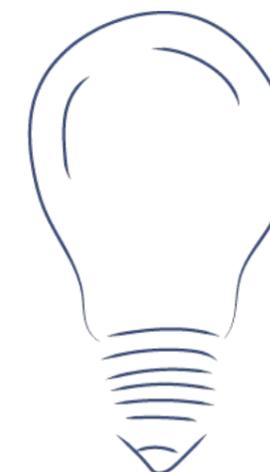




## ANNEXES - Volume 4 ETUDES HYDROGEOLOGIQUES

### Parc éolien de Nogent



COMMUNE DE NOGENT

Département de la HAUTE MARNE (52)

Décembre 2020

H2air  
29, rue des Trois Cailloux  
80000 Amiens  
[www.h2air.fr](http://www.h2air.fr)



Sciences Environnement  
6 boulevard Diderot  
25 000 BESANCON  
Tél. : 03 81 53 02 60  
Mail : [besancon@sciences-environnement.fr](mailto:besancon@sciences-environnement.fr)



**Réalisation d'une opération de traçage  
des eaux souterraines au droit des points  
d'implantation des éoliennes E1 et E2 du  
projet éolien de Nogent (52)**

***Compte rendu du traçage des eaux  
souterraines du 7 mai 2018***



Ce dossier a été réalisé par :

**Sciences Environnement**  
Agence de Besançon

Pour le compte : de la Société H2air

Personnel ayant participé à l'étude :

Chef de projet : Sébastien LIBOZ

Chargée d'étude et rédacteur : Julie PERROT

Révisions du dossier :

- Version **1.0** de **juin 2018** : Version initiale
- Version **2.0** de **juillet 2018** : Version finale

---

## Sommaire

---

<b>1</b>	<b>Préambule</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Contexte hydrogéologique</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Méthodologie de l'étude</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Déroulement du traçage des eaux souterraines</b>	<b>9</b>
4.1	Injection du colorant	9
4.2	Description des points de surveillance	12
4.3	Conditions pluviométriques	15
<b>5</b>	<b>Résultats - Conclusions</b>	<b>17</b>
5.1	Restitution observée	17
5.2	Absence de restitution	18
5.3	Interprétations et conclusions	18

---

## Liste des figures

---

Figure 1 : Plan de situation générale	5
Figure 2 : Contexte géologique	7
Figure 3 : Localisation du point d'injection de Sulforhodamine B	9
Figure 4 : Photographies du point d'injection de sulforhodamine B	10
Figure 5 : Localisation du point d'injection de sulforhodamine B	11
Figure 6 : Photographies du point d'injection de fluorescéine	12
Figure 7 : Plan de localisation des points de surveillance	14
Figure 8 : Pluviométrie quotidienne durant la période d'étude (source Météo-France, Station d'Is en Bassigny)	15
Figure 9 : Comparaison graphique des niveaux d'eau dans un piézomètre de Chaumont de l'année 2018 avec les niveaux d'eau des années antérieures	16
Figure 10 : Spectres des fluocapteurs installés à la source AEP P1 de Mandres la Côte	17
Figure 11 : Carte de restitution des traceurs	19

---

## Liste des tableaux

---

Tableau 1 : Description des points de surveillance	13
--	----

---

## Liste des annexes

---

Annexe 1 : Fiche de coloration	20
Annexe 2 : Spectres des fluocapteurs	21

## **1 Préambule**

---

Dans le cadre du projet de construction du Parc Eolien dit de Nogent, implanté sur la commune de Nogent en Haute-Marne, un complément d'étude hydrogéologique a été demandé, visant à une meilleure caractérisation de la liaison entre les éoliennes E1 et E2 et les captages AEP de Mandres la Côte et Nogent ainsi que les exutoires plus éloignés (rivière le Rognon, la Traire,...).

En effet, les éoliennes E1 et E2 se trouvent dans le périmètre de protection rapprochée des sources de la commune de Mandres-la-Côte. Cette étude vise à caractériser les relations entre ces points d'implantation des éoliennes et les sources AEP du secteur.

Dans son avis, M. Fradet, hydrogéologue agréé, indique que l'existence d'un lien impliquera l'interdiction de création des éoliennes E1 et/ou E2.

Ainsi, à la demande de la Société H2air, nous avons réalisé au mois de mai 2018 une opération de traçage simple avec une injection de deux traceurs fluorescents au droit des points d'implantation des futures éoliennes E1 et E2.

Cette étude a été réalisée avec un suivi uniquement qualitatif par le biais de fluocapteurs relevés avec un pas de temps évolutif entre 6 et 15 jours, durant 50 jours.

