçage. Les bassins situés sur des aires d'alimentation de source servant à l'Alimentation en Eau Potable (AEP) sont prioritaires.

2. Protocole et réalisation des opérations de traçage

2.1. Repérage et sélection des points d'injections

Pour cette tranche, en accord avec la DIR nous avons sélectionné quatre bassins de rétention. Les bassins retenus sont le A29, A31, A32 et A36 sur le Causse du Larzac.

Ils sont situés sur plusieurs bassins d'alimentation de source karstique, Travers Banc, Boundoulaou et Espérelle. (Cf. Carte n°1).

Le bassin de rétention A36 est situé sur l'aire d'alimentation de la source de l'Espérelle. Si ce bassin est plutôt bien défini, des traçages récents laissent penser que dans ce secteur, les écoulements ne sont pas simples et qu'un phénomène de diffluence (émerge vers plusieurs sources pour un même point d'injection) est envisageable vers la source du Moulin de Laumet voir de Riou Ferrant Amont/Aval. Il est d'autant plus important de connaître les paramètres hydrodynamiques du « karst » derrière ce bassin de rétention, pour pouvoir agir efficacement en cas de pollution.

Ces points d'injection (en aval des bassins de rétention) correspondent en général à des infiltrations privilégiées dans le système karstique et permettent de simuler une éventuelle pollution depuis les bassins de rétention.

Traçages des bassins de décantation A29, A31, A32 et A36 Causse du Larzac Nord

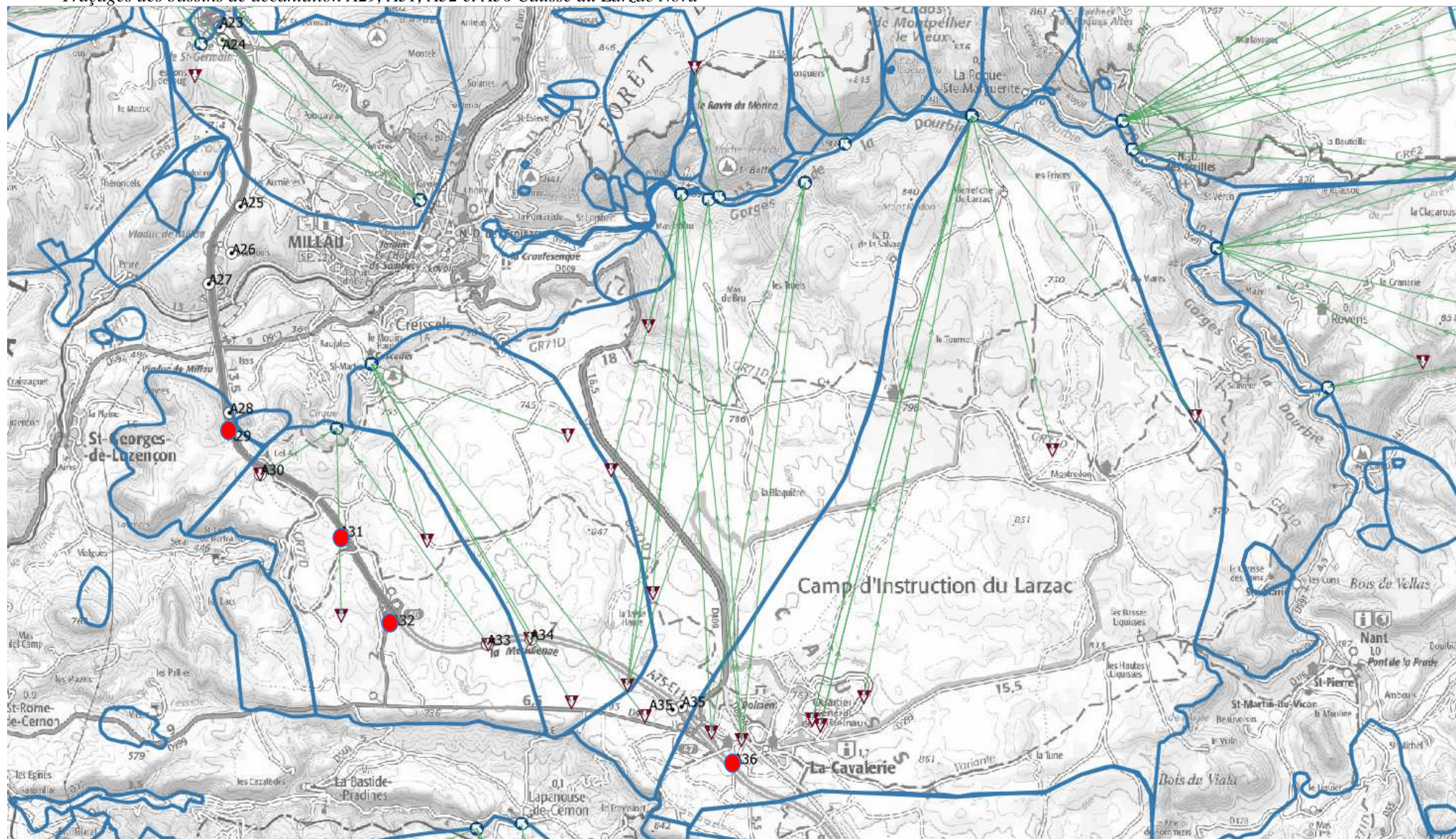


Figure 1 – Territoire de l'étude et localisation des points d'injection A29, A31, A32 et A36

Trait bleu : limite bassin d'alimentation ; Flèche verte : tracage positif déjà réalisé sur le secteur

	X	Y	Z en m
A29	701981.69	6329543.98	679
A31	704209.25	6327466.97	734
A32	705229.76	6325700.88	754
A36	712019.07	6322966.27	800

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



Figure 2- Vue Aérienne bassin A29

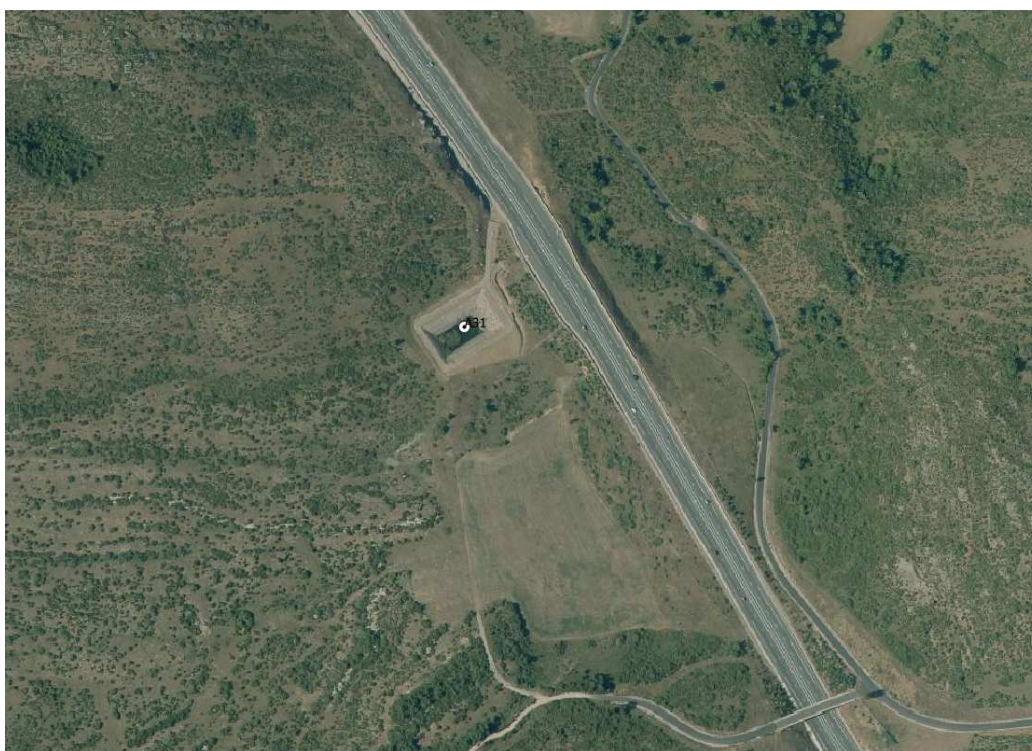


Figure 3- Vue Aérienne bassin A31

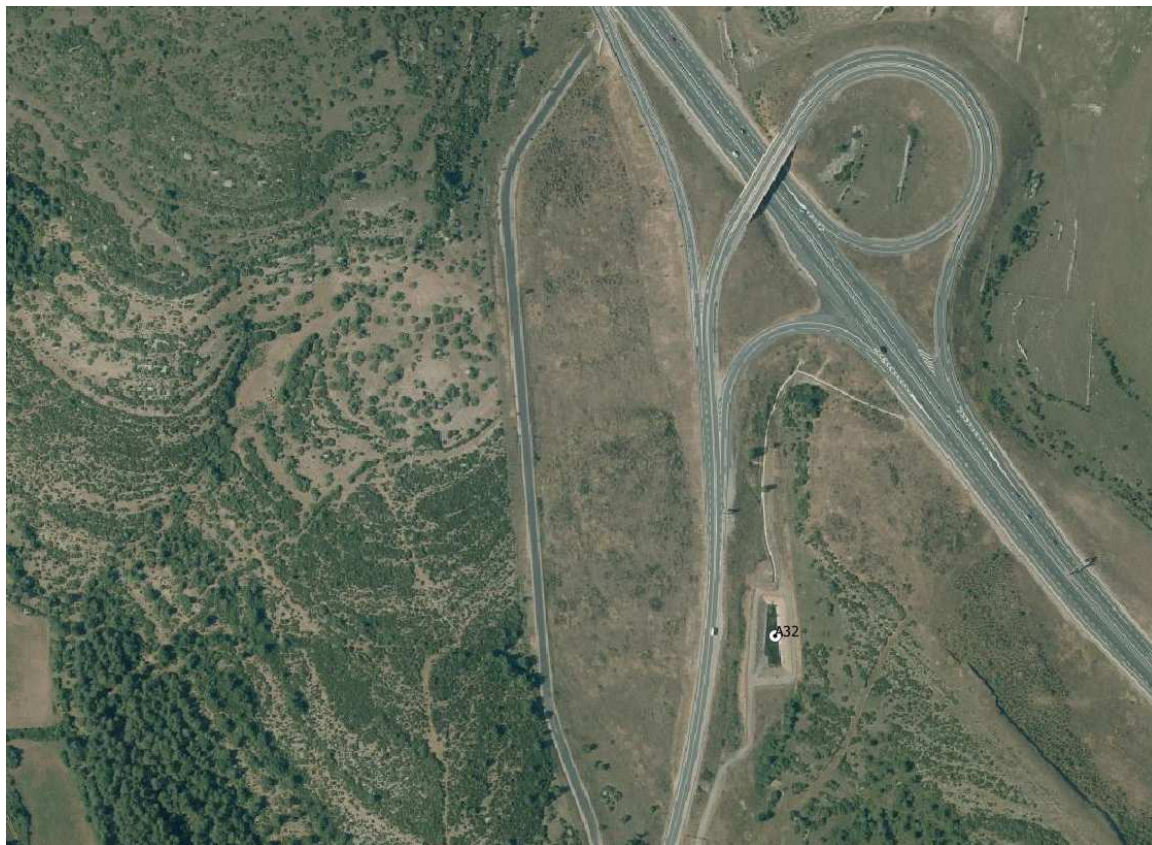


Figure 4- Vue Aérienne bassin A32



Figure 5 - Vue Aérienne bassin A36

2.2. Sélection des points de suivi

En sus des sources du Boundoulaou, Esperelle et Travers Banc qui sont visées, les sources de Muscadelle, Moulin Laumet et Riou ferrant amont/aval dont le bassin d'alimentation est mitoyen ont fait également l'objet d'un suivi. Le tableau ci-dessous dresse le récapitulatif complet du suivi.

Parmi ces huit sources, deux font l'objet d'un suivi en continu des débits par les services du Parc naturel régional des Grands Causses, Espérelle et Boundoulaou.

Point d'injection	Source Visée	Sources suivies	Distance en m	Mesure Débit	Usage AEP	Traceur/kg
A29	Travers Banc	Travers Banc	2 075	non	oui	Fluorescéine 250g
		Muscadelle	930	non	non	
A31	Boundoulaou	Boundoulaou	2 130	oui	oui	Sulforhodamine 400g
A32	Boundoulaou	Boundoulaou	4 040	oui	oui	Fluorescéine 450g
A36	Espérelle	Esperelle	13 700	oui	oui	Fluorescéine 9 Kg
		Moulin Laumet	11 600	non	oui	
		Riou Ferrant Amont	11 190	non	non	
		Riou Ferrant Aval	11 330	non	non	

Tableau 2 - Récapitulatif du suivi des traçages

2.3. Sélection des traceurs et modalité d'injection

Afin de réaliser les 4 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 le centre de la zone d'étude avec comme point d'injection les bassins A31 et A32.

Le second multi-traçage quant à lui a couvert la partie nord, avec les points d'injection des bassins A29 et E28 (bassin Eiffage).

Le bassin A36 de part la complexité supposée de la restitution a été tracé à part.

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 et dans le cas présent sont prises en compte les précédentes opérations de traçage réalisées sur le secteur.

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 a été utilisée à cet effet.

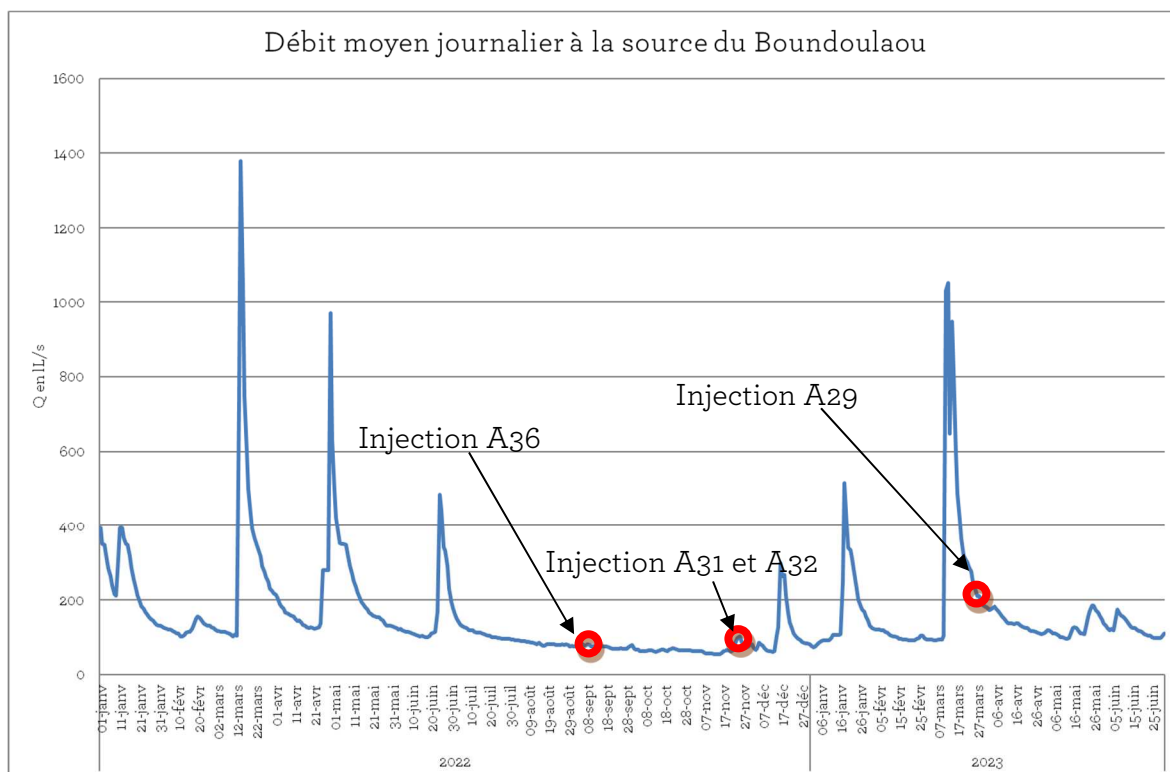
<i>Site</i>	<i>Traceur</i>	<i>Quantité</i>
Bassin A29	Fluorescéine	250g
Bassin A31	Sulforhodamine B	400 g
Bassin A32	Fluorescéine	450 g
Bassin A36	Fluorescéine	9 kg

Tableau 3 - Colorants retenus pour les injections

3. Injections et suivi de la restitution

3.1. Injections

3.1.1. Condition hydrologique



Graphique 1 – Débit à la source du Boundoulaou

3.1.2. Bassin A 29

Le bassin A29 a préalablement été fermé. Une fois rempli, son volume utile a servi à remettre en eau le système et a poussé le colorant.

