



## 8 Bassin d'alimentation

Dans le cadre de la présente étude, CALLIGÉE a eu pour mission de préciser l'origine des eaux captées et de caractériser les modes d'écoulements souterrains vers les émergences. Pour cela un multi-traçage hydrogéologique a été réalisé.

### 8.1 - TRAÇAGES HYDROGEOLOGIQUES

---

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

- La masse de traceur injectée doit être suffisante pour que sa présence puisse être détectée à l'exutoire. Les limites de détection des laboratoires actuels sont cependant très faibles (de 0,1 à 0,2 µg/l),
- L'injection de colorant doit être instantanée (impulsion ou signal de Dirac) de manière à obtenir une réponse du système facilement interprétable,
- L'échantillonnage à la sortie du système karstique (source, forage) doit être réalisé avec un pas de temps adapté pour établir les variations de concentration du traceur restitué en fonction du temps.

Les débits à l'exutoire doivent être si possible connus afin de calculer notamment le pourcentage de traceur restitué à chaque exutoire et à établir les courbes de DTS (Distribution de Temps de Séjour) au sein de l'aquifère.

L'interprétation des traçages permet alors d'obtenir des informations :

- Sur la structure d'un système karstique si on s'intéresse au flux de traceur ayant transité par ce système (DTS),
- Sur le transit de l'eau si on s'intéresse aux vitesses et aux temps de circulation de l'eau,
- Sur la capacité de dilution du système.

Deux traçages, à effectuer en période de moyennes ou hautes eaux, ont été demandés par l'hydrogéologue agréé P. CHEMIN (avis sanitaire du 27/12/2016 - **Annexe 1**) :

- L'un dans le fond de thalweg en amont de la RD911 (probablement en lien avec les risques de pollution générés par cet axe routier),
- L'autre dans la zone de thalweg au centre du hameau de l'Hermet (probablement en lien avec la problématique des assainissements non collectifs),

Pour rappel, en juillet 2014, dans l'objectif d'améliorer la connaissance des limites des bassins d'alimentation des sources de l'Hermet, le Parc Naturel Régional des Grands Causses avait déjà réalisé un traçage au droit du cours d'eau temporaire bordant le Nord-Est de l'Hermet (400 m au Nord-Nord-Ouest du champ captant, **Figure 65**). 530 g de fluorescéine avait été injectés le 15/07/2014, suivis d'une chasse de 1 m<sup>3</sup> d'eau, dans une fosse d'un mètre de profondeur où un écoulement inférieur à 1 l/s avait été mis à jour. L'absence de restitution du traceur au captage de l'Hermet et à la Muze, durant 1 mois de suivi, n'avait pas permis d'avoir davantage d'informations sur les écoulements souterrains du secteur d'étude.

### 8.1.1 - PROTOCOLE

Une visite du champ captant de Saint Léons a été réalisée le 09/01/2020 en présence de M. SEITER et M. ARNAL, (Mairie de Saint Léons), Mme LAMOUR et Mme BOSSA (CALLIGÉE), lors de la réunion de lancement de l'étude de régularisation du captage. Le 26/02/2020, M. LAVOYE et Mme BOSSA (CALLIGÉE) se sont rendus sur site afin d'appréhender les deux sites d'injection indiqués par l'hydrogéologue agréé.

L'objectif, pour chaque injection, est d'intercepter une fissure peu colmatée, en fond de fosse, en connexion avec la zone saturée sous-jacente, afin que le traceur injecté rejoigne rapidement le milieu souterrain.

Au regard des demandes de l'hydrogéologue agréé, et des contraintes d'accès, deux sites d'injection ont été retenus :

*Tableau 37 : Protocole d'injection proposé*

Point d'injection (demande de l'hydrogéologue agréé)	Point d'injection proposé (Calligée)	Traceur injecté
Zone de thalweg, au centre du hameau de l'Hermet	Parcelle AK415 appartenant à M. et Mme VAILLÉ, à environ 260 m au Nord-Ouest de l'émergence 2	2 kg de sulforhodamine
Fond de thalweg en amont de la RD911	Parcelles AK525 ou AK437 proposées, exploitées par M. LUNET DE LAJONQUIÈRE, à environ 500 m au Nord de l'émergence 2	1,5 kg de fluorescéine

Le protocole suivant a été proposé pour suivre la restitution sur les ouvrages AEP et le cours d'eau de la Muze, pour une durée de 2 mois (avec 1 mois supplémentaire possible suivant les résultats) :

*Tableau 38 : Protocole de suivi proposé*

Point de suivi	Matériel de suivi proposé	Mesures de débit proposées
Source 1	1 fluorimètre + 1 préleveur automatique (Calligée)	Jaugeage capacitif – si possible 3/jr voir 1/jr (mairie)
Source 2	1 fluorimètre (Calligée) et prélèvements manuels – si possible 3 échantillons/jr (mairie)	Jaugeage capacitif – si possible 3/jr voir 1/jr (mairie)
Forage	Prélèvements manuels – si possible 3 échantillons/jr (mairie)	Relève du compteur – si possible 3/jr voir 1/jr (mairie)
Muze	Prélèvements manuels – si possible 3 échantillons/jr (mairie)	Jaugeage au courantomètre à chaque tournée de relève du matériel (Calligée)

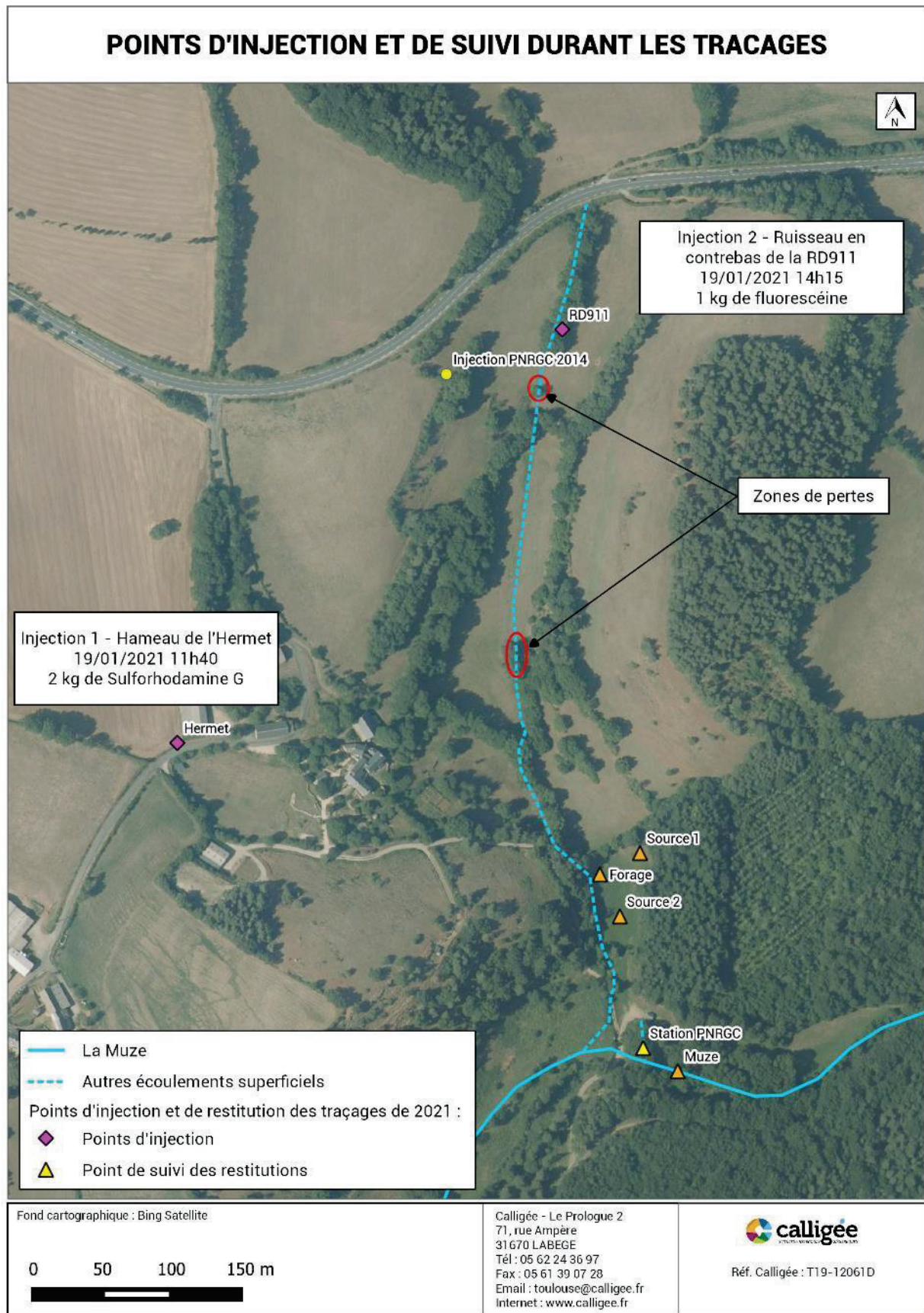


Figure 65 : Protocole de traçage réalisé (Calligée - 2021)

## 8.1.2 - INJECTIONS

### 8.1.2.1 - Points d'injection

Suite à plusieurs tests d'infiltration, notamment dans le secteur du hameau de l'Hermet, les injections localisées sur la **Figure 65**, ont présenté les caractéristiques suivantes :