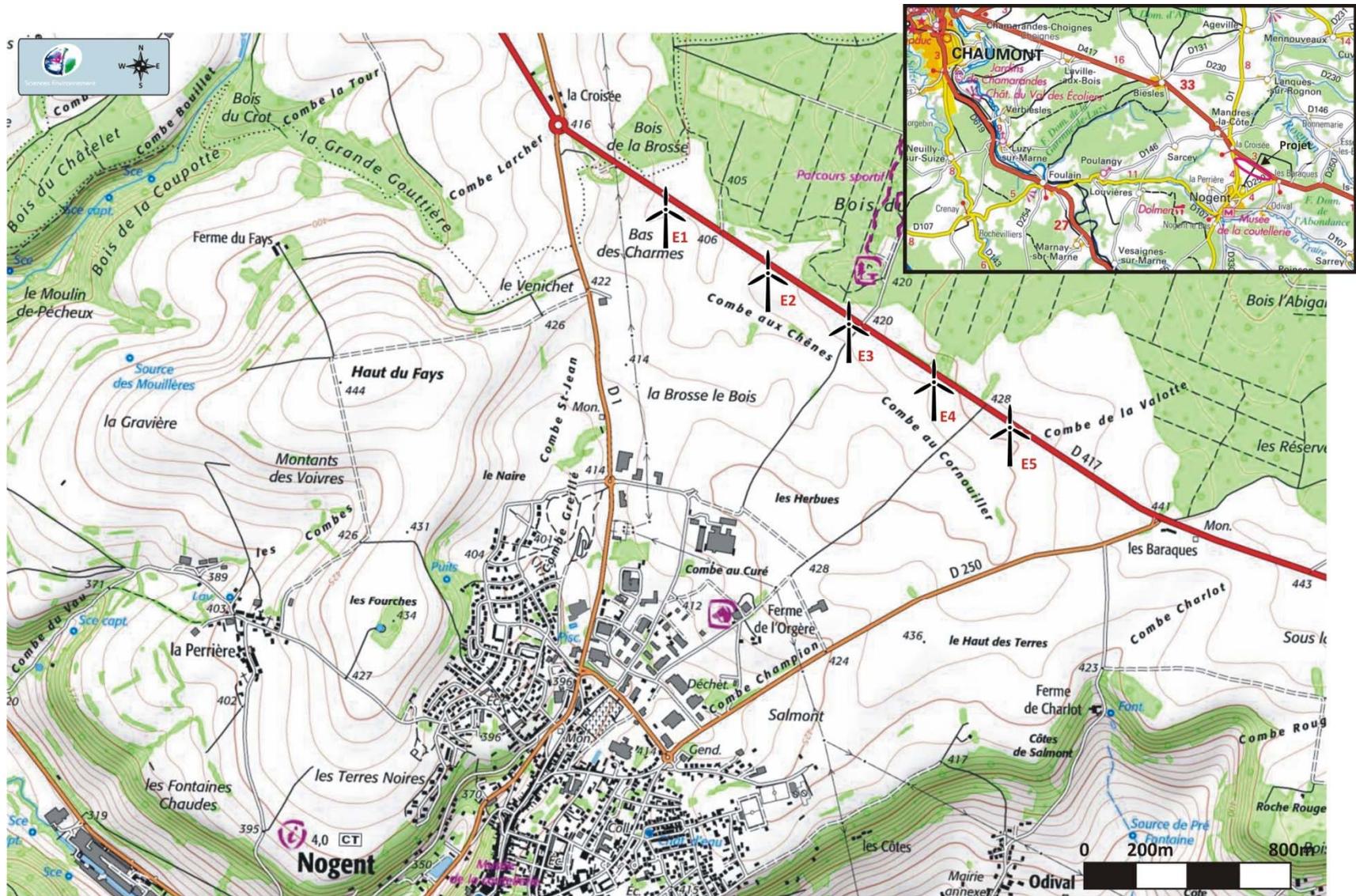


Figure 1 : Plan de situation générale

## 2 Contexte hydrogéologique

---

Le projet éolien est situé dans le département de la Haute-Marne, à environ 15 kilomètres au sud-est de Chaumont.

Le secteur d'étude se trouve en bordure est-sud-est du Bassin de Paris. Il s'agit d'un plateau calcaire jurassique.

Ce secteur du plateau est constitué principalement par le bloc calcaire du Bajocien.

Quelques vallées dissèquent ce bloc mais seuls le Rognon, au nord de la zone d'étude, et la Traire au sud, marquent une entaille importante.

Ici, seules les marnes du Bajocien supérieur dessinent un élément morphologique. On note l'absence de failles ou autre incident sur le secteur d'étude d'après la carte géologique.

Les formations sont tabulaires sur le secteur d'étude.

Sur le secteur d'étude, on retrouve les formations suivantes :

- **Fz** : Alluvions récentes peu épaisses au vu de l'importance limitée des cours d'eau dans le secteur
- **j<sub>1c</sub>** : Bajocien supérieur oolithique : Constitué par un complexe calcaire oolithique (40 m).
- **j<sub>1b</sub>** : Bajocien supérieur marneux : Constitué d'une assise marno-calcaire constituée de marnes grises et calcaires marneux ( $\approx 10$  m).
- **j<sub>1a</sub>** : Bajocien inférieur : Constitué de Calcaires à entroques, suboolithiques ( $\approx 40$  m).
- **I<sub>7</sub>** : Marnes du Lias (Toarcien) : Constitué par 8 m de schistes cartons et principalement par les argiles gris-bleu présentant une puissance de 60 à 65 m.

La nappe captée sur le secteur d'étude est libre au sein des calcaires. Il s'agit d'un aquifère de type karstique.

Le Bajocien inférieur donne une ligne de sources bien développée sur le secteur, à des débits plus ou moins importants. Les sources émergent à l'interface marnes/calcaires.

Les circulations d'eau dans ce type d'aquifère karstique peuvent être complexes et rapides selon le développement local du karst.