L'injection a eu lieu le **24/03/2023 à 9h05 TU** directement dans le bassin de rétention compte tenu que la tranchée d'infiltration n'était pas accessible.

Les conditions d'infiltration exactes sont inconnues, car la tranchée d'infiltration n'est pas apparente. Toutefois notre expérience sur les autres bassins nous incite à penser qu'elle est très favorable.

Au moment de l'injection nous sommes en période de hautes eaux, en pleine décrue.



Figure 6- injection, le 24/03/2023, de 250 g de fluorescéine

3.1.3. Bassin A 31

Le bassin A31 a préalablement été fermé. Une fois rempli, son volume utile a servi à remettre en eau le système et a poussé le colorant.

L'injection a eu lieu le **23/11/2022 à 13h30 TU** directement dans le bassin de rétention, au niveau de la sortie vers les tranchées d'infiltrations.

Nous sommes en période de basses eaux et la reprise de cycle hydrologique n'interviendra qu'au mois de décembre. Cependant le volume d'eau mobilisé et les quelques précipitations attendues devraient être suffisants pour pousser le colorant.



Figure 7 – injection, le 23/11/2022, de 400 g de sulforhodamine B

3.1.4. Bassin A 32

Le bassin A32 a préalablement été fermé, une fois rempli, son volume utile a servi à remettre en eau le système et a poussé le colorant.

L'injection a eu lieu le **23/11/2022 à 13h50 TU** directement dans le bassin de rétention, au niveau de la sortie vers les tranchées d'infiltrations, celle-ci n'était pas accessible.

Les conditions d'infiltration exactes sont inconnues, toutefois notre expérience sur les autres bassins nous incite à penser qu'elle est très favorable.

Nous sommes en période de basses eaux et la reprise de cycle hydrologique n'interviendra qu'au mois de décembre. Cependant le volume d'eau mobilisé et les quelques précipitations attendues devraient être suffisants pour pousser le colorant.



Figure 8- injection, le 23/11/2022 d'environ 450g de fluorescéine

3.1.5. Bassin A 36

Le bassin A36 a préalablement été fermé. Une fois rempli, son volume utile a servi à remettre en eau le système et a poussé le colorant. Le bassin a été ouvert pour une remise en eau du système de 11h45 à 12h00 Tu. Les conditions d'infiltration sont excellentes, on observe un écoulement sur quelques mètres qui se perd en totalité dans plusieurs petites cavités (cf. figure 10). Pas de mise en charge

L'injection a eu lieu le **19/09/2022 à 12h00 TU** directement dans le bassin de rétention, au niveau de la sortie vers la zone d'infiltration. Ensuite le bassin a été laissé ouvert pour pousser le colorant avec le volume utile restant.

Au total ce sont plusieurs centaines de m³ qui ont été mis en œuvre pour l'injection. Les conditions d'infiltrations sont excellentes, avec une infiltration totale dans l'heure. L'aspect des parois est propre après l'opération.

Nous sommes en période de basses eaux et la reprise de cycle hydrologique n'interviendra qu'au mois de décembre. Cependant le volume d'eau mobilisé devrait être suffisant pour pousser le colorant.



Figure 9- injection, le 19/09/2022 à 12h00 de 9 kg de fluorescéine



Figure 10 - Zone d'infiltration du bassin A36

3.2. Suivi de la restitution

Sur l'ensemble des sources, les suivis ont été effectués à minima à l'aide de préleveurs automatiques. Il s'agit d'une pompe programmable avec 24 flacons. Le pas de temps est adapté selon le protocole ci-dessous (Tableau 4) permettant un échantillonnage homogène.

A la fin de chaque série les échantillons sont récupérés dans des piluliers en verre brun (protection contre les UV auquel les colorants sont sensibles) préalablement identifiés. Pour limiter les risques de contamination les piluliers sont rincés avec l'échantillon à prélever. Une fois tous les piluliers remplis, l'embase du préleveur qui contient les flacons est, elle, rincée trois fois avec de l'eau distillée pour éviter le risque de contamination entre deux séries successives.

Le suivi du traçage A36, a été effectué sur une période d'un mois, du 20/09/2022 au 20/10/2022.

Le suivi des traçages A31 et A32, a été effectué sur une période d'un mois et une semaine, du 23/11/2022 au 03/01/2023.

Le suivi du traçage A29, a été effectué sur une période d'un mois, du 24/03/2023 au 28/04/2023.

Distance, km	Intervalle de récupération préleveur sur 32 jours de suivi						
	<i>passage</i> 1	<i>passage</i> 2	<i>passage</i> 3	<i>passage</i> 4	<i>passage</i> 5	<i>passage</i> 6	<i>passage</i> 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 4 - protocole de suivi des points institués

Les sources de l'Espérelle, Moulin de Laumet et Travers Banc on 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 et ainsi d'être plus précis dans les analyses. *En aucun cas il ne se substitue aux analyses en laboratoire.*

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 µg/L et de corriger les effets d'éventuels bruits 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

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

4.1. Traçage bassin A29

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

Le fluorimètre installées à la source de Travers Banc n'a pas détecté la présence de colorant.

L'ensemble des spectres réalisés aux deux sources équipées, Travers Banc et Muscadelle se sont avérés négatifs. De même les analyses sur une source privée située dans le hameau de Isis ce sont avérées négatives.

A noter un dysfonctionnement du préleveur de travers Banc du 25/03 au 30/03/2023, pas d'échantillon disponible sur cette période. Le fluorimètre a cependant bien fonctionné en relais.

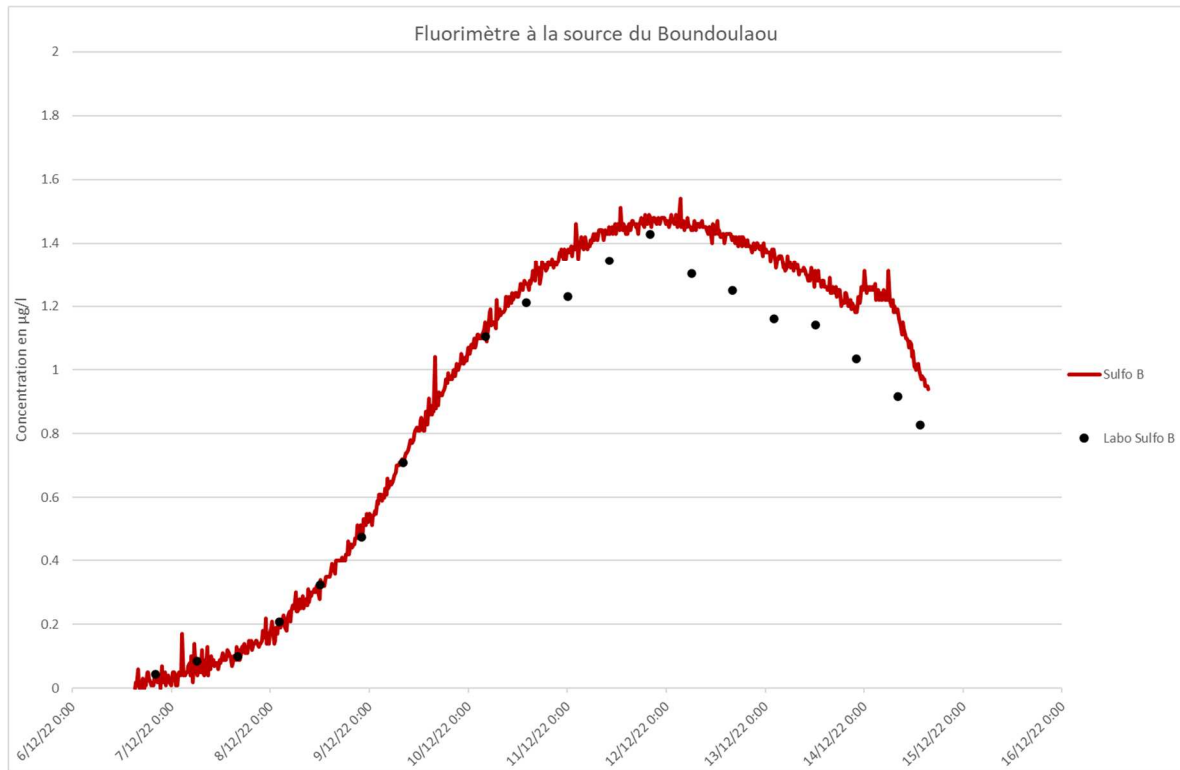
Aucune restitution du colorant pour ce traçage.

4.2. Traçage Bassin A31

4.2.1. Source du Boundoulaou

Aucune restitution visible à l'œil nu du colorant à la source.

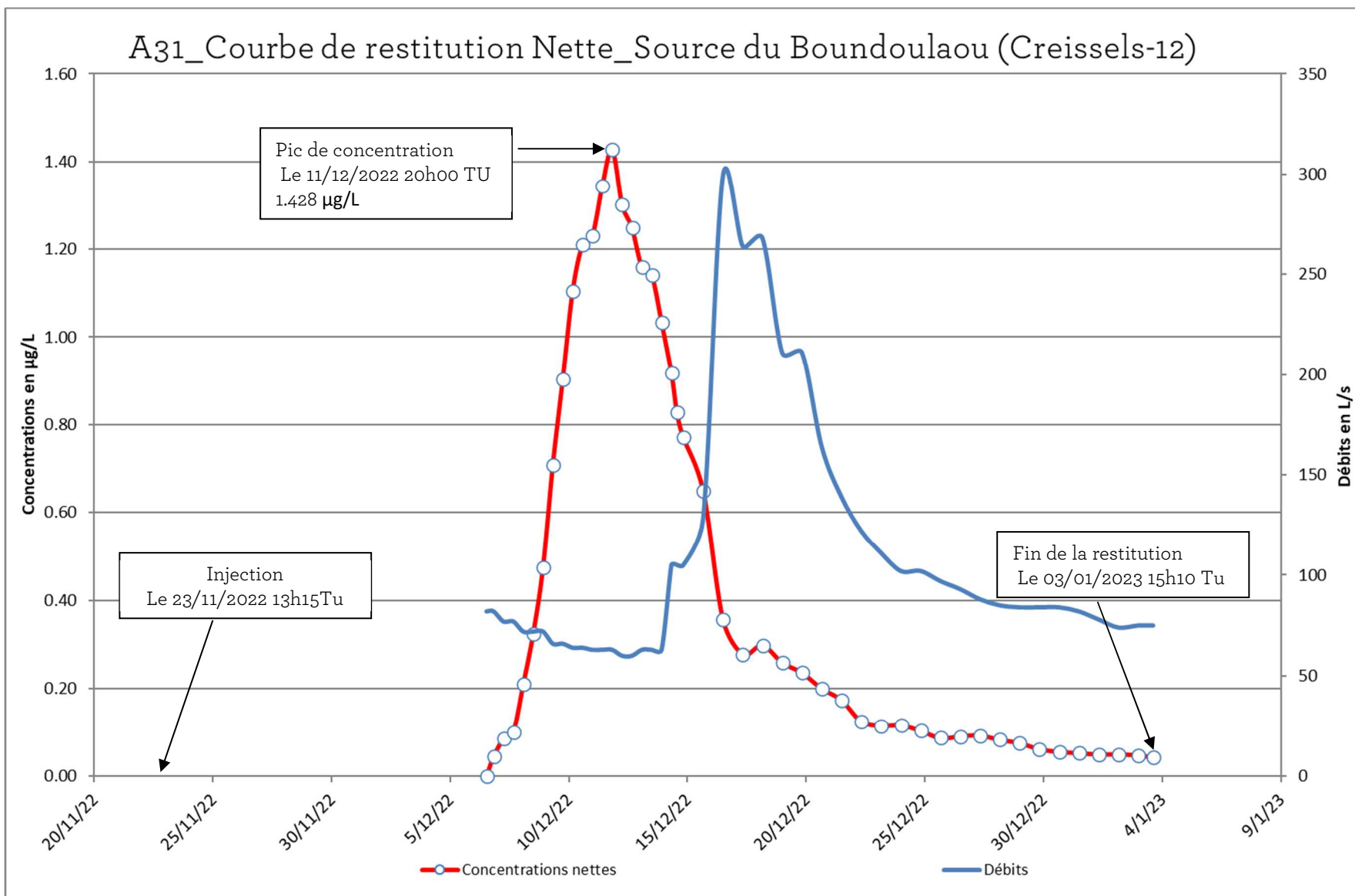
Le fluorimètre de terrain, malgré une panne, a pu fonctionner correctement du 06/12/2022 au 14/12/2022. Durant cette période il a bien enregistré la restitution de la Sulforhodamine B, (cf- Graphique 2 - Comparatif, résultat fluorimètre (trait rouge), analyses laboratoire (point noir))



Graphique 2 - Comparatif, résultat fluorimètre (trait rouge), analyses laboratoire (point noir)

On constate une très bonne corrélation, temps et concentration, des résultats sur le début de restitution. Il y a un léger creux sur le haut de la courbe mais la concentration maximale est significativement la même. A la décrue toutefois le fluorimètre est moins précis. De plus un dysfonctionnement de l'appareil nous empêche d'avoir la fin de la restitution.

Les analyses au 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. (cf - Graphique 3 - Restitution de la Sulforhodamine B à la source du Boundoulaou T-A31).



Graphique 3 - Restitution de la Sulforhodamine B à la source du Boundoulaou T-A31

La courbe de restitution du traceur est unimodale, elle présente un seul pic, ce qui indique que du colorant n'a pas été remobilisé dans un second temps après l'injection, comme ça aurait pu être le cas avec la crue du 16/12/2022. Le pic est bien net et la courbe de restitution bien structurée, impliquant une bonne circulation du colorant dans le système avec peu de dispersion.

On observe le début de la restitution le 06/12/2022 à 20h00 TU, soit 319h après l'injection, environ 13 jours après l'injection.

La vitesse d'apparition du traceur est de 6.7 m/h et la vitesse modale est de 4.8 m/h, ce qui correspond à des circulations très lentes mais cohérentes avec la situation hydrologique de très basse eau.