Tableau 39 : Points d'injections

	Injection 1	Injection 2
Date et heure d'injection	19/01/2021 à 11h40	19/01/2021 à 14h15
Lieu d'injection	Hameau de l'Hermet	Dans le ruisseau en contrebas de la RD911
Point d'injection	Fosse dans un fossé communal	Fosse en bordure de ruisseau
X (L93 m)	698 080,50	698 359,40
Y (L93 m)	6 348 287,60	6 348 587,50
Z (m NGF) d'après IGN	824,5	820,0
Traceur utilisé	Sulforhodamine	Fluorescéine
Quantité injecté	2 kg (poudre)	1,5 kg (poudre)
Type d'injection	Dirac Saturation de la fosse avec 1 m <sup>3</sup> – injection – chasse de 2,5 m <sup>3</sup>	Dirac injection et chasse de 2 m <sup>3</sup>
Débit de l'écoulement	Aucun (infiltration dans la fosse de l'ordre de 0,4 l/s)	Non mesuré (faible)

Sur le site du **hameau de l'Hermet**, des tests d'infiltration dans des fosses ont préalablement été effectués à l'aide d'un tractopelle municipal et d'une cuve d'eau (d'une capacité totale de 5 m<sup>3</sup>), prêtée par un agriculteur. La 1<sup>ère</sup> fosse chez M. VAILLÉ (parcelle AK415), ainsi que la deuxième chez Mme SEGURET (parcelle AK416) ne présentant pas une infiltration suffisante (quasi nulle), une fosse supplémentaire a été réalisée en domaine communal, le long de la route menant à la ferme des Astres. Cette fosse, de 1,1 m sur 2,0 m, et d'une profondeur de 1,5 m, a permis une infiltration de 15 cm d'eau (environ 0,45 m<sup>3</sup>) en 15 minutes.

Le point d'injection pour le point en contrebas de la RD911 a été réalisé en décaissant la rive gauche du ruisseau pour faciliter les manipulations, tout en maintenant l'écoulement du cours d'eau. Le talus a été remis en place les jours suivants par l'employé communal.



Figure 66 : Vues des injections dans le ruisseau en contrebas de la RD911 (à gauche) et au hameau de l'Hermet (à droite) (clichés Calligée – 19/01/2021)

### 8.1.3 - CONDITIONS HYDROLOGIQUES LORS DES INJECTIONS

#### 8.1.3.1 - Précipitations

Les injections, effectuées le 19/01/2021 ont été réalisées après une période de très faible pluviosité (Cf. figure suivante).

Selon les données de la station Météo France de Millau, de faibles précipitations ont été mesurées la semaine avant les injections. Des épisodes pluvieux plus intenses se sont successivement enchainés à partir du 22/01/2021 avec 81,4 mm entre les 22/01/2021 et 12/02/2021 (dont deux épisodes marqués autour des 23/01/2021 et 30/01/2021), créant des conditions hydrologiques très favorables. Quelques précipitations faibles ont eu lieu ensuite avec 26,3 mm jusqu'à la fin du suivi, incluant une pluie plus marquée le 11/04/2021 avec 12,9 mm.

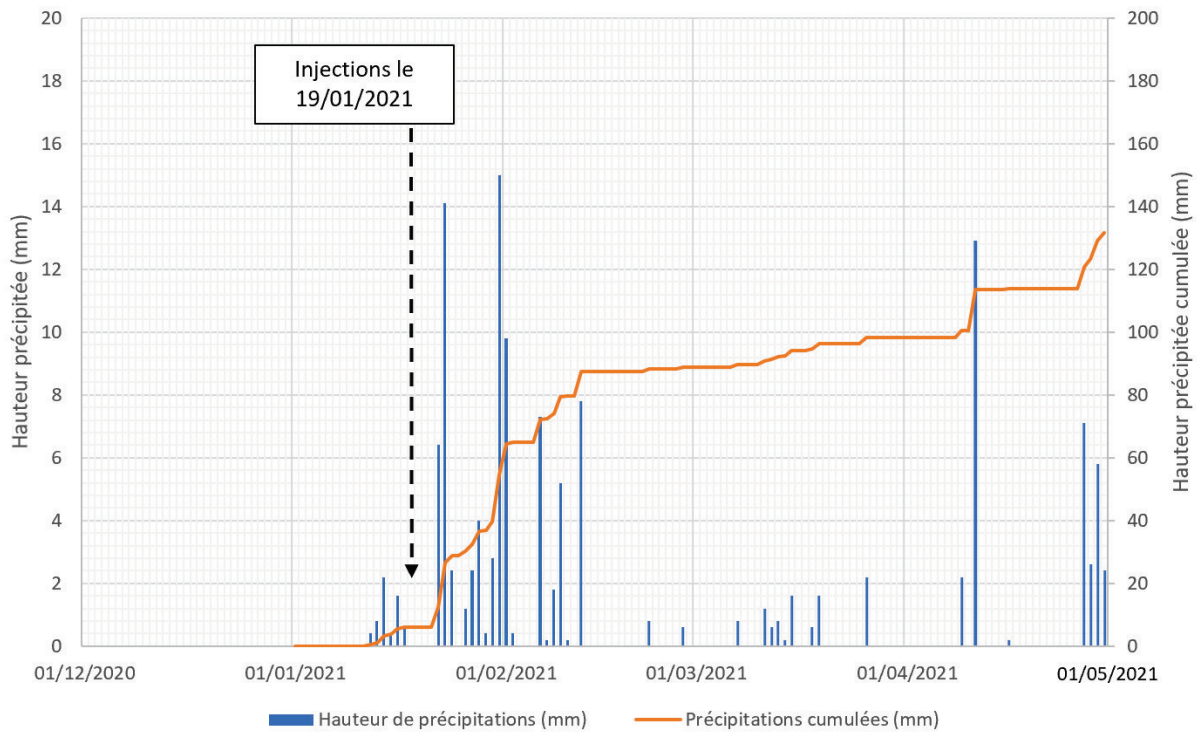


Figure 67 : Précipitations à Millau (Données Météo France)

### 8.1.3.2 - Débits

La station de mesures, installée par le PNRGC (Parc Naturel Régional des Grand Causses) en aval des sources captées, recueille les trop pleins des sources et de la bêche de reprise. Une station de mesures de débit est en place sur la Muze, à environ 17,5 km au sud-ouest des captages (Banque Hydro 03454310 La Muze à Montjoux [Saint-Hippolyte]).

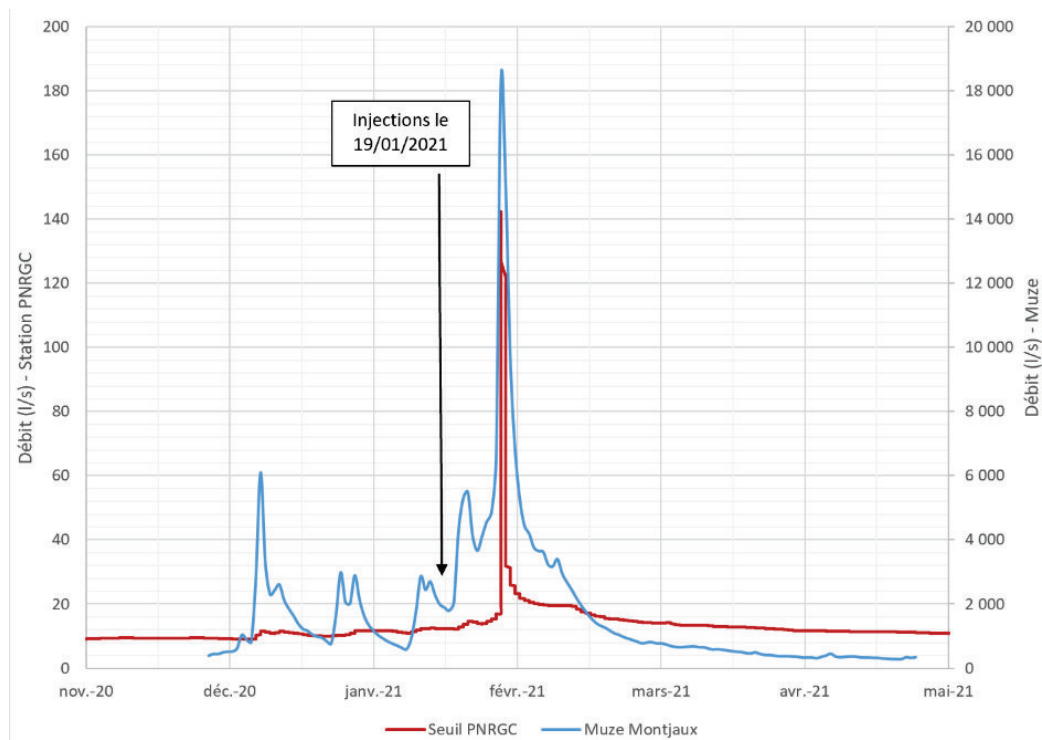


Figure 68 : Suivi du débit sur la Muze à Montjoux (données Banque hydro) et à la station hydroémtrique en aval du captage (données PNRGC)

Plusieurs épisodes de crues se sont succédés, de faible importance avant les injections qui n'ont été observés principalement que sur la Muze. En effet, d'après les données du PNRGC, le débit des sources semble stable jusqu'au 02/02/2021, date à laquelle une crue exceptionnelle a eu lieu, en relation avec des précipitations marquées.

## 8.1.4 - SUIVI DE LA RESTITUTION

### 8.1.4.1 - Points de suivis

Initialement, le suivi de la restitution était prévu aux sources (de manière globale), au forage, et à la Muze.