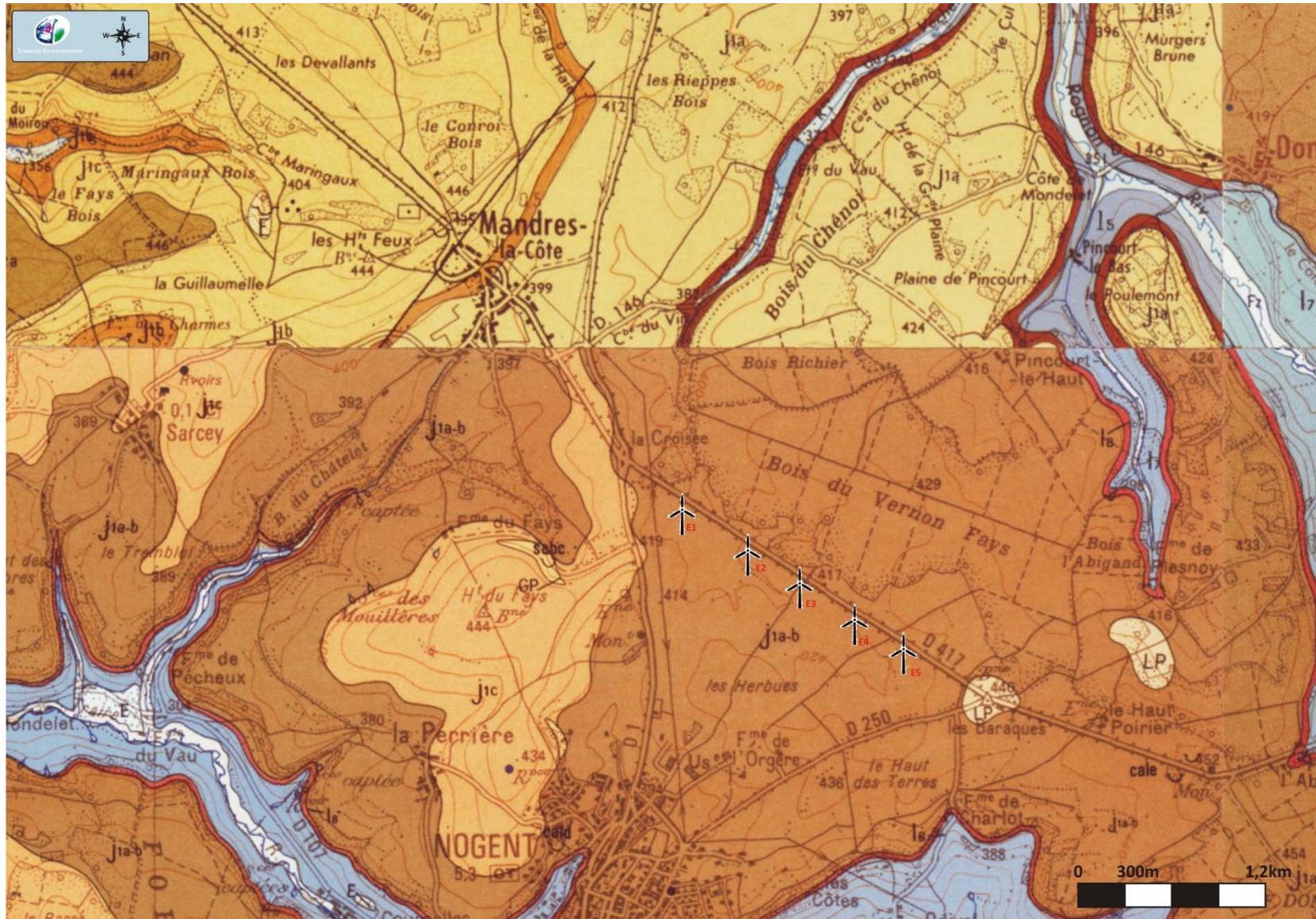


Figure 2 : Contexte géologique

### **3 Méthodologie de l'étude**

---

Les essais de traçage dans le cadre du suivi hydrogéologique au droit des éoliennes E1 et E2 du projet de parc éolien de Nogent ont été réalisés avec des traceurs fluorescents.

En effet, bon marché et ne présentant pas de contrainte toxicologique, ils offrent également l'intérêt d'une analyse peu onéreuse pour des seuils de détection particulièrement faibles ( $< 0,5 \mu\text{g/l}$ ).

La surveillance de la restitution aux exutoires peut être effectuée par un contrôle qualitatif via l'utilisation de fluocapteurs. Il s'agit de petits sachets poreux remplis de charbon actif ayant la propriété de fixer les molécules de colorant présentes dans l'eau.

Généralement relevés avec un pas de temps variable de 5 à 20 jours, ils permettent d'étendre la surveillance passive de la restitution à de nombreux exutoires.

Les échantillons d'eau et les fluocapteurs collectés lors de chaque tournée sont analysés dans notre propre laboratoire d'analyses de colorant, équipé d'un spectrofluorimètre de marque Perkin Elmer qui permet l'analyse à double balayage synchronisé.



**Fluocapteurs**



**Spectrofluorimètre LS-50B de Sciences Environnement**

Ce type de matériel est particulièrement adapté pour l'analyse des composés fluorescents dans le domaine des traces. Il est actuellement considéré comme la méthode standard d'analyse de ce type de traceurs. L'échantillon analysé est soumis à un double scanning synchrone (balayage des longueurs d'ondes d'excitation et d'émission avec un intervalle de longueur d'onde constant).

Le spectre obtenu est caractérisé par des pics symétriques et étroits lors de la présence de colorants. Chaque pic est concentré sur une longueur d'onde d'émission caractéristique du colorant contenu dans la solution.

Cette méthode d'analyse permet l'identification fiable et certaine de la présence du ou des colorants dans l'échantillon analysé et limite, dans certains cas, les erreurs d'interprétation liées aux variations d'intensité de la fluorescence naturelle.

Les analyses ont été effectuées dans les jours suivant le ramassage des échantillons, ce qui permet d'avoir un suivi en temps réel de la restitution et d'ajuster au mieux le suivi du traçage.

## 4 Déroulement du traçage des eaux souterraines

### 4.1 Injection du colorant

Les essais de traçage ont été réalisés le 7 mai 2018 avec 2 traceurs fluorescents : la fluorescéine et la sulforhodamine B.