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 551 heures.

Sur 400 g de traceur injecté, 88 g ont été restitués, ce qui correspond à un taux de restitution de 22 %. Ce taux est satisfaisant au vu des conditions d'injections.

On observe la fin de la restitution à la date du 03/01/2023 15h00 TU, soit quasiment 41 jours après l'injection. La durée de restitution est de 667h, soit 28 jours.

La dilution (le rapport entre la concentration du traceur injectée 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 1.428 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.

$$\text{Dilution unitaire} = \text{Masse}_{\text{initiale}} / C_{\text{max}}$$

Le taux de dilution calculé est de $1/280\,112\,044\text{l}^{-1}$. La masse de traceur injectée (400 g) a vraisemblablement été diluée dans un volume de 280 112 m³ pour expliquer sa concentration en restitution.

4.2.2. Synthèse restitution A31

Source du Boundoulaou	
Injection le	23/11/2022 13h15 Tu
Lieu d'injection	Bassin A31
Traceur	Sulforhodamine B
Restitution	Boundoulaou
Distance apparente	2.13 Km
Masse injectée en g	400
Masse restituée en g	88
Taux de restitution	21.9%

Temps	
Apparition traceur	06/12/2022 20h00
Disparition traceur	03/01/2023 15h10
Temps modal	439 h
Durée de restitution	667 h / 28 jrs
Temps moyen de séjour	535 h / 22 jrs
D.T.S max	551 h

Vitesse	
Vitesse d'apparition	6.68 m/h
Vitesse moyenne	4.16 m/h
Vitesse modale	4.85 m/h
Vitesse apparente	3.98 m/h

Concentration et dilution	
Concentration maxi	1.428 µg/L
Dilution unitaire	1/280 112 044 l ⁻¹
Volume de Allen	153 913 m ³
Section de Allen	72.26 m ²

Tableau 5 - Synthèse traçage bassin A31

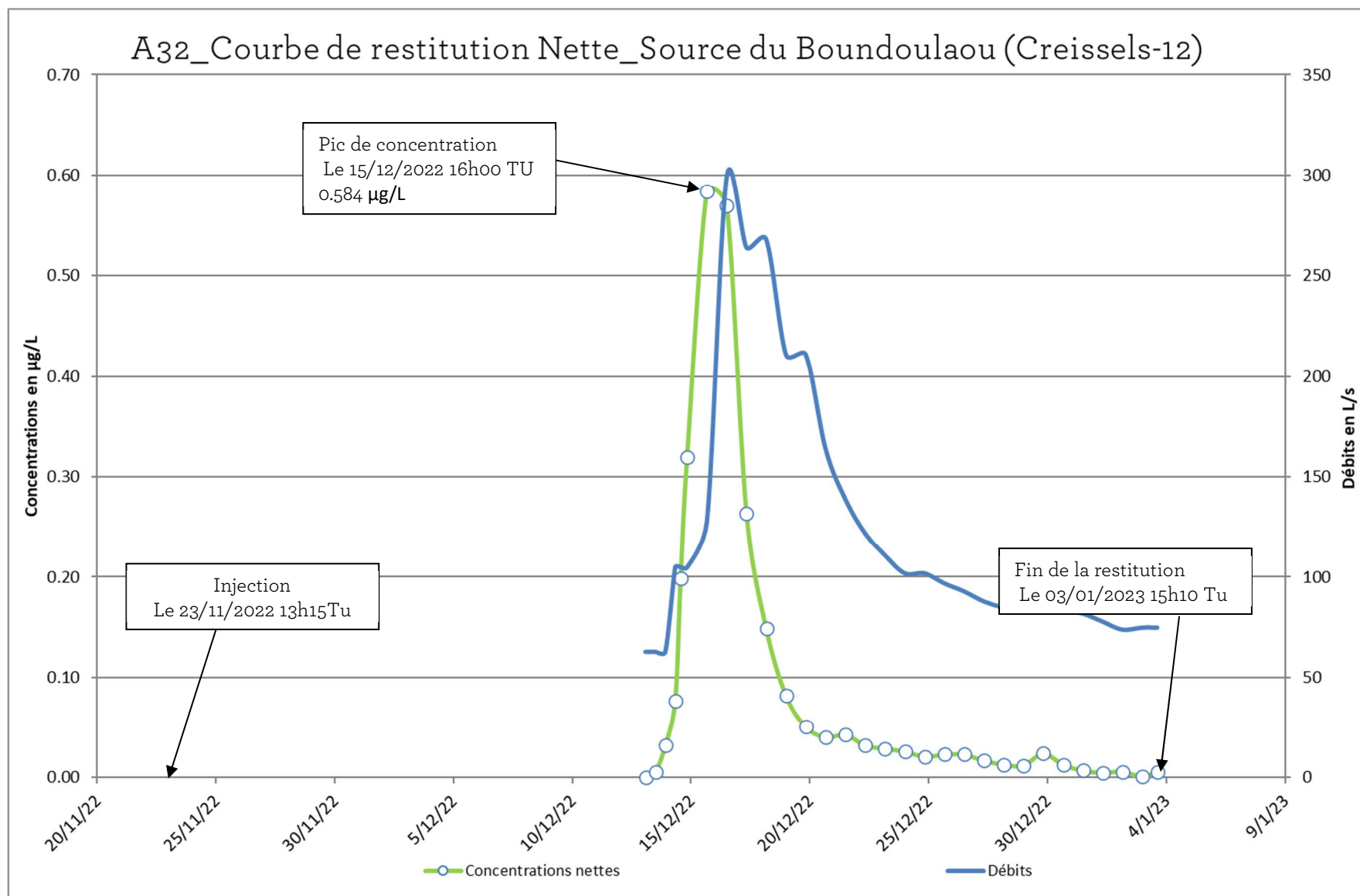
4.3. Traçage bassin A 32

4.3.1. Source du Boundoulaou

Pas d'observation visuelle à l'œil nu de restitution du colorant.

Le fluorimètre semble avoir enregistré le début de la restitution mais les données sont trop parcellaires pour être utilisables.

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. (cf- Graphique 4 - Courbe de restitution de la fluorescéine à la source du Boundoulaou A32)



Graphique 4 - Courbe de restitution de la fluorescéine à la source du Boundoulaou A32

Comme pour le traçage du bassin A31 la courbe de restitution a une forme unimodale, donc pas de remobilisation du colorant et bonne circulation dans le système aquifère depuis le point d'injection.

On observe le début de la restitution le 13/12/2022 à 12h00 TU, soit 479h après l'injection (20 jours environ).

La vitesse d'apparition du traceur est de 8.44 m/h ce qui correspond encore une fois à des circulations très lentes au sein de l'aquifère. La vitesse modale, qui correspond à la vitesse du centre de gravité du nuage de colorant est de 7.6m/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 551 heures soit 23jours.

Sur 450 g de traceur injectés, 33 g ont été restitués, ce qui correspond à un taux de restitution de 7 %. Ce taux est plutôt faible et s'explique en partie par les conditions hydrologiques difficiles et la très faible quantité de colorant utilisé dans le cadre de l'opération.

On observe la fin de la restitution à la date du 03/01/2023 15h10 Tu, soit 41 jours après l'injection. La durée de restitution est de 507h, 21 jours.

La dilution (le rapport entre la concentration du traceur injectée 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 0.584 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.

$$\text{Dilution unitaire} = \text{Masse}_{\text{initiale}} / C_{\text{max}}$$

Le taux de dilution calculé est de $1/770\,547\,945\text{ l}^{-1}$. La masse de traceur injectée (450g) a vraisemblablement été diluée dans un volume de $770\,547\text{ m}^3$ pour expliquer sa concentration en restitution.

4.3.2. Synthèse restitution A32

Source du Boundoulaou	
Injection le	23/11/2022 13 :15
Lieu d'injection	Bassin A 32
Traceur	Fluorescéine
Restitution	Boundoulaou
Distance apparente	4.04 Km
Masse injectée en g	450
Masse restituée en g	33
Taux de restitution	7.25 %

Temps	
Apparition traceur	13/12/2022 12h00
Disparition traceur	03/01/2023 15h00
Temps modal	530.7 h / 22 jrs
Durée de restitution	507 h / 21 jrs
Temps moyen de séjour	570 h / 23.7 jrs
D.T.S max	551 h / 23 jrs

Vitesse	
Vitesse d'apparition	8.44 m/h
Vitesse moyenne	7.15 m/h
Vitesse modale	7.61 m/h
Vitesse apparente	7.08 m/h

Concentration et dilution	
Concentration maxi	0.584 µg/L
Dilution unitaire	770 547 945 l ⁻¹
Volume de Allen	162 240 m ³
Section de Allen	40 m ²

Tableau 6 - Synthèse traçage bassin A32

4.4. Traçage bassin A 36

4.4.1. Source de Riou Ferrant Aval

Le 28/09/2022, fin d'après-midi, un riverain fait état d'une coloration verte de la Dourbie dans le secteur de Riou Ferrant Aval. La photo transmise à ce moment semble confirmer cette observation.

Le 29/09/2022 à 12h30Tu, nos services se rendent sur site. La coloration est toujours visible, et la couleur caractéristique ne laisse aucun doute sur la présence de fluorescéine.

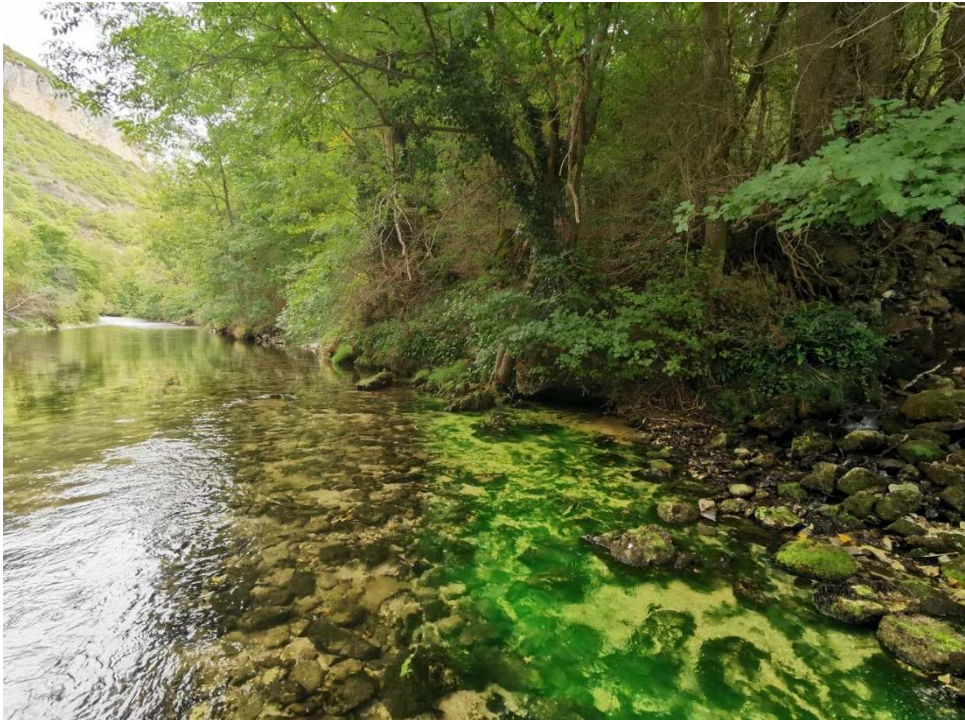


Figure 11 - Restitution visible de la fluorescéine à la source de Riou Ferrant Aval

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.

4.4.2. Source de Riou Ferrant Amont

De nombreux traçages attestent d'une origine commune des eaux des deux sources de Riou ferrant Amont et Aval. De plus l'accès à la source avec du matériel est compliquée. C'est pourquoi il n'y a pas eu de suivi à l'aide d'un préleveur automatique.

Le 29/09/2022, on constate une très légère coloration de l'eau, sans pouvoir être catégorique sur la présence de fluorescéine.

L'analyse, des échantillons ponctuels, au laboratoire, confirme la présence de fluorescéine.

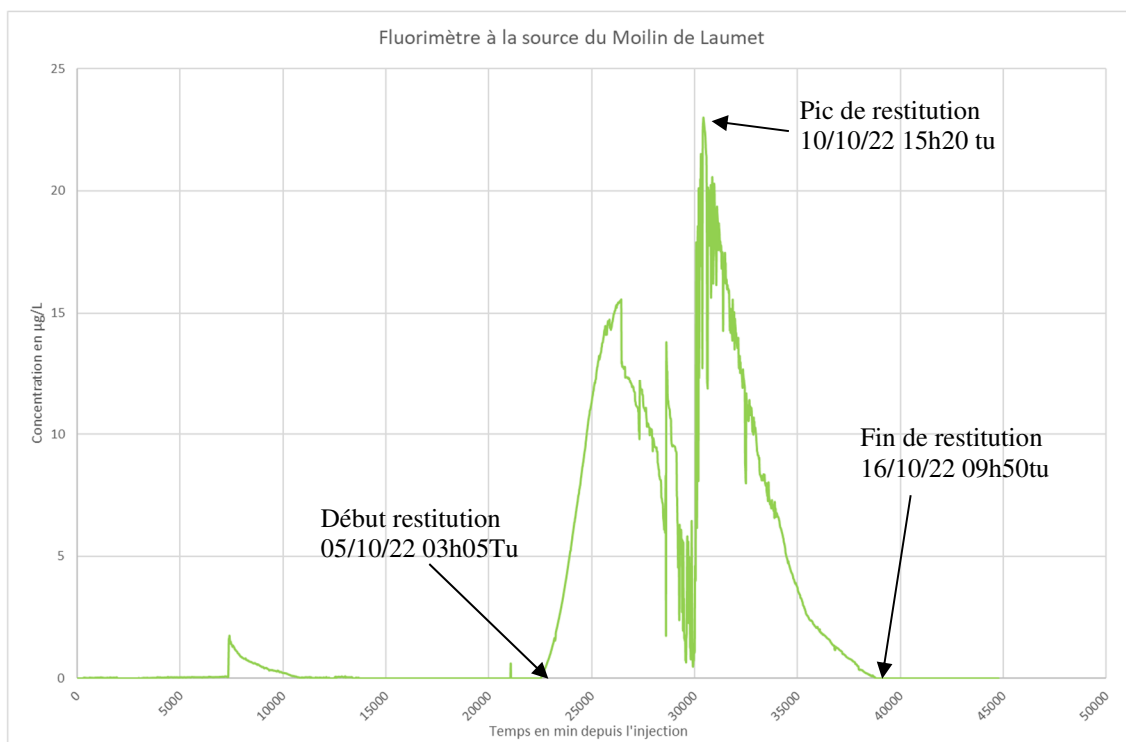
4.4.3. Source du Moulin de Laumet

Le 06/10/2022 le propriétaire de la source fait état d'une coloration dans ses bassins. La photo transmise à ce moment semble confirmer cette observation



Figure 12 - Restitution visible de la fluorescéine à la source du Moulin de Laumet

Le fluorimètre en place atteste également la présence de fluorescéine à la source (cf. - Graphique 5 - Courbe de restitution, fluorimètre source de Moulin de Laumet)



Graphique 5 - Courbe de restitution, fluorimètre source de Moulin de Laumet

Malgré la restitution visuelle et le contrôle du fluorimètre de terrain, les échantillons ont été confiés au laboratoire, les spectres d'émissions et d'excitations valident la présence de fluorescéine. L'interprétation du traçage se fera à partir des données du laboratoire.