Les deux sources ayant un fonctionnement hydrodynamique différent, et une composition hydrochimique distincte, il a été proposé de suivre séparément les deux émergences, dans l'objectif de dissocier les résultats de la restitution sur chacune d'elles (une source pouvant faire l'objet d'une restitution, mais pas l'autre), et potentiellement d'identifier des bassins d'alimentation distincts pour chaque source.

Le suivi sur la Muze a été effectué en amont de la confluence avec l'exutoire des sources pour que la restitution potentielle aux sources n'interfère pas avec les prélèvements réalisés dans le cours d'eau.

Le forage a été mis en exploitation dans le cadre du traçage à un débit de 1,4 m<sup>3</sup>/h. Le système de by-pass sur la canalisation d'adduction du forage a été utilisé (schéma en Figure 3) afin de permettre un rejet des eaux pompées vers le fossé qui se rejette dans la Muze en aval du seuil du PNRGC. A noter que ce débit a pu être maintenu sur la durée de l'opération de traçage, pour rappel en période de très hautes eaux.

Le suivi de la restitution a été réalisé pendant 2 mois et prolongé sur 1 mois supplémentaire, afin de tenter d'obtenir la fin de la restitution en fluorescéine et de vérifier l'absence de restitution de sulforhodamine (voir détails des résultats par la suite). Six tournées de relève du matériel ont été réalisées : les 26/01/2021, 02/02/2021, 16/02/2021, 01/03/2021, 23/03/2021 et 20/04/2021.

Certains points de suivi ont été équipés d'un fluorimètre de terrain de type GGUN-FL30, développé par l'Université de Neuchâtel (Suisse), et de préleveurs autonomes d'une capacité de 24 flacons de 1 L (pas de temps de prélèvements variables en fonction des dates de tournées de prélèvements). Des prélèvements manuels ont également été effectués par la mairie de Saint Léons.

Tableau 40 : Conditions de suivi de la restitution

	Source 1	Source 2 (collecteur)	Forage	Ruisseau de la Muze
Code BSS	-	BSS002CFVB	BSS004AJAR	-
X (L93 m)	698 415,7	698 401,2	698 386,7	698 443,1
Y (L93 m)	6 348 207,8	6 348 161,8	6 348 192,2	6 348 049,5
Z (m NGF) d'après IGN	789	785	786	778
Distance au point d'injection (1) de l'Hermet	345 m	345 m	320 m	430 m

	Source 1	Source 2 (collecteur)	Forage	Ruisseau de la Muze
Distance au point d'injection (2) du ruisseau de la RD911	385 m	430 m	400 m	550 m

Matériel de suivi de la restitution	
Source 1	Préleveur automatique + Fluorimètre (Calligée) du 18/01 au 23/03/2021 puis prélèvements manuels (mairie) du 23/03 au 20/04/2021 avec 3 prélèvements /j
Source 2	Fluorimètre (Calligée) et prélèvements manuels (mairie) du 18/01 au 20/04/2021 avec 3 prélèvements /j
Forage	Prélèvements manuels (mairie) du 18/01 au 20/04/2021 avec 3 prélèvements /j
Ruisseau de la Muze	Prélèvements manuels (mairie) du 18/01 au 20/04/2021 avec 3 prélèvements /j



Figure 69 : Vue du matériel de suivi sur la source 1 à gauche) et à la source 2 (à droite) – (clichés Calligée 02/02/2021)

#### 8.1.4.2 - Acquisition des débits

Des jaugeages ponctuels ont été réalisés durant le suivi de la restitution sur :

- la Muze (en amont du point de rejet du forage et des trop pleins des sources et de la station de pompage),
- les sources 1 et 2,

Des relevés du compteur ont été effectués au forage.

Ces données permettent d'avoir des informations sur le débit de chaque ressource, et peuvent être mises en relation avec les données issues du suivi réalisé par le PNRGC (seuil

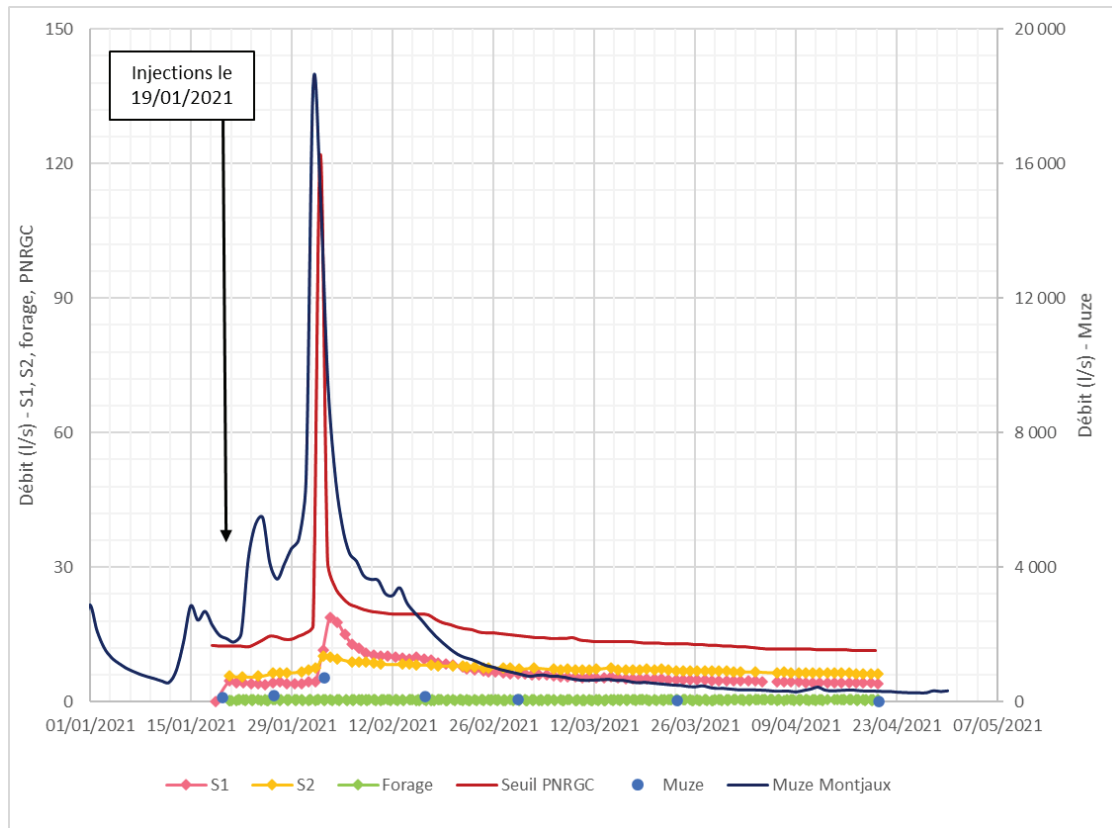
en aval des sources captées, recueillant les trop pleins des sources et de la bâche de reprise) et la station hydrologique sur la Muze (Banque Hydro 03454310 La Muze à Montjaux [Saint-Hippolyte]).

Tableau 41 : Conditions de suivi du débit

	Matériel de suivi du débit
Source 1	Jaugeages au chronomètre (mairie) – 2 à 3 mesures/j
Source 2	Jaugeages au chronomètre (mairie) – 1 mesure/j voir moins
Forage	Relèves du compteur (mairie) – 3 mesures/j
Ruisseau de la Muze	Jaugeages au courantomètre (Calligée) – 7 mesures
Station PNRGC	Station suivie par le PNRGC (pas de temps 30 min)



Figure 70 : Vue du jaugeage réalisé sur la Muze (clichés Calligée 02/02/2021)



L'évolution du débit est cohérente sur l'ensemble des points de mesures avec une crue exceptionnelle les 01 et 02/02/2021, puis une décrue lente.

Le débit au forage est stable autour de 0,4 l/s (soit 1,4 m<sup>3</sup>/h) durant le suivi de la restitution.

Le débit de la Muze a été extrapolé (approximation) sur la période de suivi à partir des jaugeages réalisés sur site et du débit mesuré à la station hydrologique de Montjoux afin de faciliter l'exploitation des données de traçage :

