

## CR du traçage réalisé au sein du réseau du Neuvon – 15 Juin au 4 Juillet 2019

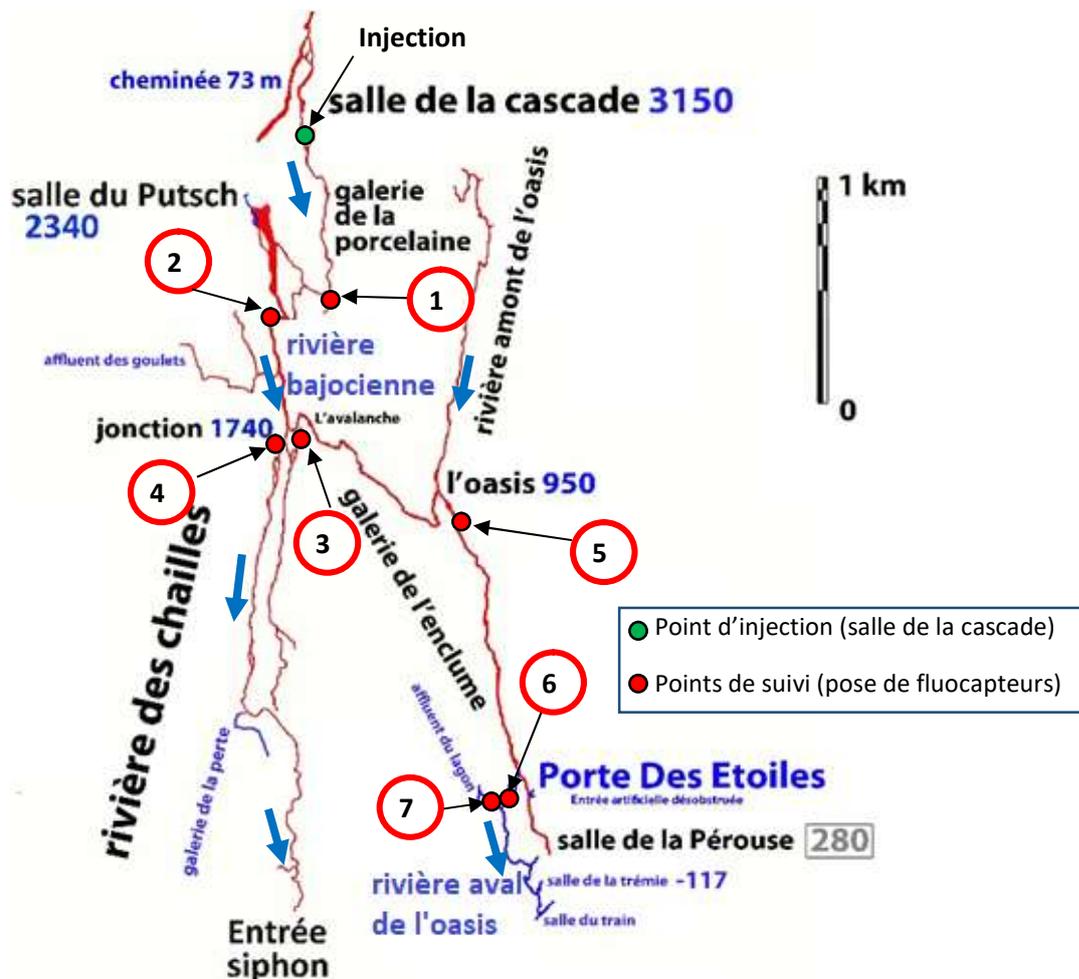
### Commission scientifique du CDS 21

Rédaction : Etienne Brulebois

#### Préambule : rappel du résultat des précédentes sorties

Deux sorties préparatoires ont été réalisées pour cette opération de traçage. La première sortie (6/04/19) a permis de réaliser un premier jaugeage de débit au sel, dans la rivière Bajocienne, et de reconnaître la plupart des points de suivis. De plus, le P12 d'accès au siphon aval de la Porcelaine a été équipé.