4.4.4. Source de l'Espérelle

Le 20/10/2022 une équipe de Véolia eau en charge du captage de l'Espérelle alerte nos services sur une suspicion de coloration dans le captage.

Le 20/10/2022 à 14h00Tu, nos services se rendent sur site. La coloration est toujours visible, et la couleur caractéristique ne laisse aucun doute sur la présence de fluorescéine.

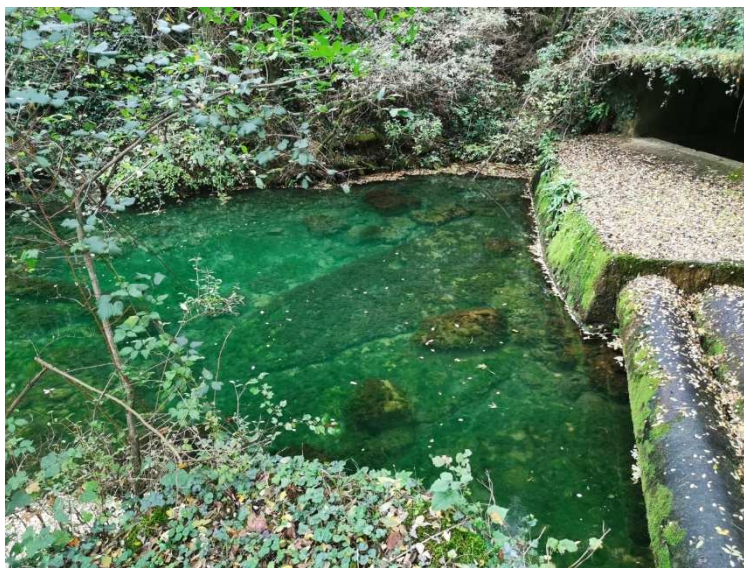
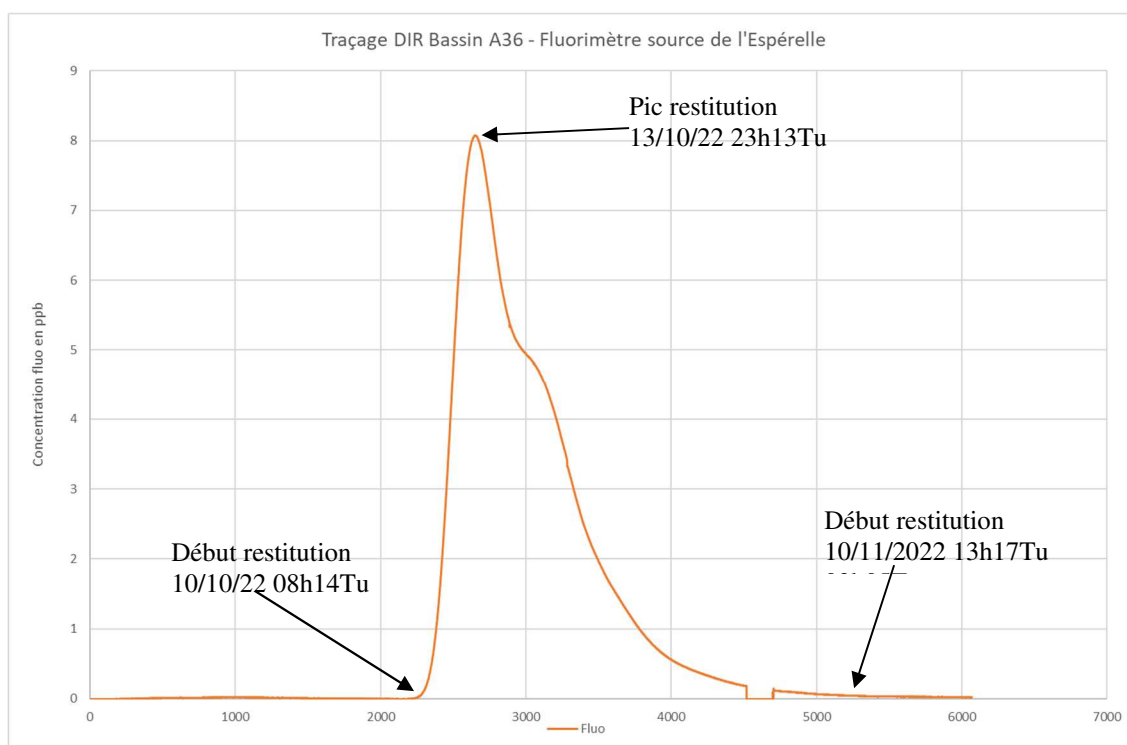


Figure 13 – Source de l'Espérelle, fluorescéine visible le 20/10/2022

Le fluorimètre en place atteste également la présence de fluorescéine à la source (cf – Graphique 6 - Courbe de restitution, fluorimètre source de l'Espérelle).



Graphique 6 - Courbe de restitution, fluorimètre source de l'Espérelle

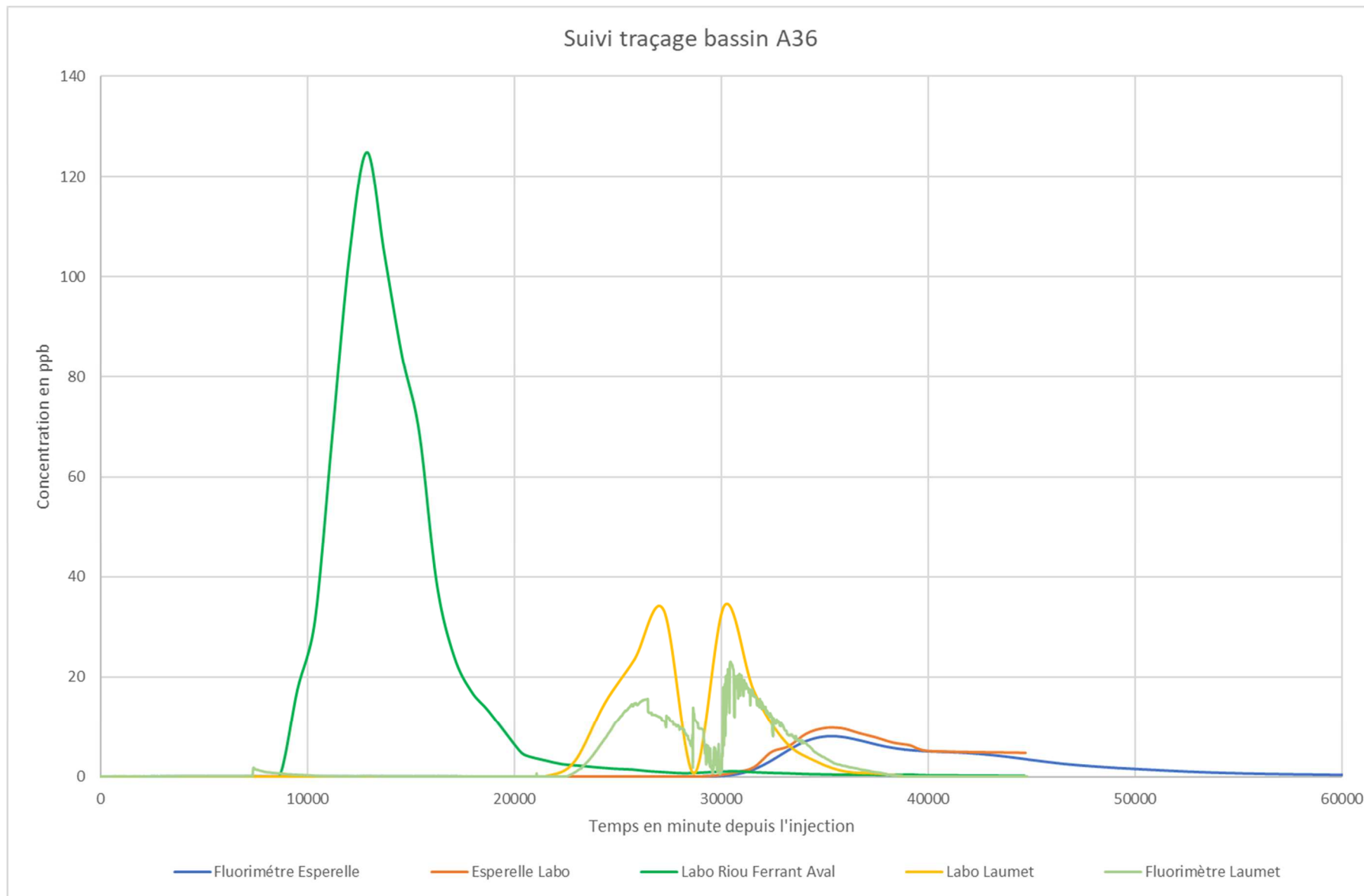
Malgré la restitution visuelle et le contrôle du fluorimètre de terrain, les échantillons ont été confiés au laboratoire, les spectres d'émissions et d'excitations valident la présence de fluorescéine. L'interprétation du traçage se fera à partir des données du laboratoire.

4.4.5. Interprétation traçage bassin A36

Dès la phase de conception de l'opération de traçage du bassin A36, la possibilité d'une diffluence, Riou Ferrant/Moulin de Laumet, a été envisagée. Cette hypothèse a guidé l'élaboration du programme de suivi plus poussé qu'habituellement (quantité de colorant, nombre de points de suivi, méthodologie...)

Enfinement ce ne sont pas 2 sources qui ont été identifiées comme exutoire des rejets du bassin A36 mais bien quatre sources. Par ordre de détection Riou Ferrant Aval, Riou Ferrant Amont, Moulin de Laumet et la source de l'Espérelle.

Le graphique 7 (p29) compile et compare les résultats obtenus au laboratoire et sur le terrain par les fluorimètres.



Graphique 7 - Multi-restitution du traçage A36

En comparant les restitutions on peut affirmer que la source de Riou Ferrant Aval (Riou Ferrant amont à confirmer) est l'exutoire principal, c'est là que les concentrations (attention effet dilution) sont les plus importantes et la vitesse de transit la plus rapide.

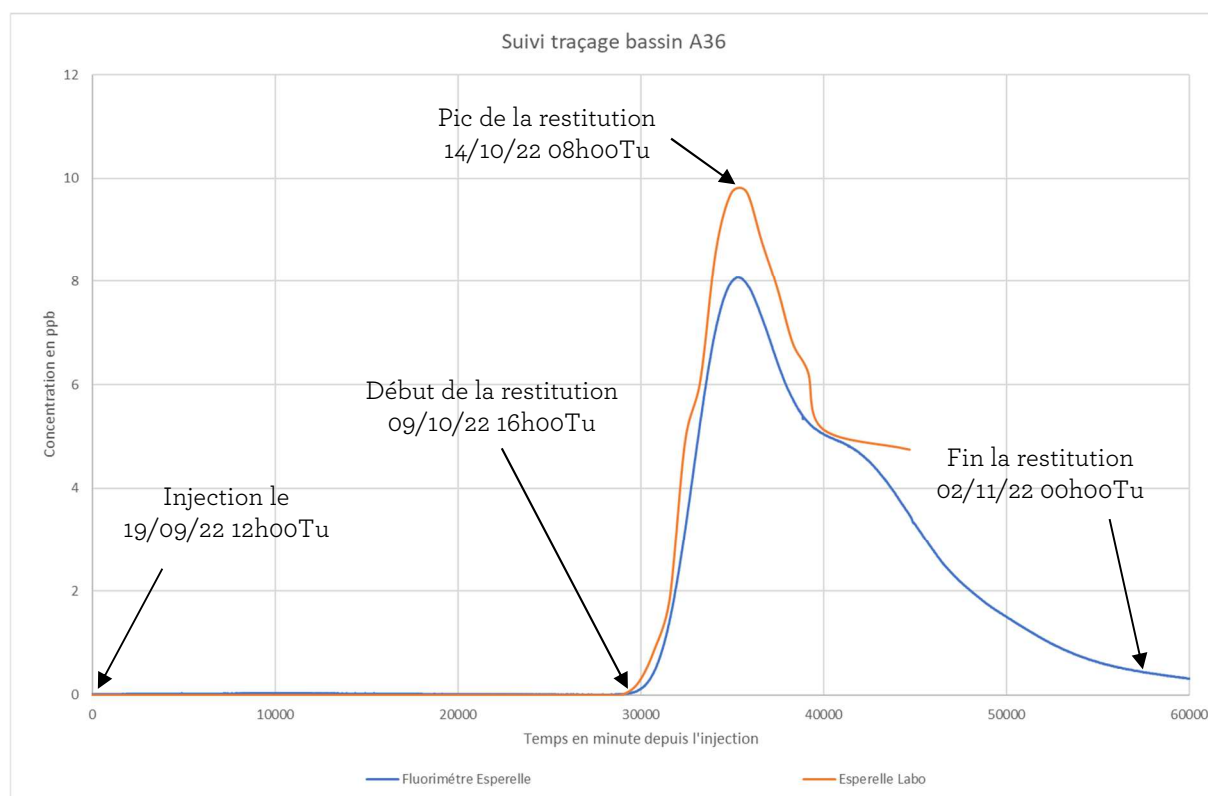
Aux sources du Moulin de Laumet et de l'Espérelle l'écart de vitesse de transit n'est pas significatif et la différence de concentration s'explique en partie par une dilution plus importante à l'Espérelle.

	Riou Ferrant Aval	Riou Ferrant Amont	Moulin de Laumet	Espérelle
Distance - A36	11 330	11 190	11 600	13 700
Vitesse max de transit	87 m/h	-	32 m/h	28.3 m/h
Concentration max ppb	124.8	23.14	34.2	9.7
Temps d'arrivé du colorant	<u>131h / 5.4 jrs</u>		360h / 15 jrs	484 h / 20 jrs
Durée restitution	613h / 25.5 jrs			560 h / 23 jrs

Tableau 7 - Synthèse traçage A36

En termes d'usage les deux sources de Riou Ferrant ne sont pas captées, le moulin de Laumet est utilisé dans un cadre strictement unifamilial avec usage eau potable, seule la source de l'Espérelle est captée pour l'alimentation en eau potable de la ville de Millau (20 000 abonnés).

L'enjeu de connaissance prioritaire est clairement porté sur la source de l'Espérelle. Des quatre restitutions c'est celle qui est la plus complète grâce à la station hydrométrique.



Graphique 8 - Courbe de restitution de la fluorescéine à la source de l'Espérelle_A36

La courbe de restitution a une forme unimodale, un seul pic, mais en forme de cloche. On remarque un ventre à la décrue et une forme très évasée.

On observe le début de la restitution le 09/10/2022 à 16h00 TU, soit 484h après l'injection (20.2 jours).

La vitesse d'apparition du traceur est de 28.3 m/h, au vu des conditions hydrologique de basses eaux c'est une vitesse plutôt rapide. La vitesse modale, qui correspond à la vitesse du centre de gravité du nuage de colorant est de 23 m/h. On peut s'attendre des vitesses beaucoup plus rapides (80-100m/h) en situation de hautes eaux.

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 582 heures soit 24jours.

Sur 9 Kg de traceur injecté, 912 g ont été restitués à la source de l'Espérelle, ce qui correspond à un taux de restitution de 10.1 %. Notre estimation à la source de Riou Ferrant aval est de 20% de restitution, pas de calcul à la source de Laumet. Le taux de restitution total doit avoisiner les 40%.