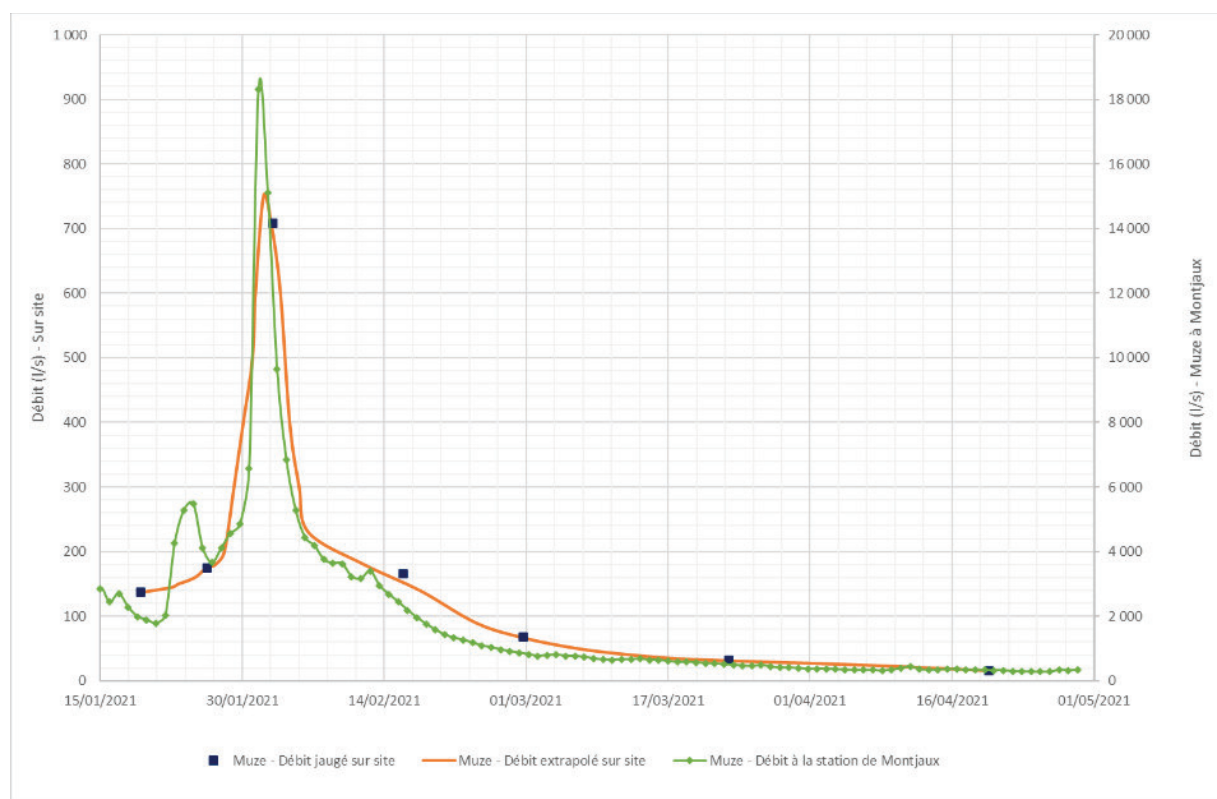


Figure 72 : Suivi des débits sur la Muze (Banque hydro, Calligée)

Les variations de débit sont les suivantes sur la période de suivi (du 19/01/2021 au 30/04/2021) :

Tableau 42 : Débits mesurés sur les points de suivi (l/s)

	Min	Max	Moy	Nombre de mesures
<b>Muze</b>	16	709	186	7
<b>Forage</b>	0,3	0,6	0,4	253
<b>Source 1</b>	3,8	18,9	6,3	91
<b>Source 2</b>	5,6	10,1	7,3	74
<b>PNRGC</b>	11,4	142,4	16,3	4 417

A noter que d'après les données du PNRGC, le débit au seuil est supérieur à celui des sources 1 + 2 : cette incohérence semble indiquer que la sonde tend à dériver, même si la tendance générale semble correcte.

## 8.1.5 - RESULTATS ET INTERPRETATIONS

### 8.1.5.1 - Traçage depuis le hameau de l'Hermet (Sulforhodamine)

D'après les résultats d'analyse du laboratoire, **aucune restitution en sulforhodamine n'a été mesurée sur les 4 points de suivi sur toute la durée du suivi**, dans les conditions du traçage (Cf. Annexe 5).

Les raisons pouvant expliquer l'absence de détection de restitution peuvent être les suivantes :

- Le point d'injection ne se situe pas dans le bassin hydrogéologique des points de suivi (bassin du ruisseau de Sagette ou bassin de la Muze en aval des points de suivi)
- La quantité de traceur injectée n'a pas permis de le détecter aux points de suivi. Le traceur a pu être adsorbé par les argiles, les vitesses de transits sont très lentes, les dilutions importantes entraînant une forte dilution du traceur et des concentrations inférieures aux limites de détection du laboratoire.

### 8.1.5.2 - Traçage depuis le ruisseau en contrebas de la RD911 (fluorescéine)

- **Source 1**

La restitution à la source 1 est de type multimodal, avec une première période marquée par une succession de pics plus ou moins importants entre le 22/01/2021 et le 01/02/2021, puis un pic de restitution bien identifié autour des 2 et 3/02/2021, et enfin un dernier pic plus étalé.

La première période semble indiquée une restitution diffuse, avec des teneurs en traceur pouvant être à la limite de détection des appareils de mesures. Cette restitution semble avoir été favorisée par l'épisode pluvieux ayant eu lieu du 22 au 24/01/2021 (22,9 mm de précipitations cumulées).

Le traceur est apparu entre le 21/01/2021 à 19h40 et 22/01/2021 à 3h40, soit une vitesse d'arrivée dans les conditions du traçage de l'ordre de 6,7 m/h ou 160 m/j. Le maximum de concentration est atteint autour du 02/02/2021 à 11h30 (soit environ 14 jours après l'injection). La vitesse modale est ainsi de l'ordre de 27 à 28 m/j.

La queue de restitution est très étalée. La fin de la restitution n'a pu être mesurée malgré un suivi sur 3 mois et est incertaine à extrapoler. Le taux de restitution est de l'ordre de 2 %.

Les dilutions unitaires (concentration maximale / masse injectée) et les dilutions minimales (concentration maximale / concentration initiale) sont respectivement de  $1.10^{-9} L^{-1}$  et  $6.10^{-8}$ .

L'ensemble de ces éléments tend à indiquer que la restitution est lente et très diffuse, avec une forte dilution.

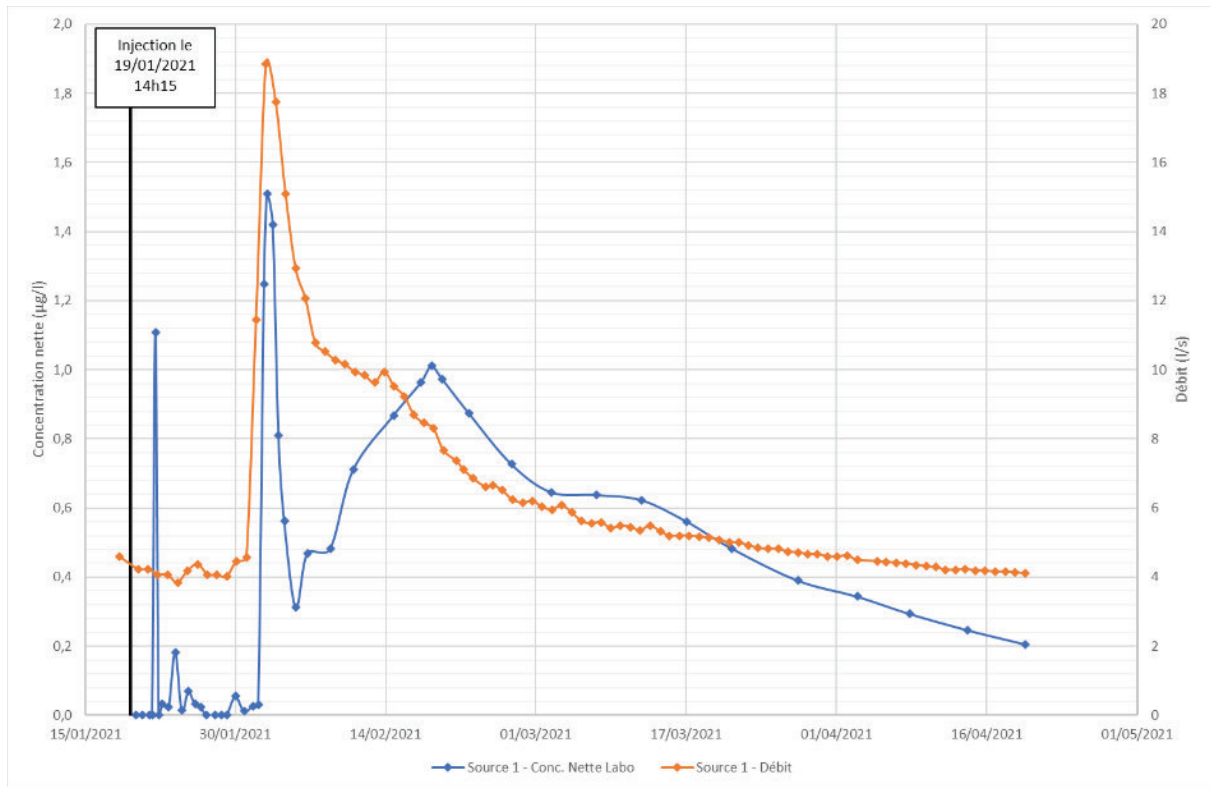


Figure 73 : Courbe de restitution du traçage entre la RD911 et la source 1 (traceur et débit)