Les choix des points d'injection ont été réalisés en concertation avec le groupe H2Air au droit des implantations des éoliennes E1 et E2 avec pour principal objectif la caractérisation du lien entre les points d'implantation des éoliennes et les sources AEP du secteur.

#### ➤ Injection de Sulforhodamine B

Le premier point testé correspondait à l'implantation de l'éolienne E1, au niveau des cultures situées au nord de la ville de Nogent, au Bas de la Charme, parcelle n°22 section ZI de la commune de Nogent.

La fosse a été creusée à la pelle mécanique sur une profondeur d'environ 1,3 m.

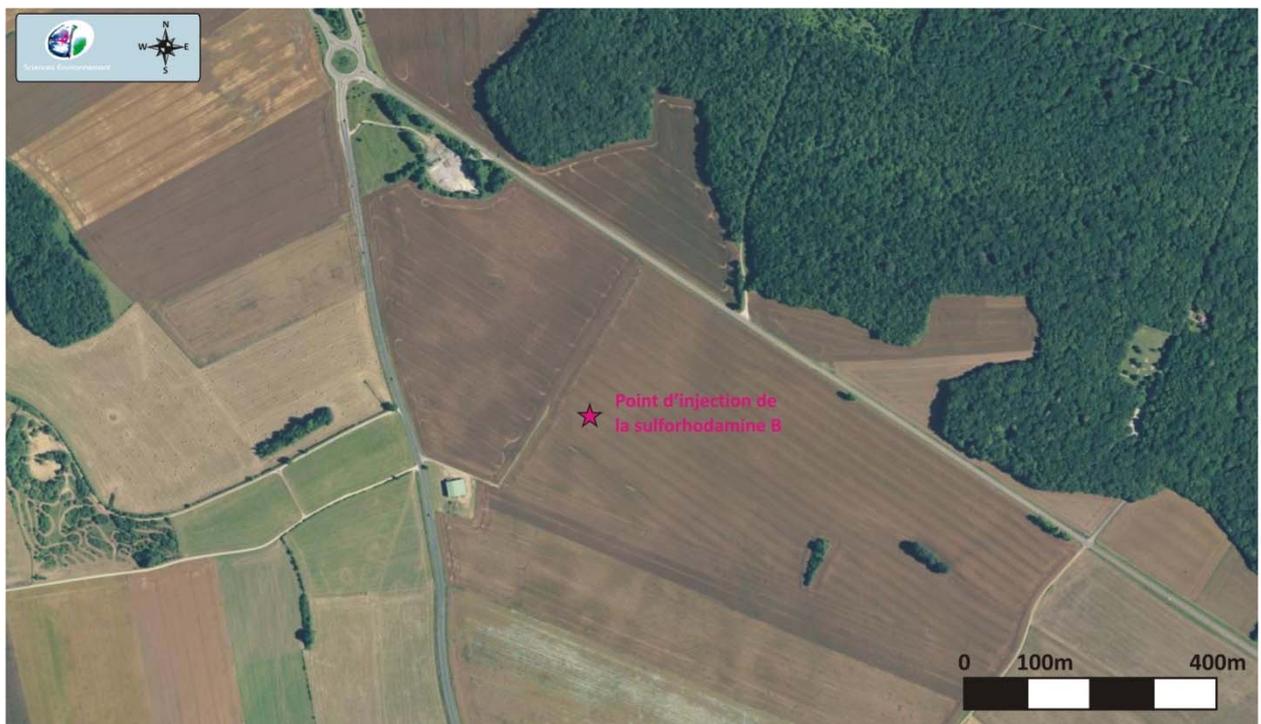


Figure 3 : Localisation du point d'injection de Sulforhodamine B

Elle montrait la coupe suivante :

- De 0 à 0,5 mètre de profondeur : un horizon de terre de labour ;
- De 0,5 à 1 mètre de profondeur : horizon argileux avec quelques blocs calcaires ;
- De 1 à 1,3 mètre de profondeur : horizon de calcaire argileux.

L'infiltration était lente, 2kg de sulforhodamine B ont été dilués dans de l'eau puis déversés dans cette fosse à 10h45.

3 m<sup>3</sup> d'eau ont ensuite été ajoutés au colorant afin de favoriser sa migration vers le système actif de l'aquifère.

La fosse a été rebouchée à 15h.



Figure 4 : Photographies du point d'injection de sulforhodamine B

### ➤ Injection de fluorescéine

Le deuxième point testé correspondait à l'éolienne E2, également localisé au niveau des cultures situées au nord de Nogent, au lieu-dit la Combe aux Chênes, parcelle n°26 de la section ZI de la commune de Nogent.

La fosse a été creusée à la pelle mécanique sur une profondeur d'environ 1m.



Figure 5 : Localisation du point d'injection de fluorescéine

Elle montrait la coupe suivante :

- De 0 à 0,15 mètre de profondeur : un horizon de terre labourée ;
- De 0,15 à 1 mètre de profondeur : horizon de calcaire en plaquettes.

L'infiltration a été jugée très satisfaisante et 1,5 kg de fluorescéine ont été dilués dans de l'eau puis déversés dans cette fosse à 11h25.

3 m<sup>3</sup> d'eau ont ensuite été ajoutés au colorant afin de favoriser sa migration vers le système actif de l'aquifère.

L'infiltration était instantanée et la fosse a donc été rebouchée vers 11h45.



Figure 6 : Photographies du point d'injection de fluorescéine

## **4.2 Description des points de surveillance**

Lors de cette opération de traçage des eaux souterraines, 13 points distincts ont fait l'objet d'une surveillance régulière.

Le tableau 1, en page suivante, présente les principales caractéristiques de ces points de contrôle.