On observe la fin de la restitution au fluorimètre à la date du 02/11/22, soit 44 jours après l'injection. La durée de restitution est de 560h.

La concentration maximale de traceur restituée à la source de l'Espérelle est de 9.747 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.

$$\text{Dilution unitaire} = \text{Masse initiale} / C_{\text{max}}$$

Le taux de dilution calculé est de $1/770\,547\,945\text{l}^{-1}$. La masse de traceur injectée (450g) a vraisemblablement été diluée dans un volume de $770\,547\text{ m}^3$ pour expliquer sa concentration en restitution.

4.4.6. Synthèse restitution A36

Source de	Esperelle	Riou Ferrant Aval
Injection le	19/09/2022 12 :00	
Lieu d'injection	Bassin A 36	
Traceur	Fluorescéine	
Restitution	Riou Ferrant aval et amont, Moulin Laumet, Esperelle	
Distance apparente	13 700m	11 330
Masse injectée en g	9000	
Masse restituée en g	912	1800*
Taux de restitution	10.1 %	20.6%*
Temps		
Apparition traceur	09/10/22 16h00	24/09/22 22 :40
Disparition traceur	02/11/22 00h00	20/10/22 12 :00
Temps modal	596 h / 25 jrs	215 h / 8.9 jrs
Durée de restitution	560 h / 23.3 jrs	613 h / 25.5 jrs
Temps moyen de séjour	658 h / 27.4 jrs	234 h / 9.7 jrs
D.T.S max	582 h / 24.2 jrs	215 h / 8.9 jrs
Vitesse		
Vitesse d'apparition	28.3 m/h	86.7 m/h
Vitesse moyenne	21.3 m/h	50.1 m/h
Vitesse modale	23 m/h	52.8 m/h
Vitesse apparente	20.8 m/h	48 m/h
Concentration et dilution		
Concentration maxi	9.747 µg/L	124.83 µg/L
Dilution unitaire	$770\,547\,945\text{l}^{-1}$	
Volume de Allen	343 216 m ³	42 477 m ³ *
Section de Allen	25 m ²	3.7 m ² *

Tableau 8 – Synthèse traçage bassin A36 (*estimation)

5. Conclusions

5.1 Limites des bassins d'alimentation

Bassin de Travers Banc

Bien que n'ayant pas donné lieu à une restitution à la source de Travers Banc, il ne nous semble pas opportun de modifier pour l'instant le bassin d'alimentation supposé de cette source.

Bassin du Boundoulaou

Les 2 traçages réalisés aux bassins A31 et A32 ne viennent pas remettre en cause les limites connues des bassins d'alimentation. **Les deux bassins de décantation A31 et A32 sont bien situés sur le bassin d'alimentation de la source du Boundoulaou.**

Bassin de l'Espérelle

Le traçage du bassin A 36 confirme qu'il est bien situé sur le bassin d'alimentation de la source de l'Espérelle mais pas seulement, les sources de Riou ferrant amont/aval et moulin de Laumet sont également concernées. Dans l'état actuel des connaissances la délimitation du bassin d'alimentation n'est pas incorrecte en soit mais reste à mieux définir.

5.2 Eléments hydrogéologiques, bilan et perspectives

Les résultats d'un essai de traçage dépendent en grande partie de deux paramètres, les conditions d'infiltration dans le milieu et des conditions hydrologiques.

Les zones d'infiltrations des bassins de décantation sont des points d'entrée privilégiés dans le karst et il est facile de réaliser une impulsion de Dirac, en infiltrant rapidement le colorant dans le milieu et en le poussant avec un grand volume d'eau. Cette méthodologie qui a fait ses preuves permet de s'affranchir en partie des conditions hydrologiques.

Cela a très bien fonctionné pour le bassin A36 réalisé mi-septembre, période de basses eaux.

Bien que les résultats soient très nets pour les traçages des bassins A31 et A32, on voit que l'on est en limite de l'exercice. Malgré un volume d'eau très conséquent (plusieurs centaines de m³) pour pousser le colorant jusqu'à la zone saturée de l'aquifère, le fait de réaliser l'injection en période de très basses eaux a entraîné des vitesses de transfert beaucoup plus lentes, inférieure à 10m/h.

	T A29	T A31	T A32	T A36	T36
Source	Pas de restitution	Boundoulaou	Boundoulaou	Esperelle	RiouFerrant Aval
Taux de restitution %		21.9	7.25	10.1	20.6
Vitesse d'apparition m/h		6.68	8.44	28.3	86.7
Vitesse modale m/h		4.85	7.61	23	52.8
Volume de Allen en m ³		153 913	162 240	343 216	42 477

Tableau 9 - Synthèse des 4 traçages

Traçage Bassin A29 :

Ce traçage n'a pas donné lieu à une restitution.

Parmi les hypothèses possibles pour expliquer ce résultat :

- Le colorant est ressorti sur une source non suivie ou après la fin de l'opération ;
- Le colorant n'a jamais atteint la zone noyée de l'aquifère, il est resté bloqué dans une formation argileuse par exemple ;
- La quantité de colorant est trop faible et il n'a pas pu être détecté

A notre connaissance tous les points d'intérêt potentiel ont été suivis lors de cette opération, ce qui limite le risque d'une restitution sur un point inconnu.

Le suivi a duré 840h soit 35 jours. Pour une distance de deux kilomètres entre le bassin A29 et la source de Travers Banc, on obtient une vitesse théorique de transit inférieure à 3m/h pour que le colorant soit ressorti après l'arrêt de notre suivi. Cette vitesse n'est pas réaliste au vu du contexte hydrologique au moment de l'injection.

La source de Travers Banc est en réalité une ancienne galerie drainante de mine. On observe une mise en charge dans la galerie avec un volume noyé qui semble important, mais sans pouvoir l'estimer précisément. Ce volume a pu jouer un rôle retardant.

Les conditions hydrologiques au moment de l'injection sont très favorables on est en période de hautes eaux juste après une crue, les circulations dans l'aquifère sont optimales. Seule inconnue, car inaccessible, les conditions d'infiltrations, que l'on ne peut que supposer. Cependant sur les 17 traçages déjà réalisés dans des conditions similaires, l'infiltration du colorant n'a jamais été problématique.

Le colorant a de très grande chance d'avoir atteint la zone saturée de l'aquifère.

La quantité de colorant, 250 g de fluorescéine, pour une distance apparente de 2km peut paraître faible mais tient compte de l'ensemble des résultats déjà obtenus lors des précédentes opérations et du fait que la source de Travers Banc soit captée pour l'eau potable.

Au vue des éléments à notre disposition nous préconisons de refaire cette injection en augmentant la quantité de colorant et en prévoyant un suivi sur une période plus longue. Un inventaire des sources du secteur en vue d'un échantillonnage plus large sera mené en parallèle.

Traçage Bassin A31 et A32 :

La restitution des deux traçages est bien nette. En cas de problème sur un des deux bassins, bien tenir compte de la situation hydrologique et du fait que les vitesses de circulation seront certainement beaucoup plus rapides.

Traçage Bassin A36 :

C'est de loin le traçage le plus complexe que nous ayons réalisé à ce jour derrière les bassins de décantation de l'A75.

Si l'on exclue le côté purement hydrogéologique et l'intérêt d'un tel résultat pour se placer d'un point de vue purement accès sur la gestion du risque sur la ressource en eau, on doit retenir que nous avons à faire à une restitution multiple. Sur les quatre exutoires identifiés, seul deux présentent un enjeux eau potable avec en priorité la source de l'Espérelle, le Moulin de Laumet bien qu'à la marge, devra tout de même être pris en compte.

En cas d'accident sur le bassin A36 le suivi de la source de Riou Ferrant nous semble primordial pour prévenir précisément de l'arrivée d'une pollution à la source de l'Espérelle.

Au vu des enjeux et de la complexité du contexte hydrogéologique sur le secteur, nous préconisons de refaire ce traçage dans un contexte de moyenne/haute eau afin d'acquérir une meilleure compréhension du fonctionnement particulier de ce système.

ANNEXES I

Analyses Bassin A29 A31 A32 A36

Traçages des bassins de décantation A29, A31, A32 et A36 Causse du Larzac Nord

Tracage										
Date d'injection	24/03/2023 09:05									
Point d'injection	Bassin A29									
Traceur	Fluo									
Masse injectée	250g									
Lieu de prélèvement	Travers Banc									
Remarques	Flacon	N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C ^{brute} corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C ^{nette} en ng/mL
Série 1		T1	1	24/3/23 7:00	-125					
		T2	2	24/3/23 14:00	295					
			3		-64813505					
			4		-64813505					
			5		-64813505					
			6		-64813505					
			7		-64813505					
			8		-64813505					
			9		-64813505					
			10		-64813505					
			11		-64813505					
			12		-64813505					
			13		-64813505					
			14		-64813505					
			15		-64813505					
			16		-64813505					
			17		-64813505					
			18		-64813505					
			19		-64813505					
			20		-64813505					
			21		-64813505					
			22		-64813505					
			23		-64813505					
			24		-64813505					
		T1_M	Manuel	31/3/23 7:40	9995			négatif	négatif	0.000
Série 2		T2_1	1	31/3/23 14:00	10375			négatif	négatif	0.000
		T2_2	2	31/3/23 21:00	10795			négatif	négatif	0.000
		T2_3	3	1/4/23 4:00	11215			négatif	négatif	0.000
		T2_4	4	1/4/23 11:00	11635			négatif	négatif	0.000
		T2_5	5	1/4/23 18:00	12055			négatif	négatif	0.000
		T2_6	6	2/4/23 1:00	12475			négatif	négatif	0.000
		T2_7	7	2/4/23 8:00	12895					
		T2_8	8	2/4/23 15:00	13315			négatif	négatif	0.000
		T2_9	9	2/4/23 22:00	13735					
		T2_10	10	3/4/23 5:00	14155			négatif	négatif	0.000
		T2_11	11	3/4/23 12:00	14575					
		T2_12	12	3/4/23 19:00	14995			négatif	négatif	0.000
		T2_13	13	4/4/23 2:00	15415					
		T2_14	14	4/4/23 9:00	15835			négatif	négatif	0.000
		T2_15	15	4/4/23 16:00	16255					
		T2_16	16	4/4/23 23:00	16675			négatif	négatif	0.000
		T2_17	17	5/4/23 6:00	17095					
		T2_18	18	5/4/23 13:00	17515			négatif	négatif	0.000
		T2_19	19	5/4/23 20:00	17935					
		T2_20	20	6/4/23 3:00	18355			négatif	négatif	0.000
		T2_21	21	6/4/23 10:00	18775					
		T2_22	22	6/4/23 17:00	19195			négatif	négatif	0.000
		T2_23	23	7/4/23 0:00	19615					
		T2_24	24	7/4/23 7:00	20035			négatif	négatif	0.000
	T2_Manuel	Manuel	11/4/23 8:50	25905			négatif	négatif	0.000	
Série 3		T3_1	1	11/4/23 20:00	26575			négatif	négatif	0.000
		T3_2	2	12/4/23 3:00	26995					
		T3_3	3	12/4/23 10:00	27415			négatif	négatif	0.000
		T3_4	4	12/4/23 17:00	27835					
		T3_5	5	13/4/23 0:00	28255			négatif	négatif	0.000
		T3_6	6	13/4/23 7:00	28675					
		T3_7	7	13/4/23 14:00	29095			négatif	négatif	0.000
		T3_8	8	13/4/23 21:00	29515					
		T3_9	9	14/4/23 4:00	29935			négatif	négatif	0.000
			10		-64813505					
			11		-64813505					
			12		-64813505					
			13		-64813505					
			14		-64813505					
			15		-64813505					
			16		-64813505					
			17		-64813505					
			18		-64813505					
			19		-64813505					
			20		-64813505					
			21		-64813505					
			22		-64813505					
			23		-64813505					
			24		-64813505					
		T3_Manuel	Manuel	14/4/23 7:50	30165			négatif	négatif	0.000
Série 4		T4_1	1	14/4/23 20:00	30895			négatif	négatif	0.000
		T4_2	2	15/4/23 10:00	31735					
		T4_3	3	16/4/23 0:00	32575			négatif	négatif	0.000
		T4_4	4	16/4/23 14:00	33415					
		T4_5	5	17/4/23 4:00	34255			négatif	négatif	0.000
		T4_6	6	17/4/23 18:00	35095			négatif	négatif	0.000
		T4_7	7	18/4/23 8:00	35935					
		T4_8	8	18/4/23 22:00	36775			négatif	négatif	0.000
		T4_9	9	19/4/23 12:00	37615					
		T4_10	10	20/4/23 2:00	38455			négatif	négatif	0.000
		T4_11	11	20/4/23 16:00	39295					
		T4_12	12	21/4/23 6:00	40135			négatif	négatif	0.000
		T4_13	13	21/4/23 20:00	40975					
		T4_14	14	22/4/23 10:00	41815			négatif	négatif	0.000
		T4_15	15	23/4/23 0:00	42655					
		T4_16	16	23/4/23 14:00	43495			négatif	négatif	0.000
		T4_17	17	24/4/23 4:00	44335					
		T4_18	18	24/4/23 18:00	45175			négatif	négatif	0.000
		T4_19	19	25/4/23 8:00	46015					
		T4_20	20	25/4/23 22:00	46855			négatif	négatif	0.000
		T4_21	21	26/4/23 12:00	47695					
		T4_22	22	27/4/23 2:00	48535			négatif	négatif	0.000
		T4_23	23	27/4/23 16:00	49375					
		T4_24	24	28/4/23 6:00	50215			négatif	négatif	0.000
	T4_Manuel	Manuel	28/4/23 6:45	50260			négatif	négatif	0.000	