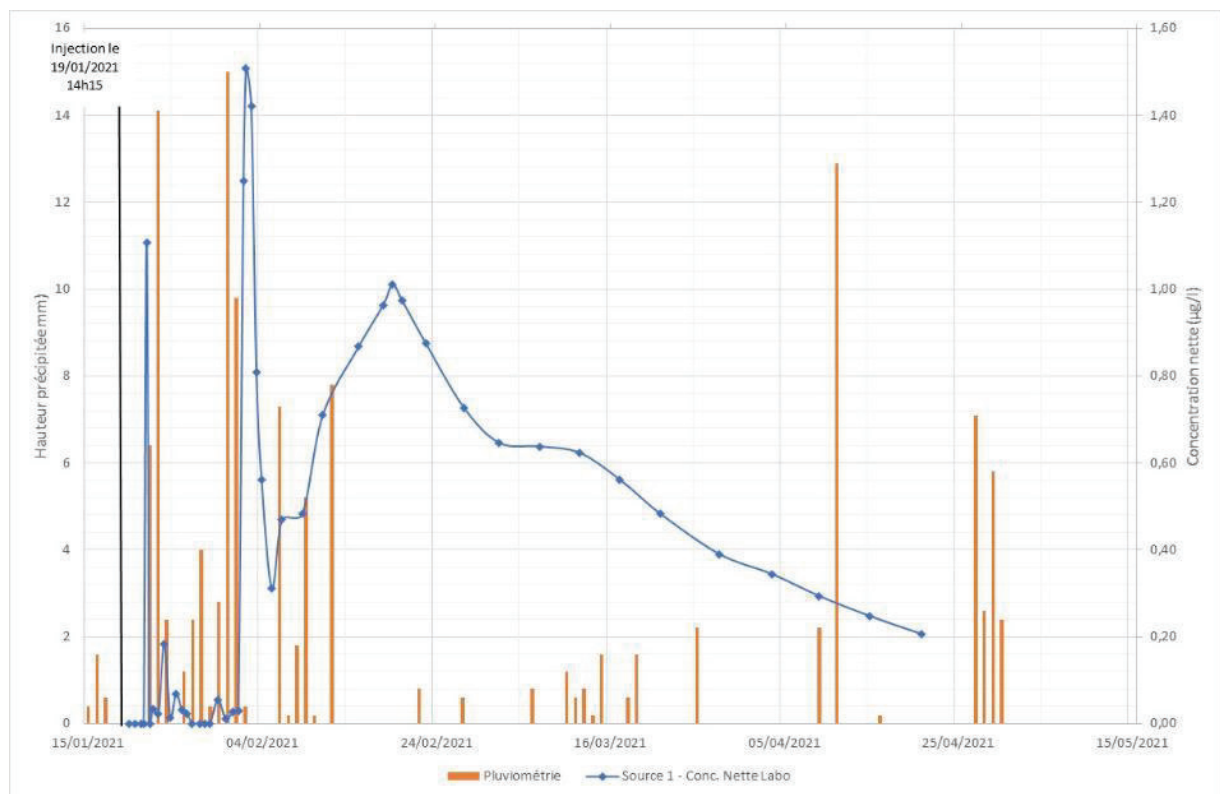


Figure 74 : Courbe de restitution du traçage entre la RD911 et la source 1 (traceur et pluviométrie MétéoFrance)

- **Source 2**

La restitution à la source 2 est de type bimodal, avec une restitution très étalée et un léger pic de restitution en début de restitution (le 25/01/2021, probablement en réponse à l'épisode pluvieux du 22 au 24/01/2021).

Le traceur est apparu le 24/01/2021 entre 13h30 et 17h00 (donnée laboratoire), soit une vitesse d'arrivée dans les conditions du traçage de l'ordre de 3,5 m/h ou 85 m/j.

Le pic de restitution est très étalé entre les 16 et 24/02/2021 (soit entre 27 et 35 jours après l'injection, et des vitesses modales de l'ordre de 12 à 15 m/j) avec des concentrations de l'ordre de 0,410 µg/l.

La queue de restitution est très étalée avec un plateau atteint vers le 13/04/2021 où les teneurs en traceur se stabilisent. La fin de la restitution n'a pu être mesurée malgré un suivi sur 3 mois et est incertaine à extrapoler. Le taux de restitution est de l'ordre de 1 %.

Les dilutions unitaires et les dilutions minimales sont respectivement de  $2,8 \cdot 10^{-10} \text{ L}^{-1}$  et  $1,7 \cdot 10^{-8}$ .

L'ensemble de ces éléments tend à indiquer que la restitution est lente et très diffuse, avec une forte dilution.

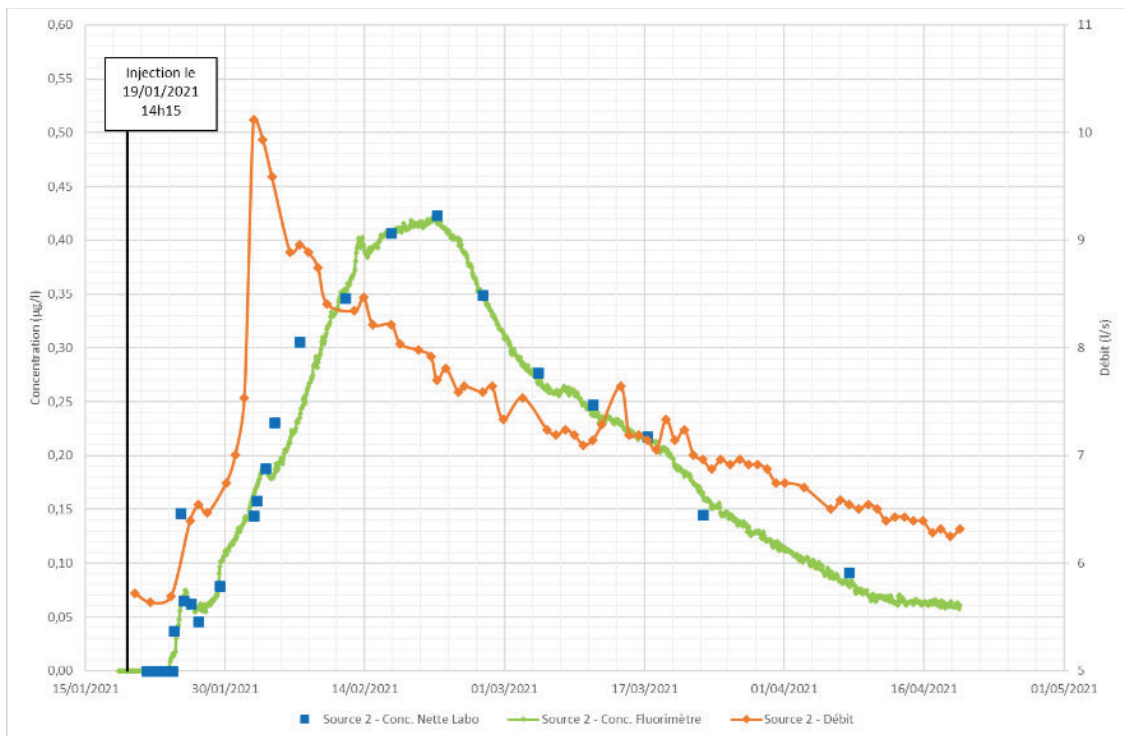


Figure 75 : Courbe de restitution du traçage entre la RD911 et la source 2 (traceur et débit)

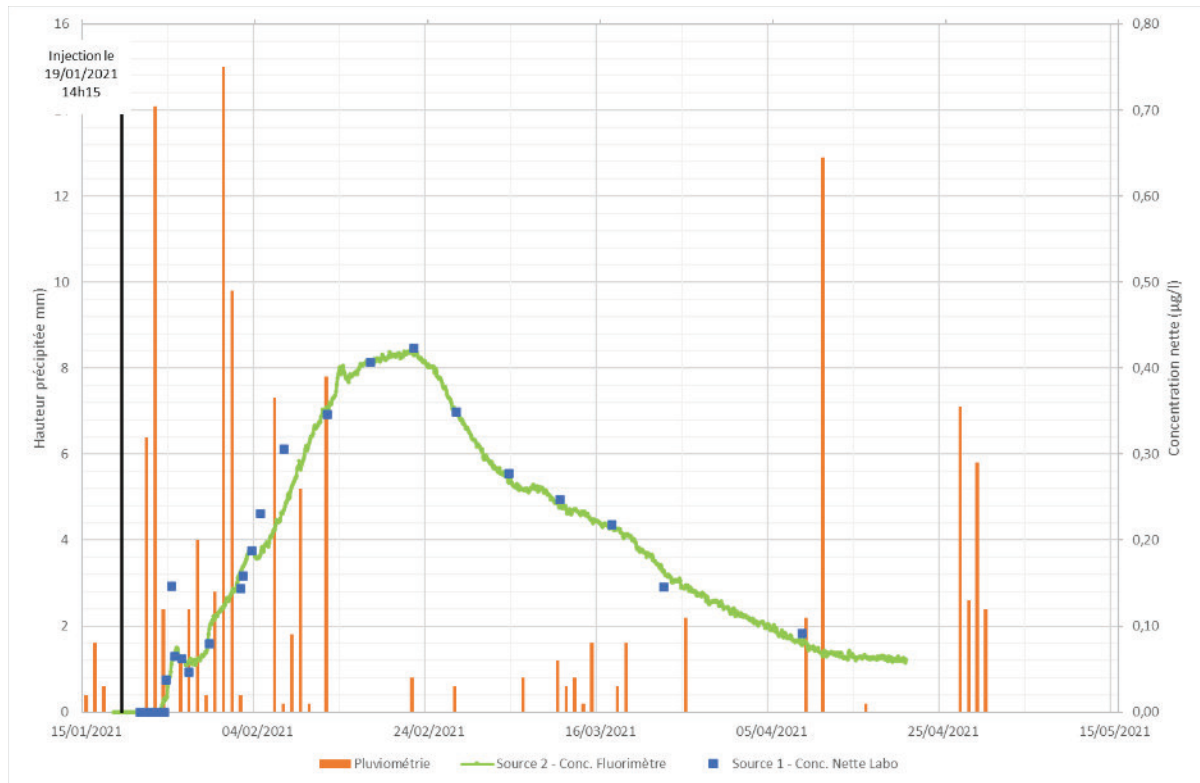


Figure 76 : Courbe de restitution du traçage entre la RD911 et la source 2 (traceur et pluviométrie MétéoFrance)

- **Forage**

La restitution au forage est de type unimodal. Le traceur est apparu entre le 03/02/2021 à 8h40 et le 04/02/2021 à 8h45, soit environ 15 jours après l'injection, et une vitesse d'arrivée dans les conditions du traçage de l'ordre de 1 m/h ou 25 à 26 m/j.