L'ensemble de ces points a fait l'objet d'une surveillance par fluocapteurs (sachets contenant quelques grammes de charbon actif ayant la propriété de fixer le colorant potentiellement présent dans l'eau).

Ils ont tous été renouvelés tous les 7 à 15 jours après l'injection puis totalement retirés le 25 juin 2018 après un suivi de 50 jours.

Une série de témoins a été placée du 27 au 30 avril 2018 sur les points de surveillance de façon à établir le bruit de fond analytique et de confirmer l'absence de trace de colorant sur les exutoires avant les opérations d'injection.

**Tableau 1 : Description des points de surveillance**

<b>N°</b>	<b>Nom</b>	<b>Commune</b>	<b>Coordonnées Lambert 93</b>
<b>A</b>	Ruisseau du Véchet amont (vers station de pompage)	Mandres la Côte	X : 875 585 Y : 6 776 549 Z : 375
<b>A'</b>	Trop-plein Source AEP P1	Mandres la Côte	X : 875 667 Y : 6 776 662 Z : 375
<b>A''</b>	Trop-plein Source AEP P2	Mandres la Côte	X : 875 680 Y : 6 776 682 Z : 375
<b>B</b>	Rivière le Rognon aval	Lanques sur Rognon	X : 876 732 Y : 6 779 411 Z : 336
<b>C</b>	Ruisseau du Véchet aval	Lanques sur Rognon	X : 877 053 Y : 6 778 593 Z : 345
<b>D</b>	Ruisseau de Plesnoy	Donnemarie	X : 877 735 Y : 6 776 978 Z : 351
<b>E</b>	Rivière le Rognon amont	Donnemarie (Essey les Eaux)	X : 879 673 Y : 6 775 470 Z : 360
<b>F</b>	Rivière la Traire amont	Odival	X : 876 996 Y : 6 772 005 Z : 328
<b>G</b>	Rivière la Traire au Vivier	Nogent	X : 874 755 Y : 6 771 668 Z : 319
<b>H</b>	Ruisseau de la Combe du Vau	Nogent	X : 872 769 Y : 6 773 064 Z : 338
<b>I</b>	Trop-plein source AEP de Nogent	Nogent	X : 872 898 Y : 6 773 224 Z : 350
<b>J</b>	Ruisseau du Pécheux – Trop-plein source AEP de Nogent	Nogent	X : 872 898 Y : 6 774 768 Z : 350
<b>K</b>	Rivière de la Traire aval	Louvières	X : 869 997 Y : 6 773 410 Z : 298



Figure 7 : Plan de localisation des points de surveillance

### 4.3 Conditions pluviométriques

L'injection s'est déroulée en période de moyennes eaux.

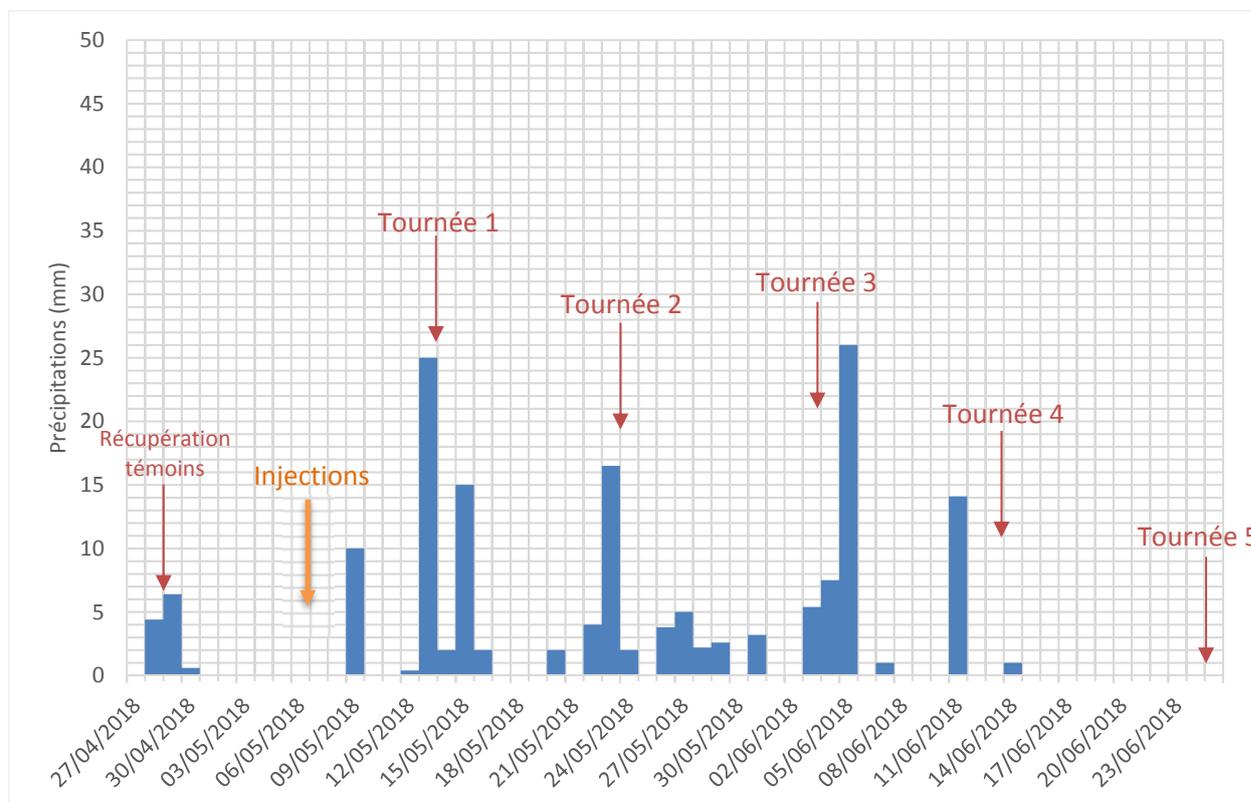


Figure 8 : Pluviométrie quotidienne durant la période d'étude (source Météo-France, Station d'Is en Bassigny)

Entre l'injection du 7 mai et le 14 juin 2018, le temps était très humide avec un cumul de 161,1 mm de pluie. Les dix derniers jours de suivi ont été très secs.