Traçages des bassins de décantation A29, A31, A32 et A36 Causse du Larzac Nord

Traçage										
Date d'injection	24/03/2023 09:05									
Point d'injection	Bassin A29									
Traceur	Fluo									
Masse injectée	250g									
Lieu de prélèvement	Muscadelle									
Remarques	Flacon	N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C ⁻ brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C ⁻ nette en ng/mL
Série 1		M1	1	24/3/23 7:00	-125					0.000
		M2	2	24/3/23 14:00	295			négatif	négatif	0.000
		M3	3	24/3/23 21:00	715			négatif	négatif	0.000
		M4	4	25/3/23 4:00	1135			négatif	négatif	0.000
		M5	5	25/3/23 11:00	1555			négatif	négatif	0.000
		M6	6	25/3/23 18:00	1975					
		M7	7	26/3/23 1:00	2395			négatif	négatif	0.000
		M8	8	26/3/23 8:00	2815					
		M9	9	26/3/23 15:00	3235			négatif	négatif	0.000
		M10	10	26/3/23 22:00	3655					
		M11	11	27/3/23 5:00	4075			négatif	négatif	0.000
		M12	12	27/3/23 12:00	4495					
		M13	13	27/3/23 19:00	4915			négatif	négatif	0.000
		M14	14	28/3/23 2:00	5335					
		M15	15	28/3/23 9:00	5755			négatif	négatif	0.000
		M16	16	28/3/23 16:00	6175					
		M17	17	28/3/23 23:00	6595			négatif	négatif	0.000
		M18	18	29/3/23 6:00	7015					
		M19	19	29/3/23 13:00	7435			négatif	négatif	0.000
		M20	20	29/3/23 20:00	7855					
		M21	21	30/3/23 3:00	8275			négatif	négatif	0.000
		M22	22	30/3/23 10:00	8695					
		M23	23	30/3/23 17:00	9115			négatif	négatif	0.000
		M24	24	31/3/23 0:00	9535					
		M Muscadelle	Manuel	31/3/23 8:30	10045			négatif	négatif	0.000
Série 2		M2_1	1	31/3/23 14:00	10375					
		M2_2	2	31/3/23 21:00	10795			négatif	négatif	0.000
		M2_3	3	1/4/23 4:00	11215					
		M2_4	4	1/4/23 11:00	11635			négatif	négatif	0.000
		M2_5	5	1/4/23 18:00	12055					
		M2_6	6	2/4/23 1:00	12475			négatif	négatif	0.000
		M2_7	7	2/4/23 8:00	12895					
		M2_8	8	2/4/23 15:00	13315			négatif	négatif	0.000
		M2_9	9	2/4/23 22:00	13735					
		M2_10	10	3/4/23 5:00	14155			négatif	négatif	0.000
		M2_11	11	3/4/23 12:00	14575					
		M2_12	12	3/4/23 19:00	14995			négatif	négatif	0.000
		M2_13	13	4/4/23 2:00	15415					
		M2_14	14	4/4/23 9:00	15835			négatif	négatif	0.000
		M2_15	15	4/4/23 16:00	16255					
		M2_16	16	4/4/23 23:00	16675			négatif	négatif	0.000
		M2_17	17	5/4/23 6:00	17095					
		M2_18	18	5/4/23 13:00	17515			négatif	négatif	0.000
		M2_19	19	5/4/23 20:00	17935					
		M2_20	20	6/4/23 3:00	18355			négatif	négatif	0.000
		M2_21	21	6/4/23 10:00	18775					
		M2_22	22	6/4/23 17:00	19195			négatif	négatif	0.000
		M2_23	23	7/4/23 0:00	19615					
		M2_24	24	7/4/23 7:00	20035			négatif	négatif	0.000
		M2_Manuel	Manuel	7/4/23 12:50	20385			négatif	négatif	0.000
Série 3		M3_1	1	7/4/23 20:00	20815					
		M3_2	2	8/4/23 3:00	21235			négatif	négatif	0.000
		M3_3	3	8/4/23 10:00	21655					
		M3_4	4	8/4/23 17:00	22075			négatif	négatif	0.000
		M3_5	5	9/4/23 0:00	22495					
		M3_6	6	9/4/23 7:00	22915			négatif	négatif	0.000
		M3_7	7	9/4/23 14:00	23335					
		M3_8	8	9/4/23 21:00	23755			négatif	négatif	0.000
		M3_9	9	10/4/23 4:00	24175					
		M3_10	10	10/4/23 11:00	24595			négatif	négatif	0.000
		M3_11	11	10/4/23 18:00	25015					
		M3_12	12	11/4/23 1:00	25435			négatif	négatif	0.000
		M3_13	13	11/4/23 8:00	25855					
		M3_14	14	11/4/23 15:00	26275			négatif	négatif	0.000
		M3_15	15	11/4/23 22:00	26695					
		M3_16	16	12/4/23 5:00	27115			négatif	négatif	0.000
		M3_17	17	12/4/23 12:00	27535					
		M3_18	18	12/4/23 19:00	27955			négatif	négatif	0.000
		M3_19	19	13/4/23 2:00	28375					
		M3_20	20	13/4/23 9:00	28795			négatif	négatif	0.000
		M3_21	21	13/4/23 16:00	29215					
		M3_22	22	13/4/23 23:00	29635			négatif	négatif	0.000
		M3_23	23	14/4/23 6:00	30055					
		M3_24	24	14/4/23 13:00	30475			négatif	négatif	0.000
		M3_Manuel	Manuel	14/4/23 8:30	30205					
Série 4		M4_1	1	14/4/23 20:00	30895					
		M4_2	2	15/4/23 10:00	31735			négatif	négatif	0.000
		M4_3	3	16/4/23 0:00	32575					
		M4_4	4	16/4/23 14:00	33415			négatif	négatif	0.000
		M4_5	5	17/4/23 4:00	34255					
		M4_6	6	17/4/23 18:00	35095			négatif	négatif	0.000
		M4_7	7	18/4/23 8:00	35935					
		M4_8	8	18/4/23 22:00	36775			négatif	négatif	0.000
		M4_9	9	19/4/23 12:00	37615					
		M4_10	10	20/4/23 2:00	38455			négatif	négatif	0.000
		M4_11	11	20/4/23 16:00	39295					
		M4_12	12	21/4/23 6:00	40135			négatif	négatif	0.000
		M4_13	13	21/4/23 20:00	40975					
		M4_14	14	22/4/23 10:00	41815			négatif	négatif	0.000
		M4_15	15	23/4/23 0:00	42655					
		M4_16	16	23/4/23 14:00	43495			négatif	négatif	0.000
		M4_17	17	24/4/23 4:00	44335					
		M4_18	18	24/4/23 18:00	45175			négatif	négatif	0.000
					-64813505					
					-64813505					
					-64813505					
					-64813505					
					-64813505					
					-64813505					
		M4_Manuel	Manuel	28/4/23 7:30	50305			négatif	négatif	0.000

Traçages des bassins de décantation A29, A31, A32 et A36 Causse du Larzac Nord

Remarques	Flacon	N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C ⁺ brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C ⁺ nette en ng/mL
Traçage										
Date d'injection	Bassin A31									
Point d'injection	23/11/2022 13:30									
Traceur	Bassin A31									
Masse injectée	Sulfo B									
Lieu de prélèvement	400g									
	Source du Boundoulaou									
Série 1										
		B1_1	1	23/11/22 12:00	-90			négatif	négatif	0.000
		B1_2	2	23/11/22 18:00	270			négatif	négatif	0.000
		B1_3	3	24/11/22 0:00	630			négatif	négatif	0.000
		B1_4	4	24/11/22 6:00	990					0.000
		B1_5	5	24/11/22 12:00	1350			négatif	négatif	0.000
		B1_6	6	24/11/22 18:00	1710					0.000
		B1_7	7	25/11/22 0:00	2070			négatif	négatif	0.000
		B1_8	8	25/11/22 6:00	2430					0.000
		B1_9	9	25/11/22 12:00	2790			négatif	négatif	0.000
		B1_10	10	25/11/22 18:00	3150					0.000
		B1_11	11	26/11/22 0:00	3510			négatif	négatif	0.000
		B1_12	12	26/11/22 6:00	3870					0.000
		B1_13	13	26/11/22 12:00	4230			négatif	négatif	0.000
		B1_14	14	26/11/22 18:00	4590					0.000
		B1_15	15	27/11/22 0:00	4950			négatif	négatif	0.000
		B1_16	16	27/11/22 6:00	5310					0.000
		B1_17	17	27/11/22 12:00	5670			négatif	négatif	0.000
		B1_18	18	27/11/22 18:00	6030					0.000
		B1_19	19	28/11/22 0:00	6390			négatif	négatif	0.000
		B1_20	20	28/11/22 6:00	6750					0.000
		B1_21	21	28/11/22 12:00	7110			négatif	négatif	0.000
		B1_22	22	28/11/22 18:00	7470					0.000
		B1_23	23	29/11/22 0:00	7830			négatif	négatif	0.000
		B1_24	24	29/11/22 6:00	8190					0.000
		B1_Manuel	Manuel	29/11/22 13:00	8610			négatif	négatif	0.000
Série 2										
		B2_1	1	29/11/22 20:00	9030					0.000
		B2_2	2	30/11/22 3:00	9450			négatif	négatif	0.000
		B2_3	3	30/11/22 10:00	9870					0.000
		B2_4	4	30/11/22 17:00	10290			négatif	négatif	0.000
		B2_5	5	1/12/22 0:00	10710					0.000
		B2_6	6	1/12/22 7:00	11130			négatif	négatif	0.000
		B2_7	7	1/12/22 14:00	11550					0.000
		B2_8	8	1/12/22 21:00	11970			négatif	négatif	0.000
		B2_9	9	2/12/22 4:00	12390					0.000
		B2_10	10	2/12/22 11:00	12810			négatif	négatif	0.000
		B2_11	11	2/12/22 18:00	13230					0.000
		B2_12	12	3/12/22 1:00	13650			négatif	négatif	0.000
		B2_13	13	3/12/22 8:00	14070					0.000
		B2_14	14	3/12/22 15:00	14490			négatif	négatif	0.000
		B2_15	15	3/12/22 22:00	14910					0.000
		B2_16	16	4/12/22 5:00	15330			négatif	négatif	0.000
		B2_17	17	4/12/22 12:00	15750					0.000
		B2_18	18	4/12/22 19:00	16170			négatif	négatif	0.000
		B2_19	19	5/12/22 2:00	16590					0.000
		B2_20	20	5/12/22 9:00	17010			négatif	négatif	0.000
		B2_21	21	5/12/22 16:00	17430					0.000
		B2_22	22	5/12/22 23:00	17850			négatif	négatif	0.000
		B2_23	23	6/12/22 6:00	18270		0.058	négatif	négatif	0.000
		B2_24	24		-64639530					0.000
		B2_M	Manuel	6/12/22 13:00	18690		0.053	négatif	négatif	0.000
Série 3										
		B3_1	1	6/12/22 20:00	19110		0.095	positif	positif	0.045
		B3_2	2	7/12/22 6:00	19710		0.135			0.085
		B3_3	3	7/12/22 16:00	20310		0.151			0.101
		B3_4	4	8/12/22 2:00	20910		0.259			0.209
		B3_5	5	8/12/22 12:00	21510		0.373			0.323
		B3_6	6	8/12/22 22:00	22110		0.524			0.474
		B3_7	7	9/12/22 8:00	22710		0.759			0.709
		B3_8	8	9/12/22 18:00	23310		0.953			0.903
		B3_9	9	10/12/22 4:00	23910		1.154			1.104
		B3_10	10	10/12/22 14:00	24510		1.260			1.210
		B3_11	11	11/12/22 0:00	25110		1.280			1.230
		B3_12	12	11/12/22 10:00	25710		1.394			1.344
		B3_13	13	11/12/22 20:00	26310		1.478			1.428
		B3_14	14	12/12/22 6:00	26910		1.352			1.302
		B3_15	15	12/12/22 18:00	27510		1.299			1.249
		B3_16	16	13/12/22 2:00	28110		1.210			1.160
		B3_17	17	13/12/22 12:00	28710		1.192			1.142
		B3_18	18	13/12/22 22:00	29310		1.084			1.034
		B3_19	19	14/12/22 8:00	29910		0.967			0.917
		B3_20	20							
		B3_21	21							
		B3_22	22							
		B3_23	23							
		B3_24	24							
		B3_Manuel	Manuel	14/12/22 13:30	30240		0.878			0.828
Série 4										
		B4_1	1	14/12/22 20:00	30630		0.821			0.771
		B4_2	2	15/12/22 16:00	31830		0.700			0.650
		B4_3	3	16/12/22 12:00	33030		0.407			0.357
		B4_4	4	17/12/22 8:00	34230		0.328			0.278
		B4_5	5	18/12/22 4:00	35430		0.348			0.298
		B4_6	6	19/12/22 0:00	36630		0.309			0.259
		B4_7	7	19/12/22 20:00	37830		0.286			0.236
		B4_8	8	20/12/22 16:00	39030		0.250			0.200
		B4_9	9	21/12/22 12:00	40230		0.224			0.174
		B4_10	10	22/12/22 8:00	41430		0.175			0.125
		B4_11	11	23/12/22 4:00	42630		0.165			0.115
		B4_12	12	24/12/22 0:00	43830		0.166			0.116
		B4_13	13	24/12/22 20:00	45030		0.154			0.104
		B4_14	14	25/12/22 16:00	46230		0.137			0.087
		B4_15	15	26/12/22 12:00	47430		0.141			0.091
		B4_16	16	27/12/22 8:00	48630		0.143			0.093
		B4_17	17	28/12/22 4:00	49830		0.133			0.083
		B4_18	18	29/12/22 0:00	51030		0.126			0.076
		B4_19	19	29/12/22 20:00	52230		0.112			0.062
		B4_20	20	30/12/22 16:00	53430		0.106			0.056
		B4_21	21	31/12/22 12:00	54630		0.103			0.053
		B4_22	22	1/1/23 8:00	55830		0.100			0.050
		B4_23	23	2/1/23 4:00	57030		0.100			0.050
		B4_24	24	3/1/23 0:00	58230		0.098			0.048
		B3_Manuel	Manuel	3/1/23 15:10	59140		0.093	positif	positif	0.043