La restitution est brève et marquée avec un pic entre le 04/02/2021 à 16h00 et le 05/02/2021 à 13h30, soit environ 16 à 17 jours après l'injection. La vitesse modale est ainsi de l'ordre de 24 m/j.

La fin de la restitution de ce pic a eu lieu entre le 08/02/2021 à 12h15 et le 09/02/2021 à 9h30, soit une durée de restitution de l'ordre de 5 jours.

Un second pic est observé avec des teneurs à la limite des seuils de détection : le traceur apparaît entre le 18/02/2021 à 8h55 et le 21/02/2021 9h55, avec un pic vers le 23/02/2021 8h50 et une fin de restitution le 01/03/2021 entre 10h00 et 13h53. Le taux de restitution est de l'ordre de <1 %.

Les dilutions unitaires et les dilutions minimales sont respectivement de  $5,1 \cdot 10^{-9} \text{ L}^{-1}$  et  $3,1 \cdot 10^{-7}$ .

Cette restitution est donc relativement brève et marquée, et ne semble pas particulièrement marquée par des épisodes pluvieux.

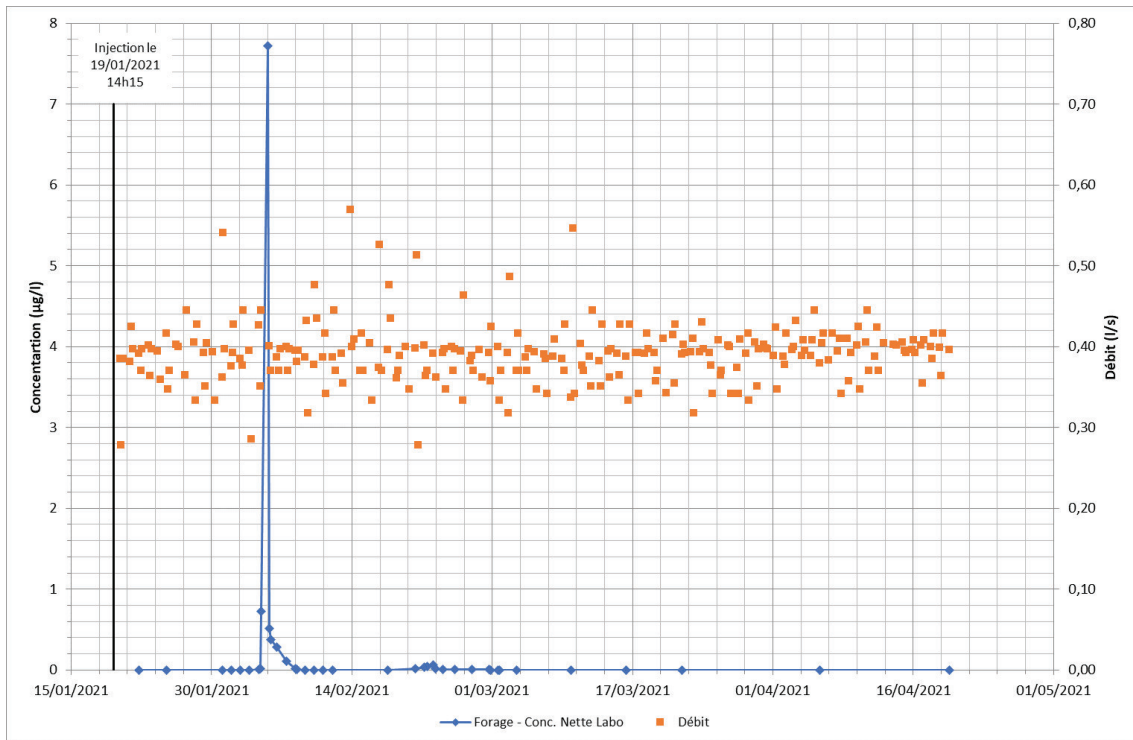


Figure 77 : Courbe de restitution du traçage entre la RD911 et le forage (traceur et débit)

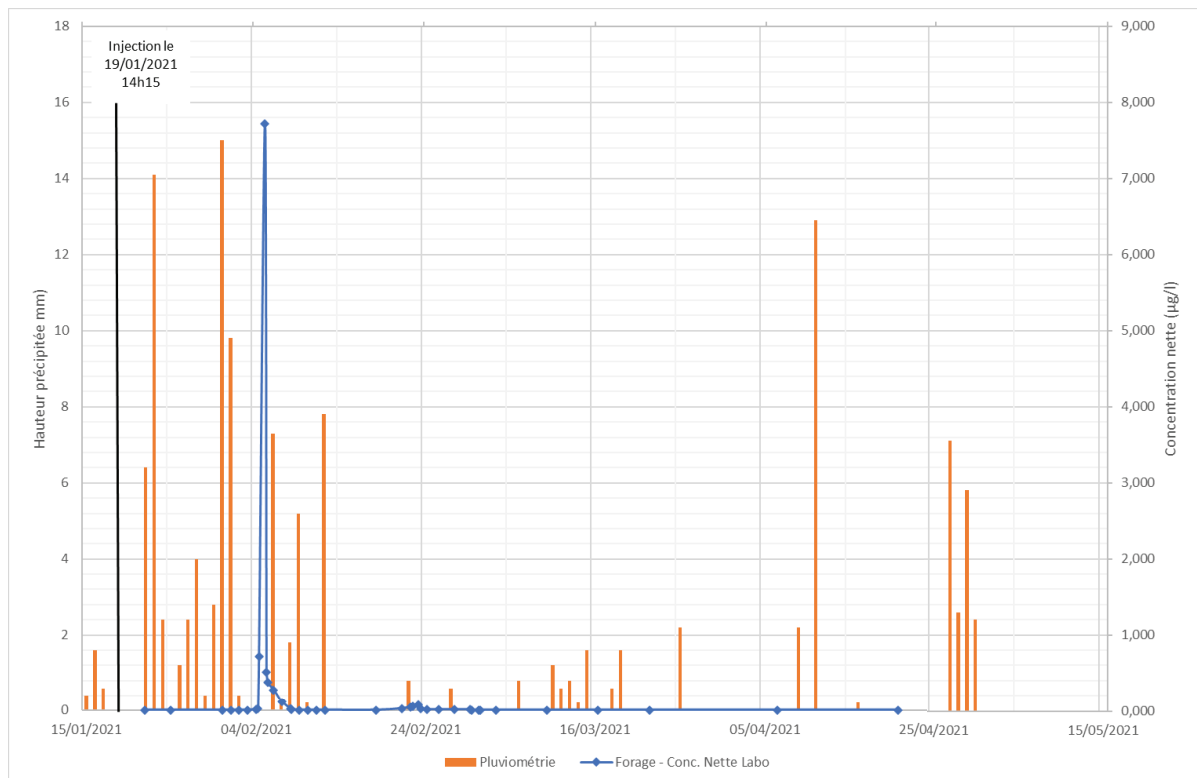


Figure 78 : Courbe de restitution du traçage entre la RD911 et le forage (traceur et pluviométrie MétéoFrance)

- **Muze**

La restitution à la Muze est de type unimodal, mais sans allure nette (points disparates au cours de la restitution).

Le traceur est apparu entre le 22/02/2021 entre 13h00 et 16h45, soit environ 3 jours après l'injection, et une vitesse d'arrivée dans les conditions du traçage de l'ordre de 7,5 m/h ou 180 m/j.

L'allure de la restitution ne permet pas de déterminer nettement de pic de restitution (restitution disparate), mais à priori un pic serait apparu vers le 25/01/2021 à 9h00, soit environ 6 jours après l'injection, pour une vitesse modale de l'ordre de 4 m/h ou 94 m/j.

Les concentrations mesurées sont très faibles, et la queue de restitution en est d'autant peu identifiable, mais la restitution mesurable semblerait être observée entre le 05/02/2021 à 9h00 et le 06/02/2021 à 9h00, soit une restitution totale d'environ 14 jours. Le taux de restitution est de l'ordre de 7 %.

Les dilutions unitaires et les dilutions minimales sont respectivement de  $1,9 \cdot 10^{-10} L^{-1}$  et  $1,2 \cdot 10^{-8}$ .

La restitution sur ce point de suivi n'est observée qu'au début de la période de restitution globale, lors des épisodes pluvieux marqués.