Un débit très faible (environ 1 L/s) a été mis en évidence dans la rivière Bajocienne à cette occasion. Les points de suivis ont été ajustés par rapport au protocole initial :



Topographie : ASCO RH CAF 2012 - 2018  
Dessinateurs : Cosimo Torre, Jean-François Balacey 2019

Les 7 points retenus sont les suivants :

Point	Localisation	Distance du point d'injection (m)
Injection	Rivière des prédateurs Salle de la Cascade	-
1	Siphon aval de la Porcelaine	534
2	Rivière Bajocienne (en aval du Putsch)	525
3	Aval du siphon de l'Avalanche	873
4	Amont de la rivière des Chailles	893
5	Rivière de l'Oasis (aval du carrefour de l'Oasis)	1130
6	Rivière aval de l'Oasis (siphon jaune)	1845
7	Siphon du Lagon	1845

*\* Ces distances sont estimées par SIG, « à vol d'oiseau »*

La problématique retenue pour cette expérience étant de préciser les connexions entre la rivière des Prédateurs et le reste des écoulements en aval, les points de suivis se sont concentrés sur les différents cours d'eau situés entre la salle de la Cascade et la rivière aval de l'Oasis.

Une deuxième sortie (14/04/19) a permis de reconnaître le point d'injection du traceur et de réaliser un jaugeage de débit au sel au point d'injection (rivière des prédateurs, juste en amont de la Cascade).

Un kg de sel a été dissous dans un seau et injecté en une fois à l'amont de la cascade. Le débit moyen a été estimé à environ 26 L/s.

Ce présent compte-rendu fait la synthèse de l'expérience de traçage qui a suivi ces deux sorties préparatoires, ainsi que des résultats associés et leur interprétation.

## 1. Matériels et méthodes

### Traceur utilisé

La fluorescéine est un des traceurs fluorescents le mieux fixé par le charbon actif. C'est donc ce traceur qui a été employé lors de ce traçage. Une masse de 250 g a été diluée dans 2.5 L d'eau préalablement déchlorée et conditionnée dans deux bouteilles de soda. La fluorescéine a été fournie par la DREAL Bourgogne Franche-Comté. En retour, une fiche de traçage a été complétée et transmise à la DREAL afin de compléter la base de données des traçages hydrogéologiques en Bourgogne Franche-Comté. La fiche est présentée en Annexe de ce compte-rendu.

### Instrumentation des points de suivis

En raison de l'incertitude sur les connexions hydrauliques et du nombre important de points de surveillance, un suivi en continu par fluorimètre n'était pas envisageable. Afin de s'assurer du passage du traceur à chacun des points de suivi, des fluocapteurs ont été installés. Ceux-ci ont été achetés auprès de Sciences Environnement (à Besançon). A chaque pose et relève de fluocapteur, un prélèvement d'eau a également été réalisé. Les prélèvements ont été effectués dans des flacons en verre ambré de 50 mL.

### Gestion des échantillons et analyses laboratoire

Les prélèvements d'eau et les fluocapteurs ont été stockés à l'abri de la lumière (la fluorescéine se dégrade rapidement au contact des UV) puis envoyé au cabinet d'étude Pascal REILE, à Besançon, qui a réalisé à titre gracieux les analyses (passage des échantillons au spectrofluorimètre).

### Calendrier des opérations

Date	Opération	Nombre de personnes sous terre
06/04/2019	Sortie de reconnaissance 1 (+ équipement P12 Porcelaine)	4 (+5)
14/04/2019	Sortie de reconnaissance 2	3
14/06/2019 (J-1)	Equipement de la cavité	2
15/06/2019 (J)	Injection du traceur, pose des premiers fluocapteurs et prélèvements échantillons témoins (J)	9
22/06/2019 (J+7)	Relève des premiers fluocapteurs, pose de nouveaux fluocapteurs et prélèvements échantillons (J+7)	2
04/07/2019 (J+19)	Relève des derniers fluocapteurs et prélèvements échantillons (J+19)	2
05/07/2019	Déséquipement de la cavité	2

Au total, cette opération a nécessité 24 journées-participants, réalisées par 3 clubs différents de Côte d'Or : CAF Dijon, les Rhinolophes et ASCO.