Traçages des bassins de décantation A29, A31, A32 et A36 Causse du Larzac Nord

Remarques	Flacon	N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C ⁺ brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C ⁺ nette en ng/mL
Traçage Bassin A32 Date d'injection 23/11/2022 13:50 Point d'injection Bassin A31 Traceur Fluo Masse injectée 450g Lieu de prélèvement Source du Boundoulaou										
Série 1		B1_1	1	23/11/22 12:00	-110					0.000
		B1_2	2	23/11/22 18:00	250			négatif	négatif	0.000
		B1_3	3	24/11/22 0:00	610			négatif	négatif	0.000
		B1_4	4	24/11/22 6:00	970					0.000
		B1_5	5	24/11/22 12:00	1330			négatif	négatif	0.000
		B1_6	6	24/11/22 18:00	1690					0.000
		B1_7	7	25/11/22 0:00	2050			négatif	négatif	0.000
		B1_8	8	25/11/22 6:00	2410					0.000
		B1_9	9	25/11/22 12:00	2770			négatif	négatif	0.000
		B1_10	10	25/11/22 18:00	3130					0.000
		B1_11	11	26/11/22 0:00	3490			négatif	négatif	0.000
		B1_12	12	26/11/22 6:00	3850					0.000
		B1_13	13	26/11/22 12:00	4210			négatif	négatif	0.000
		B1_14	14	26/11/22 18:00	4570					0.000
		B1_15	15	27/11/22 0:00	4930			négatif	négatif	0.000
		B1_16	16	27/11/22 6:00	5290					0.000
		B1_17	17	27/11/22 12:00	5650			négatif	négatif	0.000
		B1_18	18	27/11/22 18:00	6010					0.000
		B1_19	19	28/11/22 0:00	6370			négatif	négatif	0.000
		B1_20	20	28/11/22 6:00	6730					0.000
		B1_21	21	28/11/22 12:00	7090			négatif	négatif	0.000
		B1_22	22	28/11/22 18:00	7450					0.000
		B1_23	23	29/11/22 0:00	7810			négatif	négatif	0.000
		B1_24	24	29/11/22 6:00	8170					0.000
		B1_Manuel	Manuel	29/11/22 13:00	8590			négatif	négatif	0.000
Série 2		B2_1	1	29/11/22 20:00	9010					0.000
		B2_2	2	30/11/22 3:00	9430			négatif	négatif	0.000
		B2_3	3	30/11/22 10:00	9850					0.000
		B2_4	4	30/11/22 17:00	10270			négatif	négatif	0.000
		B2_5	5	1/12/22 0:00	10690					0.000
		B2_6	6	1/12/22 7:00	11110			négatif	négatif	0.000
		B2_7	7	1/12/22 14:00	11530					0.000
		B2_8	8	1/12/22 21:00	11950			négatif	négatif	0.000
		B2_9	9	2/12/22 4:00	12370					0.000
		B2_10	10	2/12/22 11:00	12790			négatif	négatif	0.000
		B2_11	11	2/12/22 18:00	13210					0.000
		B2_12	12	3/12/22 1:00	13630			négatif	négatif	0.000
		B2_13	13	3/12/22 8:00	14050					0.000
		B2_14	14	3/12/22 15:00	14470			négatif	négatif	0.000
		B2_15	15	3/12/22 22:00	14890					0.000
		B2_16	16	4/12/22 5:00	15310			négatif	négatif	0.000
		B2_17	17	4/12/22 12:00	15730					0.000
		B2_18	18	4/12/22 19:00	16150			négatif	négatif	0.000
		B2_19	19	5/12/22 2:00	16570					0.000
		B2_20	20	5/12/22 9:00	16990			négatif	négatif	0.000
		B2_21	21	5/12/22 16:00	17410					0.000
		B2_22	22	5/12/22 23:00	17830			négatif	négatif	0.000
		B2_23	23	6/12/22 6:00	18250			négatif	négatif	0.000
		B2_24	24		-64639550					0.000
		B2_M	Manuel	6/12/22 13:00	18670					0.000
Série 3		B3_1	1	6/12/22 20:00	19090			négatif	négatif	0.000
		B3_2	2	7/12/22 6:00	19690					0.000
		B3_3	3	7/12/22 16:00	20290			négatif	négatif	0.000
		B3_4	4	8/12/22 2:00	20890					0.000
		B3_5	5	8/12/22 12:00	21490			négatif	négatif	0.000
		B3_6	6	8/12/22 22:00	22090					0.000
		B3_7	7	9/12/22 8:00	22690			négatif	négatif	0.000
		B3_8	8	9/12/22 18:00	23290					0.000
		B3_9	9	10/12/22 4:00	23890			négatif	négatif	0.000
		B3_10	10	10/12/22 14:00	24490					0.000
		B3_11	11	11/12/22 0:00	25090			négatif	négatif	0.000
		B3_12	12	11/12/22 10:00	25690					0.000
		B3_13	13	11/12/22 20:00	26290			négatif	négatif	0.000
		B3_14	14	12/12/22 6:00	26890					0.000
		B3_15	15	12/12/22 16:00	27490		0.015	négatif	négatif	0.000
		B3_16	16	13/12/22 2:00	28090		0.016	négatif	négatif	0.000
		B3_17	17	13/12/22 12:00	28690		0.021	traces	traces	0.006
		B3_18	18	13/12/22 22:00	29290		0.047	positif	positif	0.032
		B3_19	19	14/12/22 8:00	29890		0.092			0.077
		B3_20	20							
		B3_21	21							
		B3_22	22							
		B3_23	23							
		B3_24	24							
		B3_Manuel	Manuel	14/12/22 13:30	30220		0.214			0.199
Série 4		B4_1	1	14/12/22 20:00	30610		0.335			0.320
		B4_2	2	15/12/22 16:00	31810		0.599			0.584
		B4_3	3	16/12/22 12:00	33010		0.585			0.570
		B4_4	4	17/12/22 8:00	34210		0.279			0.264
		B4_5	5	18/12/22 4:00	35410		0.164			0.149
		B4_6	6	19/12/22 0:00	36610		0.097			0.082
		B4_7	7	19/12/22 20:00	37810		0.066			0.051
		B4_8	8	20/12/22 16:00	39010		0.055			0.040
		B4_9	9	21/12/22 12:00	40210		0.058			0.043
		B4_10	10	22/12/22 8:00	41410		0.047			0.032
		B4_11	11	23/12/22 4:00	42610		0.044			0.029
		B4_12	12	24/12/22 0:00	43810		0.041			0.026
		B4_13	13	24/12/22 20:00	45010		0.036			0.021
		B4_14	14	25/12/22 16:00	46210		0.038			0.023
		B4_15	15	26/12/22 12:00	47410		0.038			0.023
		B4_16	16	27/12/22 8:00	48610		0.032			0.017
		B4_17	17	28/12/22 4:00	49810		0.028			0.013
		B4_18	18	29/12/22 0:00	51010		0.027			0.012
		B4_19	19	29/12/22 20:00	52210		0.039			0.024
		B4_20	20	30/12/22 16:00	53410		0.028			0.013
		B4_21	21	31/12/22 12:00	54610		0.022			0.007
		B4_22	22	1/1/23 8:00	55810		0.020			0.005
		B4_23	23	2/1/23 4:00	57010		0.021			0.006
		B4_24	24	3/1/23 0:00	58210		0.016			0.001
		B3_Manuel	Manuel		-64639550		0.021	traces	traces	0.006

Traçage des bassins de décantation A29, A31, A32 et A36 Causse du Larzac Nord

Traçage										
Date d'injection	19/09/2022 12:00		le 28/09/2022	15:00Tu observation riverain + photo de la fluo						
Point d'injection	Bassin_A36 A75									
Traceur	Fluo									
Masse injectée	9Kg									
Lieu de prélèvement	Riou Ferrant Aval									
Remarques	Flacon	N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C* brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Série 1		R1_1	1	20/9/22 6:40	1120	0.023		négatif	négatif	0.000
		R1_2	2	20/9/22 20:40	1960			négatif	négatif	0.000
		R1_3	3	21/9/22 10:40	2800			négatif	négatif	0.000
		R1_4	4	22/9/22 0:40	3640			négatif	négatif	0.000
		R1_5	5	22/9/22 14:40	4480	0.023		négatif	négatif	0.000
		R1_6	6	23/9/22 4:40	5320			négatif	négatif	0.000
		R1_7	7	23/9/22 18:40	6160			négatif	négatif	0.000
		R1_8	8	24/9/22 8:40	7000	0.022		négatif	négatif	0.000
		R1_9	9	24/9/22 22:40	7840	0.027		traces	traces	0.007
		R1_10	10	25/9/22 12:40	8680	0.451				0.431
		R1_11	11	26/9/22 2:40	9520	17.583				17.563
		R1_12	12	26/9/22 16:40	10360	31.245				31.225
		R1_13	13	27/9/22 6:40	11200	68.317				68.297
		R1_14	14	27/9/22 20:40	12040	104.750				104.730
observation visuelle de la fluo		R1_15	15	28/9/22 10:40	12880	124.850				124.830
		R1_16	16	29/9/22 0:40	13720	104.400				104.380
		R1_17	17	29/9/22 14:40	14560	84.383				84.363
		R1_18	18	30/9/22 4:40	15400	68.853				68.833
		R1_19	19	30/9/22 18:40	16240	38.825				38.805
		R1_20	20	1/10/22 8:40	17080	24.175				24.155
		R1_21	21	1/10/22 22:40	17920	17.124				17.104
		R1_22	22	2/10/22 12:40	18760	13.133				13.113
		R1_M	Manuel	3/10/22 13:45	20265	5.114				5.094
Série 2		R2_1	1	3/10/22 20:00	20640	4.153				4.133
		R2_2	2	4/10/22 10:00	21480	3.287				3.267
		R2_3	3	5/10/22 0:00	22320	2.526				2.506
		R2_4	4	5/10/22 14:00	23160	2.240				2.220
		R2_5	5	6/10/22 4:00	24000	1.897				1.877
		R2_6	6	6/10/22 18:00	24840	1.63				1.610
		R2_7	7	7/10/22 8:00	25680	1.478				1.458
		R2_8	8	7/10/22 22:00	26520	1.125				1.105
		R2_9	9	8/10/22 12:00	27360	0.914				0.894
		R2_10	10	9/10/22 2:00	28200	0.731				0.711
		R2_11	11	9/10/22 16:00	29040	0.865				0.845
		R2_12	12	10/10/22 6:00	29880	1.055				1.035
		R2_13	13	10/10/22 20:00	30720	1.123				1.103
		R2_14	14	11/10/22 10:00	31560	0.951				0.931
		R2_15	15	12/10/22 0:00	32400	0.811				0.791
		R2_16	16	12/10/22 14:00	33240	0.712				0.692
		R2_17	17	13/10/22 4:00	34080	0.584				0.564
		R2_18	18	13/10/22 18:00	34920	0.522				0.502
		R2_19	19	14/10/22 8:00	35760	0.450				0.430
		R2_20	20	14/10/22 22:00	36600	0.441				0.421
		R2_21	21	15/10/22 12:00	37440	0.439				0.419
		R2_22	22	16/10/22 2:00	38280	0.381				0.361
		R2_23	23	16/10/22 16:00	39120	0.482				0.462
		R2_24	24	17/10/22 6:00	39960	0.343				0.323
		R2_Manuel	Manuel	20/10/22 12:00	44640	0.230				0.210

Traçage										
Date d'injection	19/09/2022 12:00		le 06/10/2022	10:00Tu observation riverain + photo de la fluo						
Point d'injection	Bassin_A36 A75									
Traceur	Fluo									
Masse injectée	9Kg									
Lieu de prélèvement	Moulin de Laumet									
Remarques	Flacon	N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C* brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Série 1		L1	1	27/6/22 7:30	-121230					0.000
		L2	2	18/9/22 11:00	-1500					0.000
		L3	3	19/9/22 10:00	-120					0.000
		L4	4	20/9/22 10:00	1320					0.000
		L5	5	21/9/22 10:00	2760					0.000
		L6	6	22/9/22 10:00	4200					0.000
		L7	7	23/9/22 10:00	5640					0.000
		L8	8	24/9/22 10:00	7080					0.000
		L9	9	25/9/22 9:45	8505					0.000
		L10	10	26/9/22 10:00	9960					0.000
		L11	11	27/9/22 10:00	11400					0.000
		L12	12	28/9/22 10:30	12870					0.000
		L13	13	29/9/22 10:15	14295					0.000
		L14	14	30/9/22 10:45	15765					0.000
		L15	15	1/10/22 10:00	17160	0.009		négatif	négatif	0.000
		L16	16	2/10/22 10:00	18600					0.000
		L17	17	3/10/22 10:00	20040	0.014		négatif	négatif	0.000
début restitution fluorimètre		L18	18	4/10/22 12:00	21600	0.170				0.161
		L19	19	5/10/22 10:00	22920	3.070				3.061
observation visuelle de la fluo		L20	20	6/10/22 10:15	24375	14.755				14.746
observation visuelle de la fluo		L21	21	7/10/22 10:00	25800	23.457				23.448
observation visuelle de la fluo		L22	22	8/10/22 9:30	27210	33.360				33.351
observation visuelle de la fluo		L23	23	9/10/22 10:00	28680	0.658				0.649
observation visuelle de la fluo		L24	24	10/10/22 10:30	30150	34.254				34.245
observation visuelle de la fluo		L25	25	11/10/22 10:00	31560	17.256				17.247
observation visuelle de la fluo		L26	26	12/10/22 11:15	33075	7.012				7.003
observation visuelle de la fluo		L27	27	13/10/22 12:30	34590	3.003				2.994
observation visuelle de la fluo		L28	28	14/10/22 11:45	35985	1.029				1.020
observation visuelle de la fluo		L29	29	15/10/22 14:00	37560	0.618				0.609
		L30	30	16/10/22 10:00	38760	0.105				0.096

ANNEXES II

Fiche de Synthèse des traçages

Traçage DIR/PNRGC - Bassin A29 - 24/03/2023



Condition d'injection : Inconnu, tranchée inaccessible

Commune et département : Creissels (12)

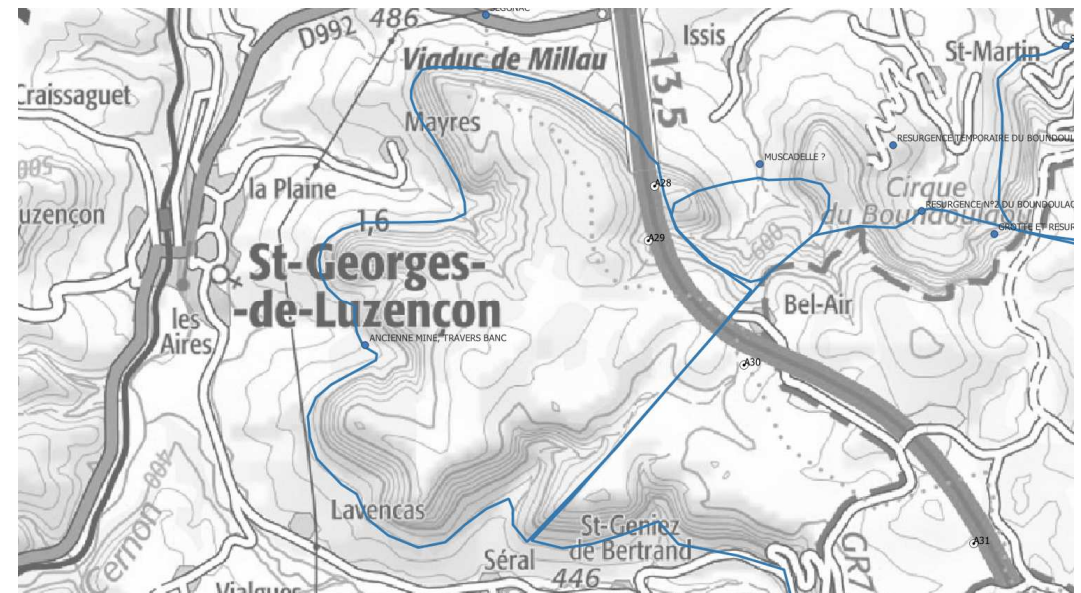
Point d'injection	X (L 93)	Y (L 93)	Z (m)	Traceur	Masse (g)	Heure injection
Bassin A29	701981.69	6329543.98	716	Fluorescéine	250 g	24/03/23 09h05 Tu

Courbes de restitution du traceur - DTS

Point de suivi	X (L 93)	Y (L 93)	Traceur restitué	Type de restitution
Travers banc	700051.590	6328820.447	Aucun	-
Muscadelle	702751.145	6330061.908	Aucun	-

Résultats et interprétation	
Lieu d'injection	Bassin A29
Date de l'injection	24/03/2023 09 :05
Traceur utilisé	Fluorescéine
Restitution	Aucune
Distance apparente (m)	
Masse injecté (g)	450
Masse restituée (g)	0
Restitution (%)	0
Temps	
Apparition du traceur (i)	
Temps minimal de transit (h)	
Temps modale (h)	
Temps moyen de séjour (h)	
Durée de restitution (h)	
Vitesse	
Vitesse maximale (m/h)	
Vitesse modale (m/h)	
Vitesse moyenne (m/h)	
Vitesse apparente (m/h)	
Concentration et dilution	
Concentration max (ug/l)	
Dilution unitaire (l-1)	
DTS max (h)	
Volume de Allen (m3)	

Carte de restitution du traçage



Condition d'injection : En sortie du bassin, vers tranchée d'infiltration

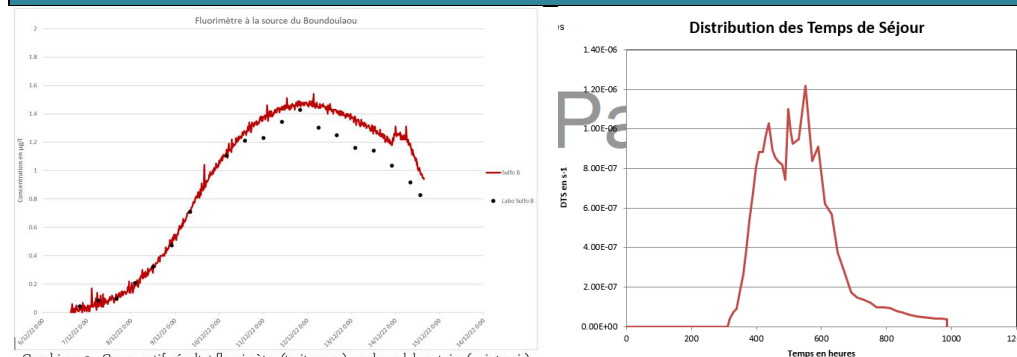
Commune et département : La Bastide-Pradines (12)