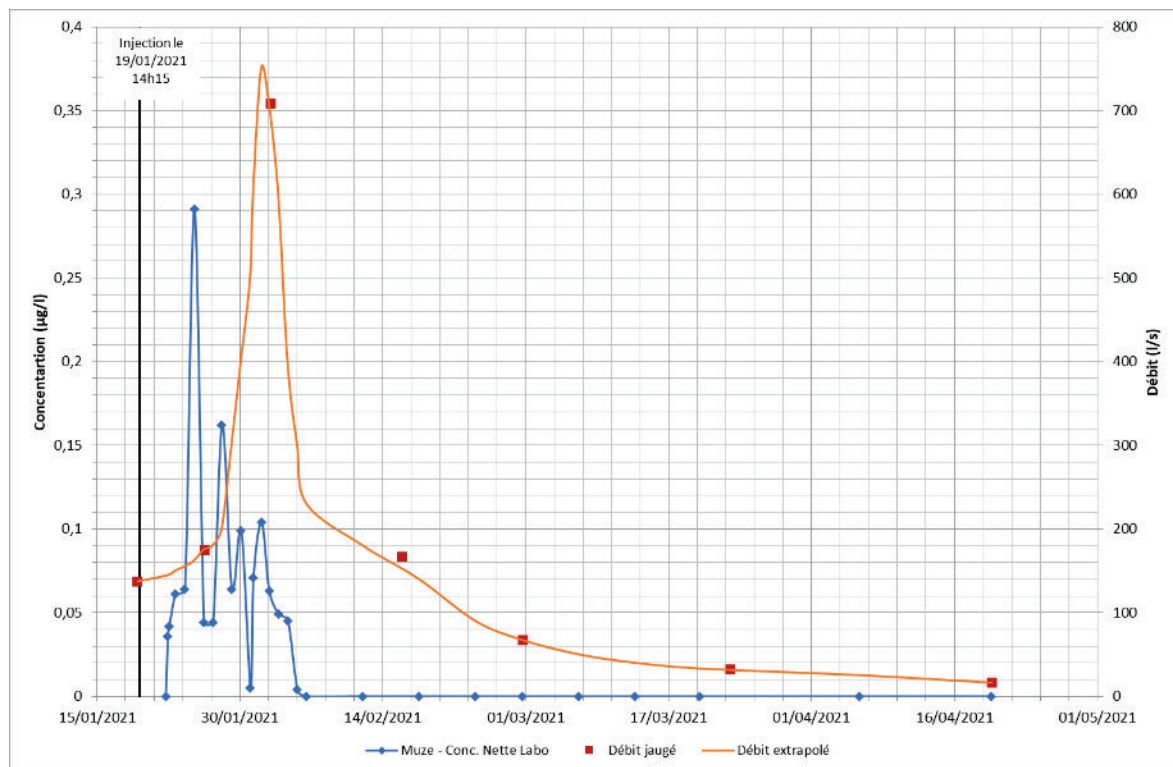


Figure 79 : Courbe de restitution du traçage entre la RD911 et la Muze (traceur et débit)

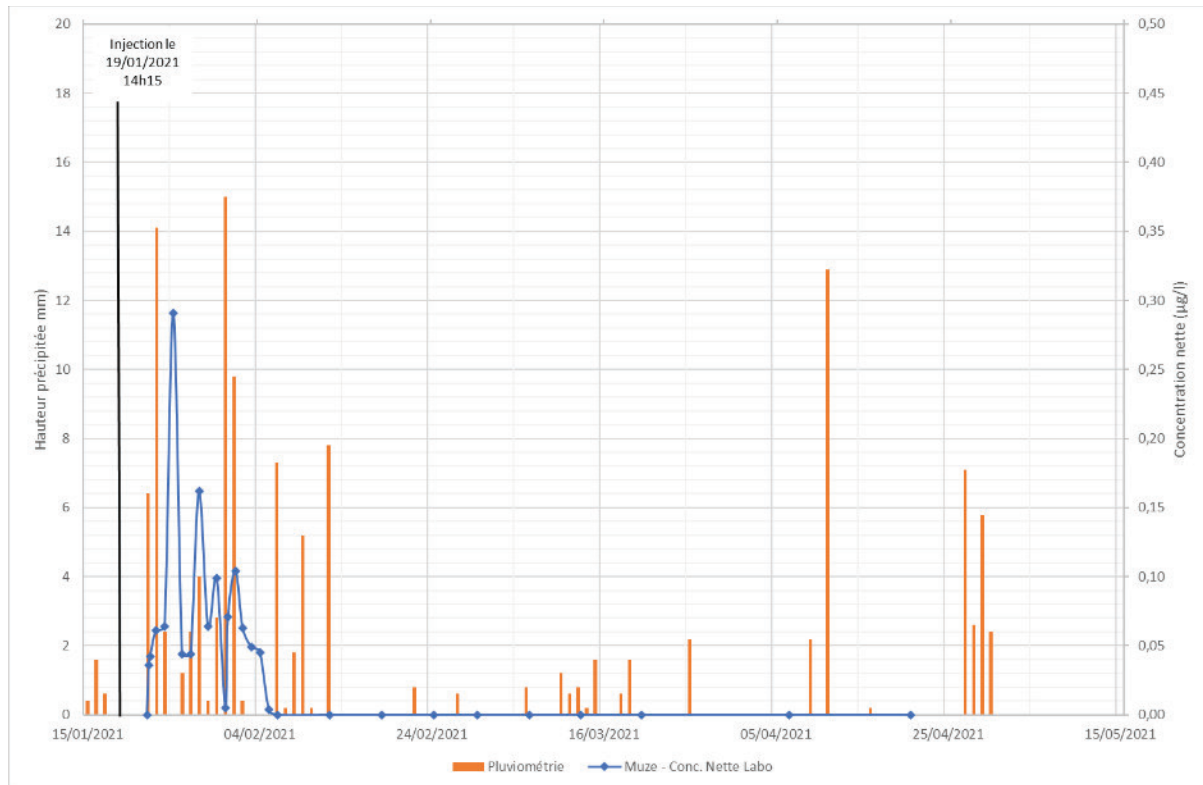


Figure 80 : Courbe de restitution du traçage entre la RD911 et la Muze (traceur et pluviométrie MétéoFrance)

### 8.1.6 - SYNTHÈSE

Concernant le traçage à la fluorescéine, réalisé en contrebas de la RD911, l'ensemble des résultats indiquent une très faible restitution sur les points de suivi (au total environ 10% de restitution), avec des allures variées entre les sources, le forage et la Muze (un ou plusieurs pics, plus ou moins étalés). Ces taux de restitution très faibles, sont à mettre en relation avec des faibles vitesses de transit, des restitutions très longues (fin de la restitution non mesurée, restitution étalée dans le temps), et potentiellement un piégeage important du traceur dans le réseau souterrain (restitution parfois éparse). Ainsi, une partie de la restitution se situerait en dessous du seuil de détection ne pouvant être comptabilisé dans le bilan.

Ces éléments tendent à impliquer une relation hydrogéologique lente et diffuse entre le point d'injection et les points de suivi, avec une forte dilution du panache de traceur, favorisant une bonne protection de la ressource en eau.

Les sources sont cependant sensibles à la pluviométrie, notamment la source 1.

A noter que la restitution à la Muze n'est observée qu'au début de la période de restitution globale, lors des épisodes pluvieux marqués, laissant supposer que le ruisseau temporaire s'est mis en charge de manière exceptionnelle comme l'atteste l'observation de l'écoulement jusqu'à la seconde zone de perte en amont du champ captant (non observé par les riverains depuis au moins 40 ans), favorisant une connexion entre ces secteurs et le ruisseau.

Il est probable que la sulforhodamine injectée dans une fosse au lieu-dit l'Hermet ait en partie été piégée dans les formations argileuses observées lors de la réalisation des fosses d'infiltration.

Et au vu des résultats obtenus à partir du traçage de la RD911, il n'est pas exclu que la restitution de la sulforhodamine ait pu être également très lente et diffuse, ainsi que fortement diluée, et ainsi non détectée aux points de suivi. Il est possible également que ce point se situe en dehors des bassin versants hydrogéologiques des points de suivi.

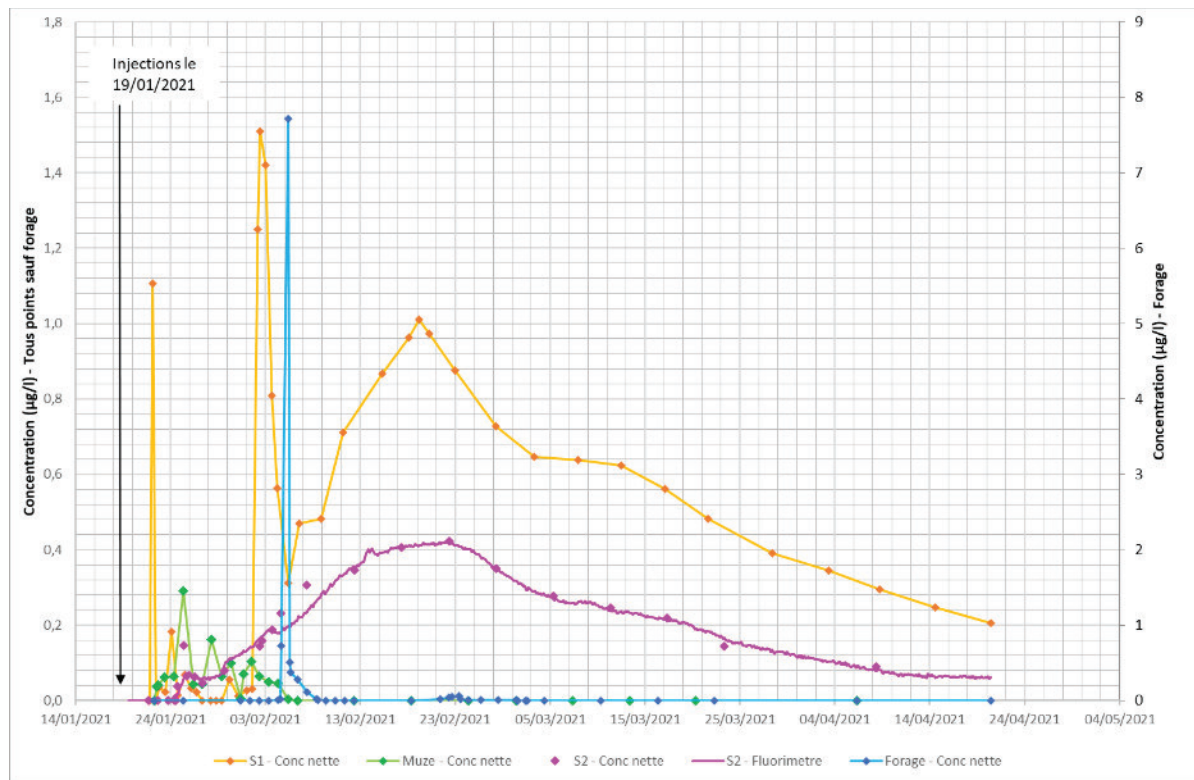


Figure 81 : Courbe de restitution du traçage entre la RD911 et l'ensemble des points de suivi