Le suivi du niveau d'eau dans un piézomètre de la ville de Chaumont, dans la nappe des calcaires du Dogger, montre que nous sommes bien en période de moyennes eaux sur la période de suivi.

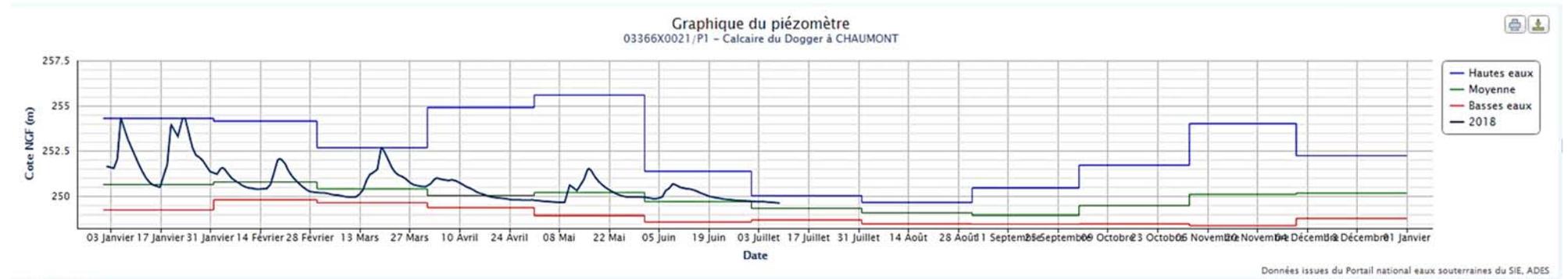


Figure 9 : Comparaison graphique des niveaux d'eau dans un piézomètre de Chaumont de l'année 2018 avec les niveaux d'eau des années antérieures

## 5 Résultats - Conclusions

### 5.1 Restitution observée

Le suivi qualitatif mis en place montre une restitution claire de la fluorescéine injectée à l'éolienne E2.

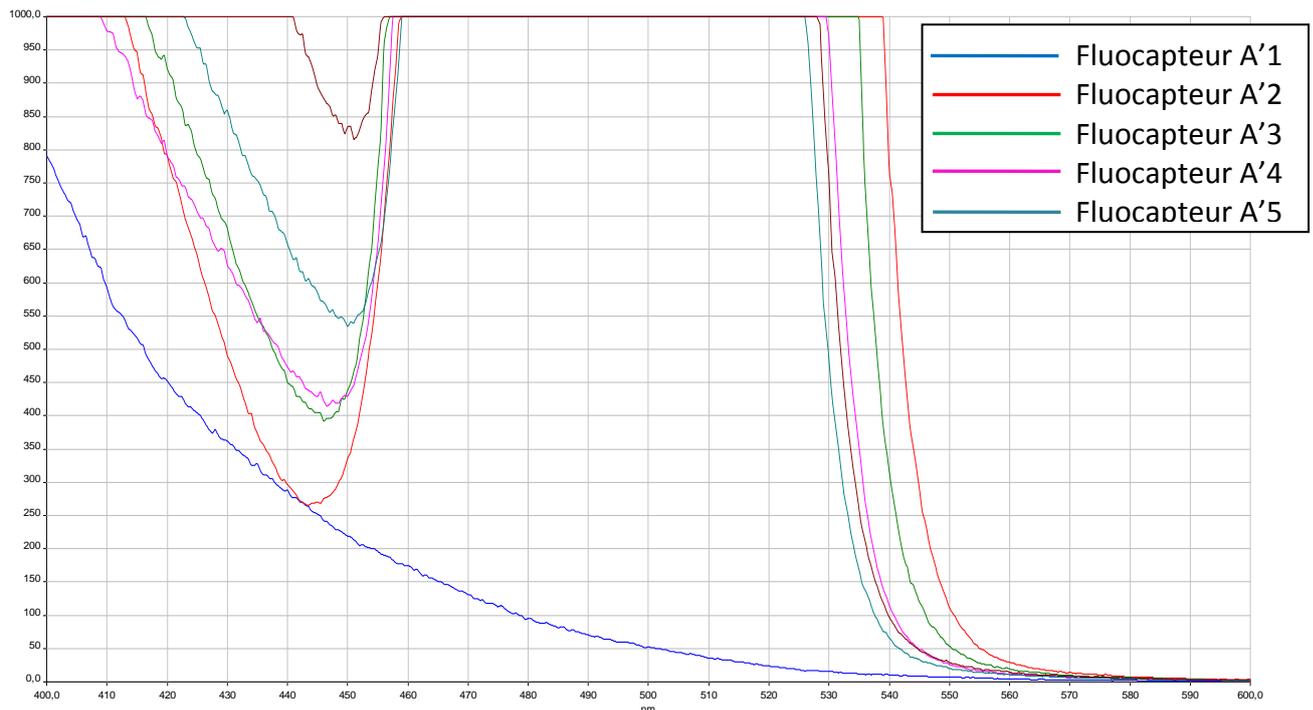


Figure 10 : Spectres des fluocapteurs installés à la source AEP P1 de Mandres la Côte

La fluorescéine a été détectée sur les fluocapteurs de la source du Véchet et des sources AEP de la Mandres la Côte dès la 1<sup>ère</sup> tournée. Les spectres d'analyse des fluocapteurs des tournées 1 à 5 montrent une saturation en fluorescéine.