## 2. Opération de traçage

Au total, 3 équipes (pour un total de 9 personnes) ont participé à l'opération de traçage :

- Une équipe « injection » de 4 personnes

Son rôle a été de réaliser l'injection de la fluorescéine à la salle de la Cascade et de faire un jaugeage du débit au sel (méthode par dilution).

- Une équipe « fluocapteurs 1 » de 3 personnes.

Son rôle a été de placer des fluocapteurs dans la rivière de l'Oasis aval (et au siphon du Lagon, situé à proximité direct), ainsi que de faire des prélèvements d'eau témoins.

- Une équipe « fluocapteurs 2 » de 2 personnes.

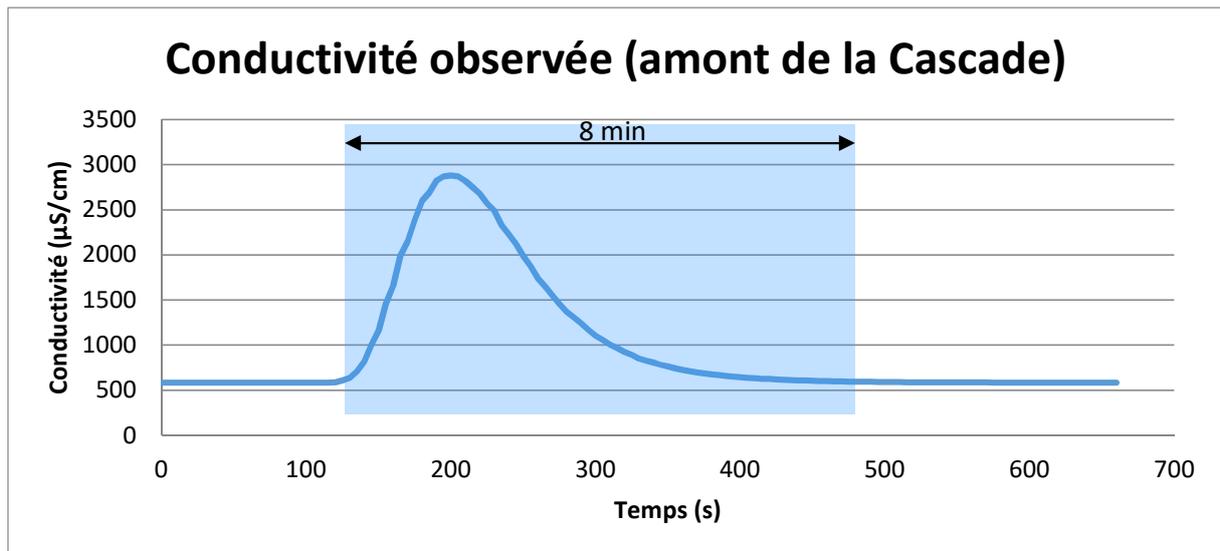
Son rôle a été de placer les fluocapteurs restants (5) et de faire les prélèvements d'eau témoins associés.

Le RDV était donné pour tout le monde à 7h30 au parking situé dans le virage en épingle, sur la route menant à la Pérouse. Après un temps de préparation relativement long, les 3 équipes sont prêtes et s'engouffrent une à une dans la PDE déjà équipée la veille.

L'équipe injection parvient à la salle de la Cascade vers 13h30 et commence par réaliser le jaugeage au sel grâce à la sonde conductimétrique prêtée par le laboratoire BIOGEOSCIENCES. La dissolution de 1 kg de sel est difficile mais la totalité est finalement dissoute. La conductivité naturelle est de 584  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , et le bruit de fond est retrouvé 8 minutes après le début du pic.



*Sonde conductimétrique à l'amont de la Cascade (photo : J-F. Balacey)*



Le débit déduit de cette courbe est d'environ 5 L/s, soit environ 20% seulement du débit estimé au même endroit, le 14 avril.

L'injection est ensuite réalisée, à 14h20, par la même équipe. Les deux bouteilles de fluorescéine sont vidées entre les blocs situés sous la cascade. La totalité de la fluorescéine est vite évacuée par le débit (même faible) de la cascade.