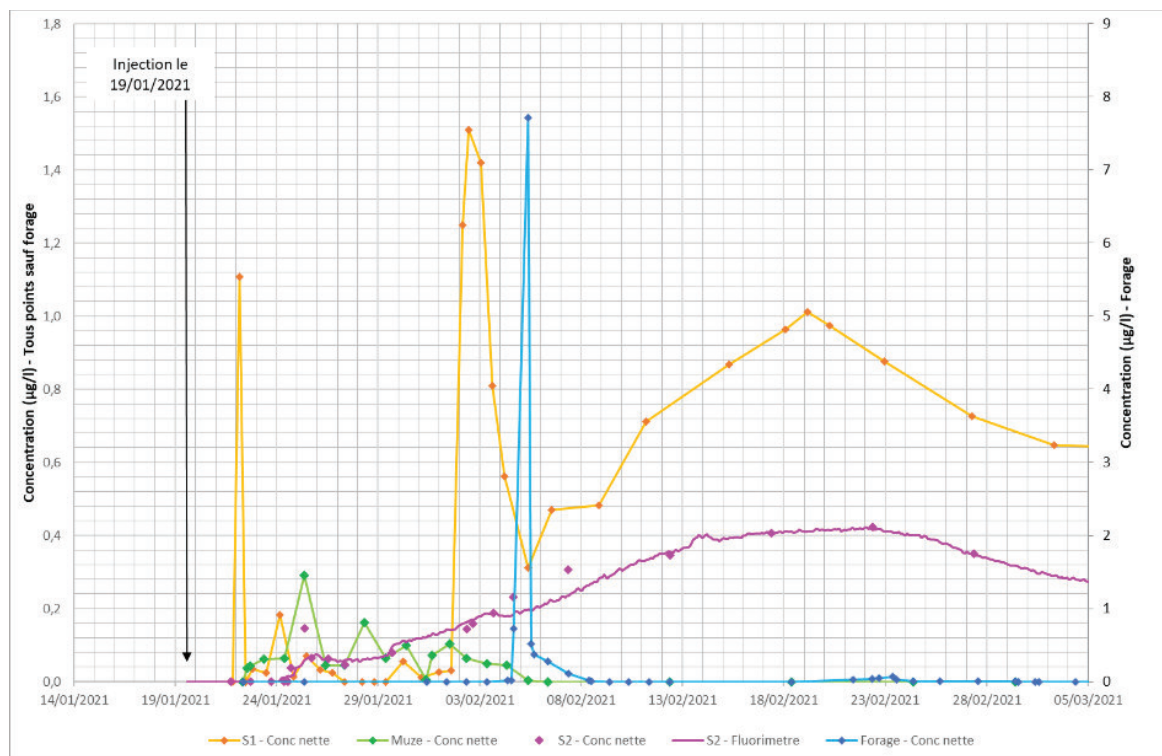


Figure 82 : Courbe de restitution du traçage entre la RD911 et l'ensemble des points de suivi (zoom sur le début de la restitution)

La comparaison des DTS entre les différents points de suivi confirme les éléments précédents avec une courbe très marquée pour le forage (restitution directe), alors qu'elle est bien plus étalée sur les sources. L'allure des DTS pour les sources est similaire, avec une restitution diffuse et lente, hormis le premier pic sur la source 1 à mettre en relation avec une réactivité nette de la source 1 vis-à-vis de la pluviométrie.

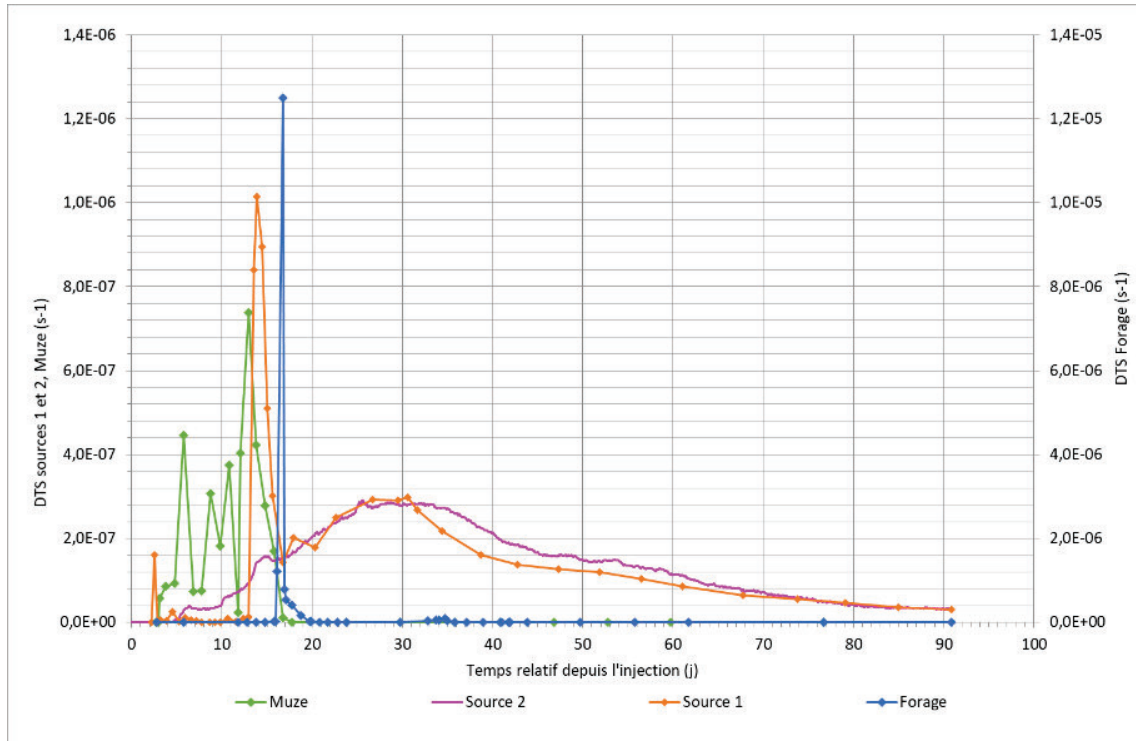


Figure 83 : DTS sur l'ensemble des points de suivi

Tableau 43 : Résultats des traçages entre la RD911 et les points de suivi

Lien d'injection	RD911			
Date et heure d'injection	19/01/2021 14h15			
Traceur	Fluorescéine			
Masse injectée	1,5 kg			
<b>Restitution</b>				
Lieu	Source 1	Source 2	Forage	Muze
Distance apparente	385 m	430 m	400 m	545 m
Masse restituée	28 g	12 g	0,3 g	106 g
Restitution	2%	1%	< 1 %	7%
<b>Temps</b>				
Apparition du traceur	entre 2,2 et 2,6 j	5 j	15 j	3 j
Temps modal	14 j	entre 27 et 35 j	entre 16 et 17 j	approx. 5,8 j
Durée de restitution	non estimable	non estimable	5 j (pic principal)	14 j
<b>Vitesses</b>				
Vitesse d'apparition	6,7 m/h	3,5 m/h	1 m/h	7,5 m/h
Vitesse modale	1,1 à 1,2 m/h	0,5 à 0,6 m/h	1 m/h	approx. 4 m/h
Vitesse apparente	0,4 m/h	0,45 m/h	0,9 m/h	1,9 m/h
<b>Concentrations et dilutions</b>				
Concentration initiale	25 g/l	25 g/l	25 g/l	25 g/l
Concentration maximale	$1,5 \cdot 10^{-6}$ g/l	$4,2 \cdot 10^{-7}$ g/l	$7,7 \cdot 10^{-6}$ g/l	$2,9 \cdot 10^{-7}$ g/l
Dilution minimale	$6,4 \cdot 10^{-8}$	$1,7 \cdot 10^{-8}$	$3,1 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$
Dilution unitaire	$1,1 \cdot 10^{-9} \text{l}^{-1}$	$2,8 \cdot 10^{-10} \text{l}^{-1}$	$5,1 \cdot 10^{-9} \text{l}^{-1}$	$1,9 \cdot 10^{-10} \text{l}^{-1}$
DTS Max	$1 \cdot 10^{-6} \text{s}^{-1}$	$2,9 \cdot 10^{-7} \text{s}^{-1}$	$1,3 \cdot 10^{-5} \text{s}^{-1}$	$7,4 \cdot 10^{-7} \text{s}^{-1}$
Commentaires généraux	Restitution lente et très diffuse, forte dilution, plurimodale	Restitution lente et très diffuse, forte dilution	Restitution avec un pic très bref, suivi d'une restitution à priori fortement diluée et diffuse (léger pic à la limite des seuils de détection)	Restitution relativement rapide, forte dilution, allure disparate