Celle-ci est également détectée dans le ruisseau du Pécheux, à l'aval du trop-plein de la source AEP de Nogent. Les spectres d'analyse des fluocapteurs des tournées 1, 2 et 4 montrent également une saturation en fluorescéine. Les spectres montrent cependant une intensité moins importante qu'aux sources du Véchet, notamment la source P1 qui présente l'intensité la plus importante.

On note logiquement la présence de fluorescéine à l'aval de ces points, soit au niveau du ruisseau du Véchet aval et dans la Traire aval à Louvières.

Les autres fluocapteurs placés sur le secteur d'étude ne révèlent aucune trace de colorant.

## **5.2 Absence de restitution**

Aucune trace de sulforhodamine B n'a été observée durant toute la durée du suivi.

Cette absence de restitution peut s'expliquer par une infiltration moyenne du colorant qui a pu rester piégé dans les formations géologiques sous-jacentes.

L'épaisseur de terre végétale sur ce secteur d'implantation de l'éolienne E1 était plus importante qu'au niveau de E2. Bien que les plaquettes calcaires aient été atteintes, les fissures observées semblaient également plus colmatées, comme en témoigne une infiltration plus lente qu'en E2.

## **5.3 Interprétations et conclusions**

**Réalisés dans des conditions hydrologiques de moyennes eaux, les essais de traçage réalisés en mai 2018 ont montré une restitution d'un seul des deux colorants injectés, la fluorescéine, aux sources du Véchet, dont les sources AEP de Mandres la Côte, qui constitue le milieu récepteur principal des eaux infiltrées sur la zone d'implantation de l'éolienne E2.**

Le colorant est également retrouvé dans le ruisseau du Pécheux, source AEP de Nogent avec une intensité moindre, bien que montrant également une saturation en fluorescéine lors de certaines tournées.

Cette ressource peut être considérée comme un exutoire secondaire bien que non négligeable.

L'absence de restitution en sulforhodamine B peut s'expliquer par un pouvoir fluorescent de la sulforhodamine B beaucoup plus faible que celui de la fluorescéine et qui, après un certain temps de piégeage dans les formations géologiques, a pu se dégrader et se diluer dans la nappe empêchant toute observation.

Le mode de surveillance par fluocapteurs ne permet pas de définir précisément les temps de transit et les concentrations maximales obtenues aux points de restitution.

Cependant, en considérant un délai de restitution compris entre 1 et 7 jours pour une distance d'environ 1,8 km avec la source du Véchet, la vitesse de transit depuis la zone d'implantation de l'éolienne E2 peut être estimée à plusieurs dizaines de mètres par heure.

Cette vitesse de transit peut être considérée comme relativement importante et confirme la bonne fonctionnalité du système karstique local.

Elles demeurent néanmoins dans les gammes de vitesse habituellement rencontrées dans la région lors d'opérations similaires réalisées dans ces conditions hydrologiques.

En effet, les conditions météorologiques observées tout au long de l'opération ont conduit à une période de fortes pluies ayant favorisé le transit rapide du traceur dans le réseau karstique.