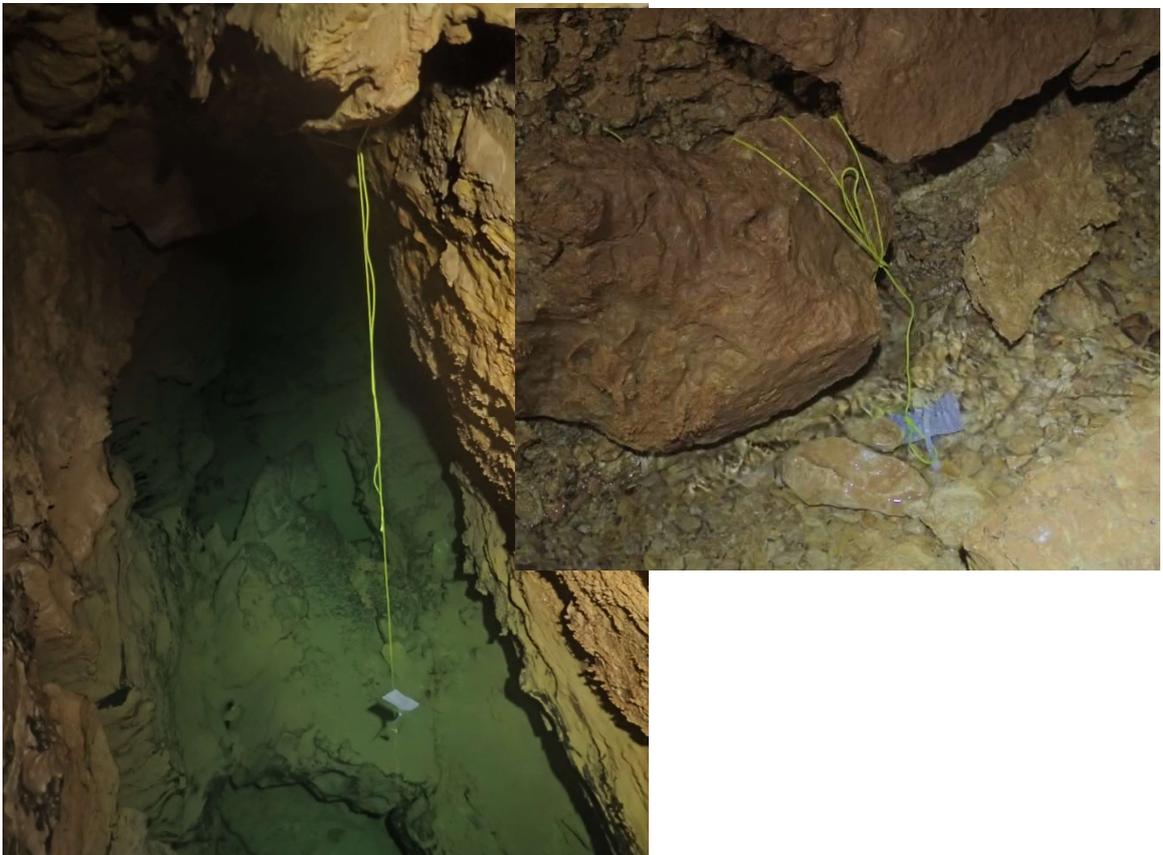
*Injection de la fluorescéine dans les blocs sous la cascade (vidéo : D. Lamotte)*

L'équipe en profite pour installer des capteurs de température prêtés par le laboratoire BIOGEOSCIENCES à différents endroits de la cavité.



*Paramétrage d'une sonde d'enregistrement de température (photo : D. Lamotte)*

Pendant ce temps-là, les deux autres équipes posent les fluocapteurs aux 7 points de surveillance et réalisent les prélèvements d'eau témoins. Tout le monde est dehors à 19h30.



*Fluocapteurs en place (photo E. Brulebois)*

### 3. Suivi du traçage

Deux campagnes de relèves des fluocapteurs ont été réalisées à la suite de l'injection : la première a eu lieu le samedi 22 juin. Les 7 fluocapteurs posés le 15 juin ont été relevés et 7 nouveaux fluocapteurs ont été installés. Des prélèvements d'eau ont également été réalisés.