Point d'injection	X (L 93)	Y (L 93)	Z (m)	Traceur	Masse (g)	Heure injection
Bassin A31	704209.25	6327466.97	734	Sulforhodamine B	400g	23/11/20 22 13h15 Tu

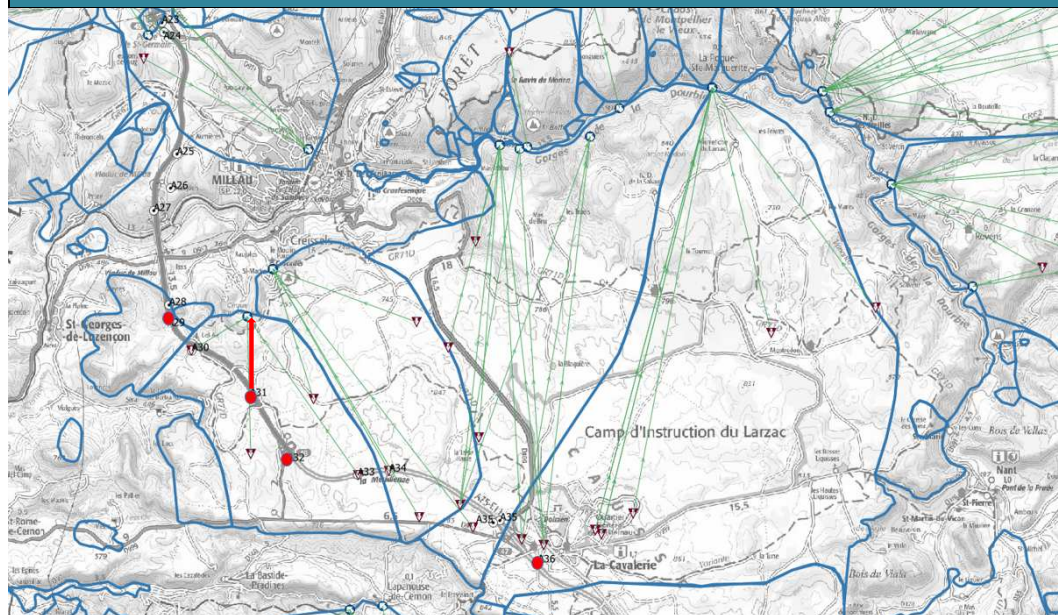
Point de suivi	X (L 93)	Y (L 93)	Traceur restitué	Type de restitution
Boundoulaou	703852.395	6329753.416	Sulforhodamine B	Fluorimètre/ Laboratoire

Résultats et interprétation	
Lieu d'injection	23/11/2022 13h15 Tu
Date de l'injection	Bassin A31
Traceur utilisé	Sulforhodamine B
Restitution	Boundoulaou
Distance apparente (m)	2.13 Km
Masse injecté (g)	400
Masse restituée (g)	88
Restitution (%)	21.9%
Temps	
Apparition traceur	06/12/2022 20h00
Disparition traceur	03/01/2023 15h10
Temps modal	439 h
Durée de restitution	667 h / 28 jrs
Temps moyen de séjour	535 h / 22 jrs
D.T.S max	551 h
Vitesse	
Vitesse d'apparition	6.68 m/h
Vitesse moyenne	4.16 m/h
Vitesse modale	4.85 m/h
Vitesse apparente	3.98 m/h
Concentration et dilution	
Concentration maxi	1.428 µg/L
Dilution unitaire	1/280 112 044 ⁻¹
Volume de Allen	153 913 m3
Section de Allen	72.26 m2

Courbes de restitution du traceur - DTS



Carte de restitution du traçage



Traçage DIR/PNRGC - Bassin A32 - 23/11/2022



Condition d'injection : En sortie du bassin, vers tranchée d'infiltration non accessible

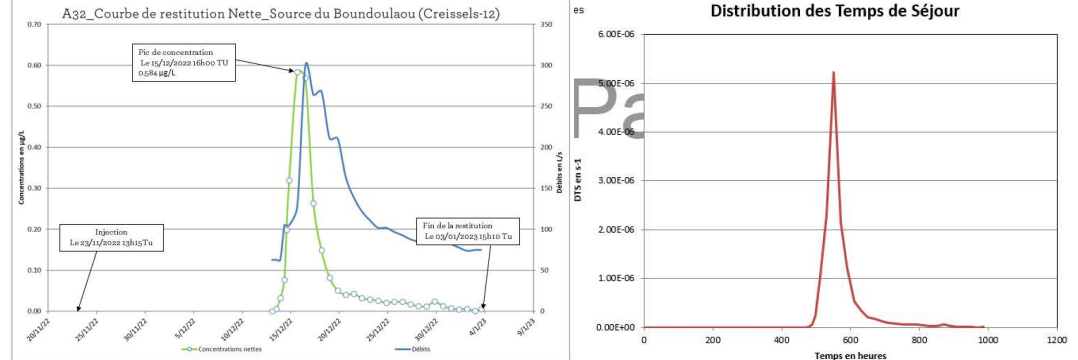
Commune et département : La Bastide-Pradines (12)

Point d'injection	X (L 93)	Y (L 93)	Z (m)	Traceur	Masse (g)	Heure injection
Bassin A32	705229.76	6325700.88	754	Fluorescéine	450	23/11/22 13h50 tu

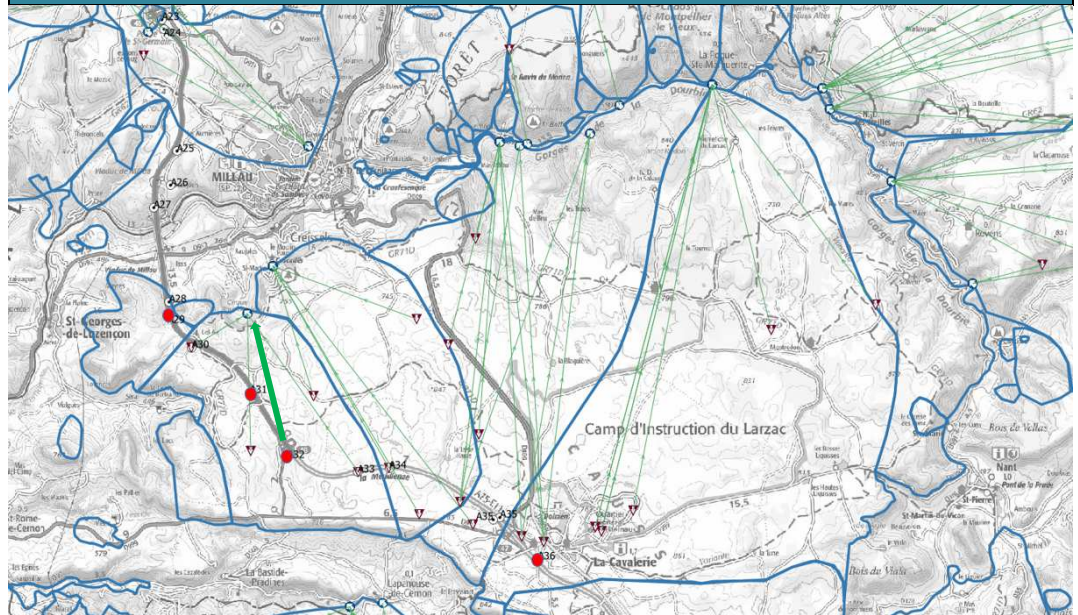
Point de suivi	X (L 93)	Y (L 93)	Traceur restitué	Type de restitution
Boundoulaou	703852.395	6329753.416	Fluorescéine	Fluorimètre/ Laboratoire

Résultats et interprétation	
Injection le	23/11/2022 13 :15
Lieu d'injection	Bassin A 32
Traceur	Fluorescéine
Restitution	Boundoulaou
Distance apparente	4.04 Km
Masse injectée en g	450
Masse restituée en g	33
Taux de restitution	7.25 %
Temps	
Apparition traceur	13/12/2022 12h00
Disparition traceur	03/01/2023 15h00
Temps modal	530.7 h / 22 jrs
Durée de restitution	507 h / 21 jrs
Temps moyen de séjour	570 h / 23.7 jrs
D.T.S max	551 h / 23 jrs
Vitesse	
Vitesse d'apparition	8.44 m/h
Vitesse moyenne	7.15 m/h
Vitesse modale	7.61 m/h
Vitesse apparente	7.08 m/h
Concentration et dilution	
Concentration maxi	0.584 µg/L
Dilution unitaire	770 547 945 l ⁻¹
Volume de Allen	162 240 m ³
Section de Allen	40 m ²

Courbes de restitution du traceur - DTS



Carte de restitution du traçage



Traçage DIR/PNRGC - Bassin A36 - 23/11/2022

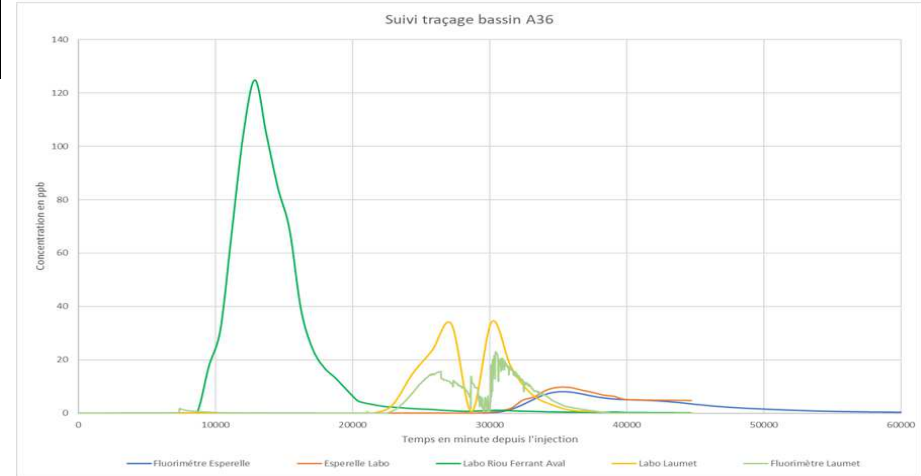


Condition d'injection : En sortie de bassin dans zone d'infiltration avec aven

Commune et département : La Cavalerie (12)

Point d'injection	X (L 93)	Y (L 93)	Z (m)	Traceur	Masse (g)	Heure injection
Bassin A36	712019.07	6322966.27	800	Fluorescéine	9 000	19/09/2022 12h00Tu

Courbes de restitution du traceur - DTS



Graphique 7 - Multi-restitution du traçage A36

Point de suivi	X (L 93)	Y (L 93)	Traceur restitué	Type de restitution
Riou Ferrant Aval	710989.127	6334239.593	Fluorescéine	Visuel/Laboratoire
Riou Ferrant Amont	711530.020	6334135.368	Fluorescéine	Visuel/Laboratoire
Moulin Laumet	713314.428	6334471.404	Fluorescéine	Visuel/Fluorimètre/Laboratoire
Esperelle	716760.150	6335791.291	Fluorescéine	Visuel/Fluorimètre/Laboratoire

Source de	Esperelle	Riou Ferrant Aval
-----------	-----------	-------------------

Injection le	19/09/2022 12 :00	
Lieu d'injection	Bassin A 36	
Traceur	Fluorescéine	
Restitution	Riou Ferrant aval et amont, Moulin Laumet, Esperelle	
Distance apparente	13 700m	11 330
Masse injectée en g	9000	
Masse restituée en g	912	1800*
Taux de restitution	10.1 %	20.6%*

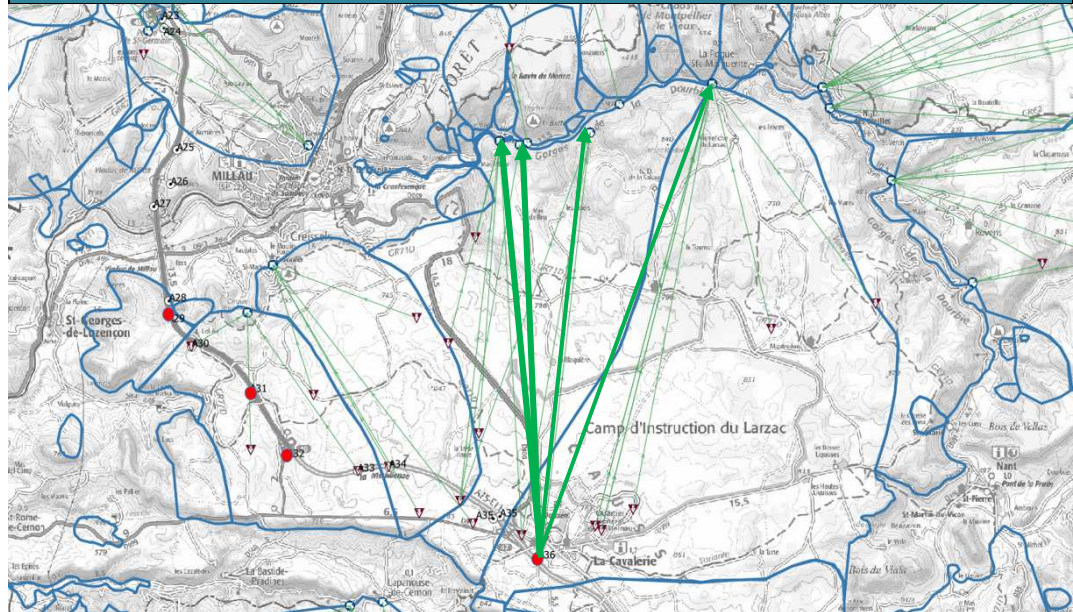
Temps		
Apparition traceur	09/10/22 16h00	24/09/22 22 :40
Disparition traceur	02/11/22 00h00	20/10/22 12 :00
Temps modal	596 h / 25 jrs	215 h / 8,9 jrs
Durée de restitution	560 h / 23,3 jrs	613 h / 25,5 jrs
Temps moyen de séjour	658 h / 27,4 jrs	234 h / 9,7 jrs
D.T.S max	582 h / 24,2 jrs	215 h / 8,9 jrs

Vitesse		
Vitesse d'apparition	28,3 m/h	86,7 m/h
Vitesse moyenne	21,3 m/h	50,1 m/h
Vitesse modale	23 m/h	52,8 m/h
Vitesse apparente	20,8 m/h	48 m/h

Concentration et dilution		
Concentration maxi	9.747 µg/L	124.83 µg/L
Dilution unitaire	770 547 945l ⁻¹	
Volume de Allen	343 216 m ³	42 477 m ³ *
Section de Allen	25 m ²	3,7 m ² *

Tableau 8 - Synthèse traçage bassin A36 (*estimation)

Carte de restitution du traçage



Traçages des bassins de décantation A29, A31, A32 et A36 Causse du Larzac Nord