La deuxième campagne a eu lieu le vendredi 4 juillet (soit 19 jours depuis l'injection) durant laquelle les 7 derniers fluocapteurs ont été relevés et des prélèvements d'eau ont été réalisés. Au total donc, 14 fluocapteurs ont été installés et relevés et 21 prélèvements d'eau ont été réalisés.



*Prélèvement d'eau (photo : S. Clément)*

#### 4. Résultats des analyses et interprétation

Les concentrations en fluorescéine sont données en  $\mu\text{g/L}$  (ou ppm). Aucun des prélèvements ponctuels n'a montré une concentration significativement supérieure au bruit de fond mesuré dans les échantillons témoins.

N° Point	Prélèvements Eau	15/06/2019 (témoins)	22/06/2019 (J+7)	04/07/2019 (J+19)
1	Siphon porcelaine	1,33	2,46	1,41
2	Putch amont	1,20	1,13	1,04
3	Siphon Avalanche	0,94	1,23	2,33
4	Amont Riv des Chailles	1,04	1,41	1,09
5	Oasis intermédiaire	0,92	1,45	0,87
6	Oasis aval	1,36	1,05	1,99
7	Siphon du Lagon	1,55	1,01	1,58

*Concentrations ( $\mu\text{g/L}$ ) en fluorescéine mesurées dans les prélèvements d'eau*

Les fluocapteurs accumulant la fluorescéine en continu sur leur période d'immersion, ils permettent de détecter des faibles concentrations en fluorescéine. Les solutions de désorption du charbon actif ont montré, pour certains points de suivi, des concentrations très fortes. C'est le cas des fluocapteurs installés dans le siphon de la Porcelaine et de l'Avalanche. C'est également le cas du fluocapteur situé dans l'Oasis aval, mais seulement sur le deuxième fluocapteur (période du 22/06 au 04/07).

Les autres fluocapteurs n'ont pas montré de concentrations significatives. Les valeurs de fluorescence plus importantes constatées dans la 2<sup>ème</sup> série de fluocapteurs (immergées entre le 22/06 et le 04/07) sont vraisemblablement dues à la fixation de matières organiques (les pics de fluorescence ne correspondent pas à celui de la fluorescéine).

N° Point	Fluocapteurs	du 15 au 22/06 (7 jours)	du 22/06 au 04/07 (12 jours)
1	Siphon porcelaine	<b>147,97</b>	<b>50,80</b>
2	Putch amont	3,56	7,94
3	Siphon Avalanche	<b>455,00</b>	<b>72,99</b>
4	Amont Riv des Chailles	3,42	8,18
5	Oasis intermédiaire	3,19	8,37
6	Oasis aval	2,36	<b>59,06</b>
7	Siphon du Lagon	1,37	3,50

*Concentrations ( $\mu\text{g/L}$ ) en fluorescéine mesurées dans les solutions de désorptions des fluocapteurs. Les valeurs en gras sont significativement supérieures au bruit de fond.*

De par le principe de surveillance (par fluocapteur), il est impossible de déterminer un temps d'apparition précis. Cependant, on sait que le traceur est passé au droit du Siphon de la Porcelaine et du Siphon du Putch en moins d'une semaine et qu'il a mis plus d'une semaine pour arriver au niveau de l'Oasis aval.

On peut donc en déduire une vitesse du traceur supérieure à 5 m/h pour les deux premiers points de restitution, et située entre 4 et 11 m/h pour l'Oasis aval.

N° Point	Points de suivi	Distance au point d'injection	Temps d'apparition du traceur (h)	Vitesse estimée (m/h)
1	Siphon porcelaine	534	<165	>3
2	Putch amont	525		
3	Siphon Avalanche	873	<166	>5
4	Amont Riv des Chailles	893		
5	Oasis intermédiaire	1130		
6	Oasis aval	1845	168<t<456	4<v<11
7	Siphon du Lagon	1848		

Remarque : ces vitesses sont des vitesses minimum, car les distances réellement parcourue par le traceur ne suivent pas un tracé direct et rectiligne.

Compte-tenu du contexte hydrologique particulièrement sec (cf les bulletins de situation hydrologique publiés par la DREAL Bourgogne Franche-Comté), ces vitesses de restitutions sont cohérentes. A titre de comparaison, un traçage effectué entre la STEP de DAROIS et la source de Neuvon a montré une vitesse de transfert de l'ordre de 9 m/h (Source : Base de données des traçages en Bourgogne, DREAL Bourgogne Franche-Comté).

D'après ces résultats, la rivière Bajocienne à l'amont du Putch (qui rejoint la rivière des Chailles), ainsi que la rivière de l'Oasis amont (jusqu'au Carrefour de l'Oasis) ne sont pas connectées avec la rivière des Prédateurs. La connexion entre la rivière des Prédateurs et la rivière de l'Oasis se situerait donc entre le Carrefour de l'Oasis et l'Oasis aval.

Le fait que le traceur ait été détecté dans un des points situé le plus en aval (rivière Aval de l'Oasis), peut être considéré comme la preuve du bon transfert du traceur dans l'ensemble du système karstique. Toutefois, l'état des connaissances sur l'hydrologie du réseau, compte-tenu des explorations à ce jour, laisse davantage penser que la rivière de l'Oasis est disjointe des autres rivières. Cette connexion entre Prédateurs et Oasis reste donc à confirmer lors d'un nouveau traçage.

Ces résultats ne sont évidemment valables que pour les conditions hydrologiques dans lesquelles l'expérience a été menée (soit en basses eaux). D'autres connexions peuvent se mettre en place en cas de niveaux plus importants dans les conduits karstiques (par effets de seuil).

La carte des liens mis en évidence par ce traçage est disponible en Annexe de ce rapport.

## 5. Perspectives

Cette première expérience dans le Neuvon est positive sous beaucoup d'aspects : du point de vue méthodologique, elle a permis de tester un certain nombre de techniques liées à l'hydrologie souterraine (jaugeage par dilution, traçage colorimétrique, instrumentation, prélèvements et analyses). Les résultats sont concluants, puisque l'expérience a permis de confirmer certaines hypothèses bien que certains résultats interpellent les spéléos connaisseurs du réseau. Cela nous incite à conserver une certaine prudence sur les conclusions et souligne le besoin d'organiser de nouvelles campagnes d'investigations au sein du réseau du Neuvon. Enfin, cette première expérience a été l'occasion d'une belle coopération interclub.

On peut envisager aujourd'hui la mise en œuvre d'actions plus élaborées, comme par exemple la mise en place d'un fluorimètre qui permettrait

- de déterminer une courbe de restitution du traceur, et établir les véritables vitesses de transferts,
- de calculer la masse restituée de traceur et ainsi vérifier quelle proportion de débit est perdue entre la Cascade et les points de restitution instrumentés.

### *Remerciements*

*Merci d'abord à tous les spéléos qui nous ont aidé, d'abord à établir le protocole expérimental, puis qui ont répondu présent pour aller sous terre. Un grand merci au laboratoire BIOGEOSCIENCES et notamment Olivier Mathieu pour le prêt de matériel, à la DREAL (Marc Philippe et Elodie Recchia) pour la fourniture en fluorescéine, et au Cabinet Pascal REILE qui a accepté de nous passer les échantillons au spectro. Merci aux différents relecteurs dont les conseils/remarques ont amélioré ce rendu.*

# ANNEXE

Annexe n°1 : Formulaire DREAL

Annexe n°2 : Carte des circulations souterraines établies



# Opération de traçage dans les eaux souterraines – Fiche de renseignement

Ce document est transmis préalablement à une opération de traçage dans les eaux souterraines ou postérieurement à celle-ci. L'information des services, agences de l'Etat et collectivités est essentielle pour un connaissance partagée des risques d'impacts visuels ponctuels sur les eaux et des données acquises sur les systèmes karstiques et circulations souterraines associées.

## Document à retourner à

DREAL Bourgogne Franche-Comté - SERVICE BIODIVERSITE EAU PATRIMOINE  
 Département Eau et Milieux Aquatiques/Pôle Qualité des eaux  
 TEMIS - Technopole Microtechnique et Scientifique  
 17E rue Alain Savary - CS 31269  
 25005 BESANÇON CEDEX  
 elodie.recchia@developpement-durable.gouv.fr

*usage interne DREAL – Identification du traçage :*

## 1. IDENTIFICATION GENERALE

<b>Bureau d'études ou opérateur, Nom du contact et courriel</b>	Commission scientifique du Comité Département de Spéléologie de Côte d'Or Etienne.brulebois@gmail.com.....
<b>Maître d'Ouvrage, Nom du contact et courriel</b>	Commission scientifique du Comité Département de Spéléologie de Côte d'Or Etienne BRULEBOIS Etienne.brulebois@gmail.com.....

## 2. DESCRIPTION DU TRAÇAGE

<b>Date :</b>	15/06/2019
<b>Nature du produit utilisé :</b>	FLUORESCEINE
<b>Quantité en kg :</b>	0.250
<b>Volume d'eau injecté</b>	2.5 L
<b>État Hydrologique :</b>	Moyennes eaux à basses eaux
<b>Opérateur :</b>	Sébastien ZITO Et Etienne BRULEBOIS
<b>Commentaires :</b>	

**Bibliographie**  
(référence du rapport de  
présentation des résultats et  
diffusion) :

### 3. LISTE DE PERSONNES INFORMEES AVANT L'OPERATION

<input checked="" type="checkbox"/> Direction Départementale des Territoires	<input type="checkbox"/> Gendarmerie	<input type="checkbox"/> Pompiers
<input checked="" type="checkbox"/> Communes du/des lieu(x) d'injection et des sites de surveillance	<input checked="" type="checkbox"/> Animateur Contrat (rivière, SAGE, autre)	
<input checked="" type="checkbox"/> DREAL	<input checked="" type="checkbox"/> Agence Régionale de Santé, Délégation Territoriale	
<input checked="" type="checkbox"/> Conseil Départemental	<input checked="" type="checkbox"/> ONEMA	

### 4. POINT D'INJECTION

<b>Département :</b>	Côte d'Or	
<b>Commune :</b>	Plombières-lès-Dijon	
* Code INSEE commune :	21485	
* Lieu-dit toponymique:	Combe Neuvoon (réseau souterrain du même nom)	
<b>Nom du point :</b>	-	
<b>Code BSS :</b>	-	
<b>Coordonnées X :</b>	846 948	
<b>Coordonnées Y :</b>	6 697 700	
<b>Cote altimétrique Z (NGF) :</b>	183	
<b>Système de projection des coordonnées X Y :</b>	<input type="checkbox"/> Lambert 93 (référentiel national) oui	
	<input type="checkbox"/> Lambert II étendu	
	<input type="checkbox"/> autre. Préciser :	
<b>Type de la cavité :</b>	Karstique (naturelle)	
<b>Usage(s) :</b> éventuellement multiple		
<b>Stratigraphie (étage géologique de la formation) :</b>		
* Commentaires :		

## 5. POINTS DE SURVEILLANCE

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7
<b>Département :</b>	21						
<b>* INSEE Commune :</b>	21485						
<b>Commune :</b>	Plombières-lès-Dijon						
<b>* Lieu-dit :</b>	Réseau souterrain du Neuvon						
<b>Nom du point :</b>	Siphon aval porcelaine	Amont salle du Putsch	Siphon avalanche	Amont rivière des Chailles	Oasis	Siphon aval oasis	Siphon du lagon
<b>Coordonnées x :</b>	846962	846801	846806	846777	847301	847297	847297
<b>Coordonnées y :</b>	6697170	6697280	6696828	6696835	6696626	6695873	6695873
<b>Coordonnées z :</b>	168 m NGF environ						
<b>Surveillance / fréquence :</b>	Fluocapteurs durant 2 semaines						
<b>Sortie (oui/non) :</b>							
<b>Observation directe (œil nu) (oui/non) :</b>							
<b>Mesure en continue in situ (oui/non) :</b>							
<b>Prélèvement échantillon d'eau (oui/non) :</b>							
<b>Fluocapteur (oui/non) :</b>	oui						
<b>* Débit (l/s) :</b>							
<b>Distance au point d'injection (m) :</b>							
<b>Temps (h) :</b>							
<b>Vitesse calculée (m/h) :</b>							
<b>* commentaires :</b>							