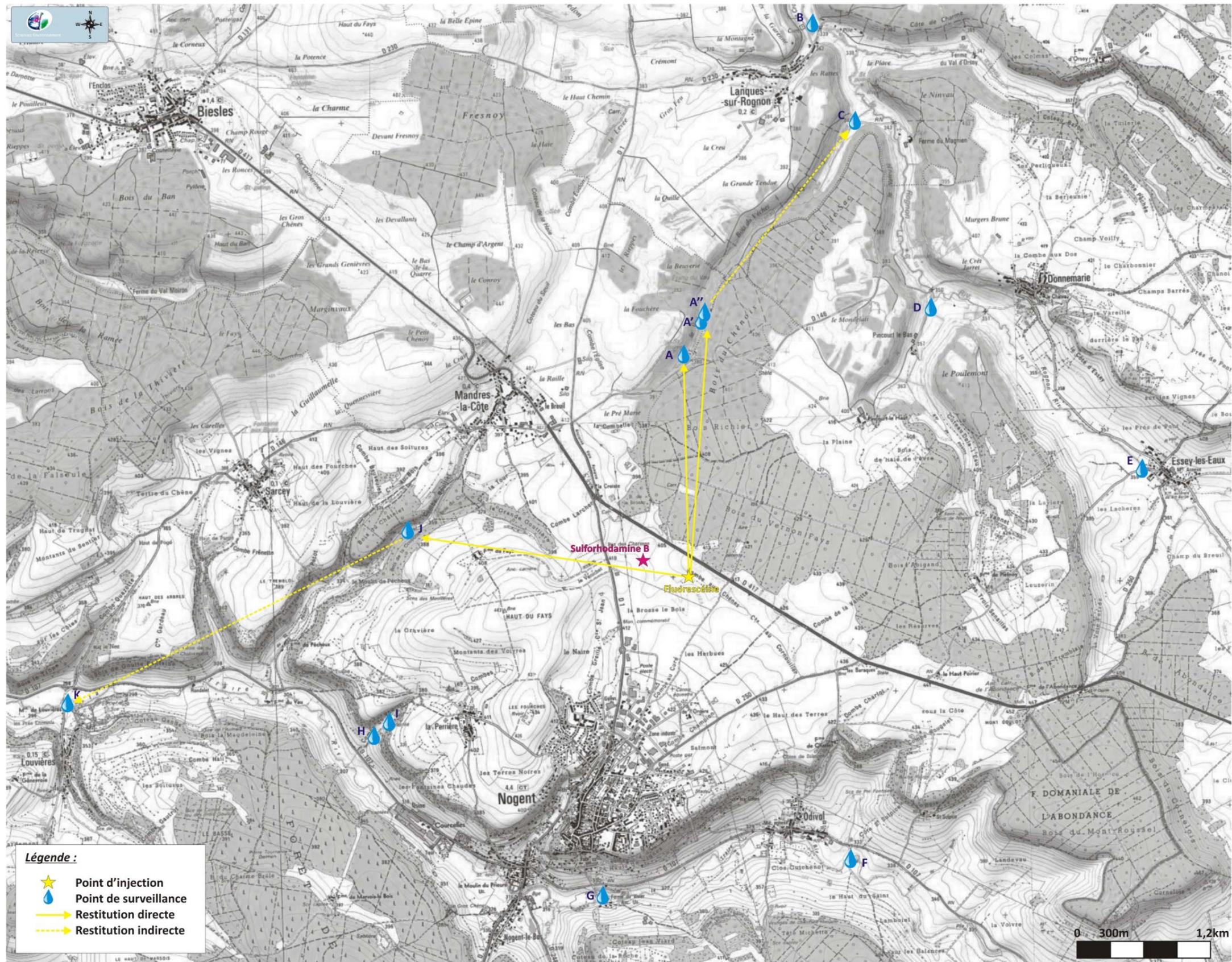


Figure 11 : Carte de restitution des traceurs

---

**Annexe 1 :**

**Fiche de coloration**

---







---

## **Annexe 2 :**

### **Spectres des fluocapteurs**

---

- Etude Hydrogéologique -  
- Traçage des eaux souterraines -  
Résultats d'analyses et spectres des fluocapteurs

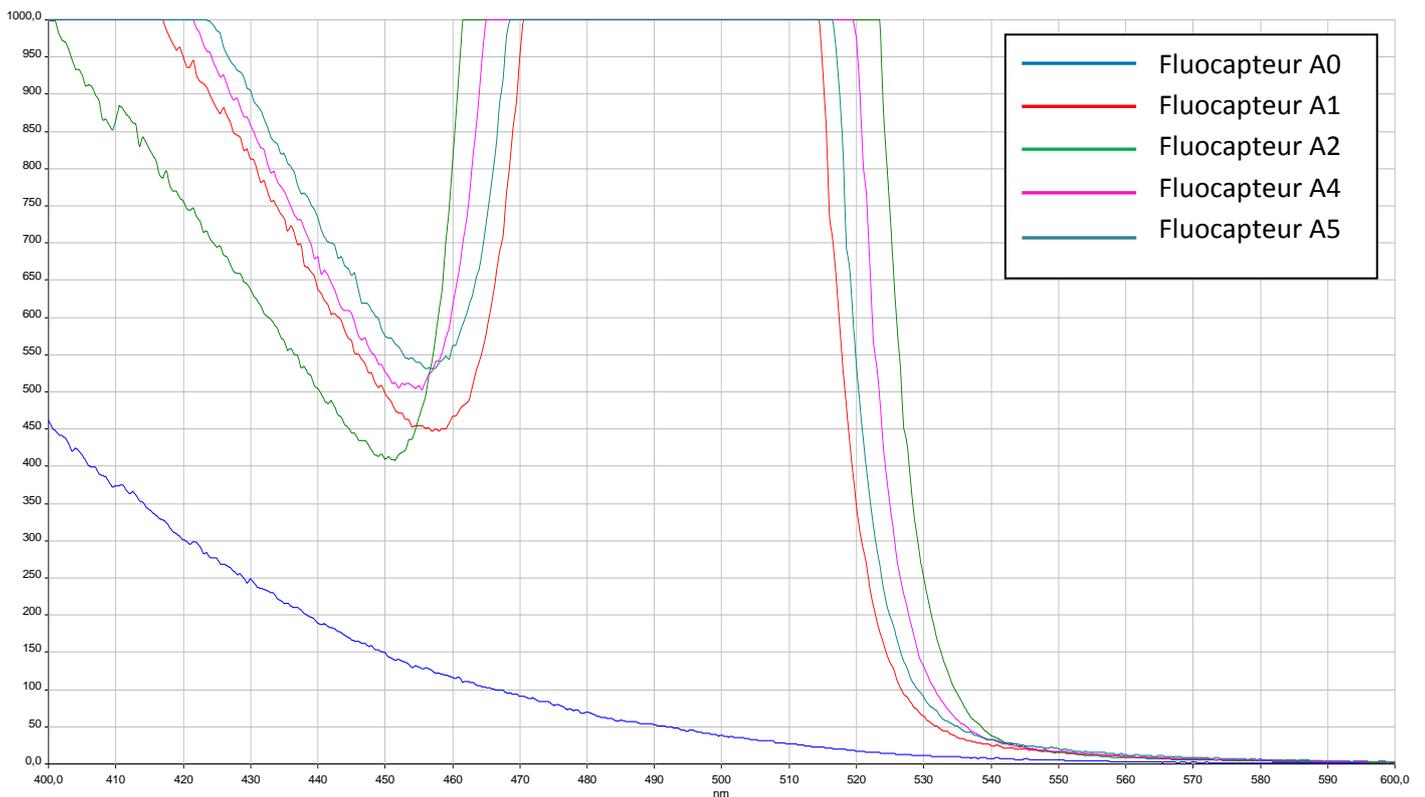
Les lettres correspondent aux emplacements des sites où les fluocapteurs ont été ramassés.

Les fluocapteurs - 0, - 1, - 2, - 3, - 4 et - 5 correspondent respectivement aux numéros des tournées de ramassage des fluocapteurs :

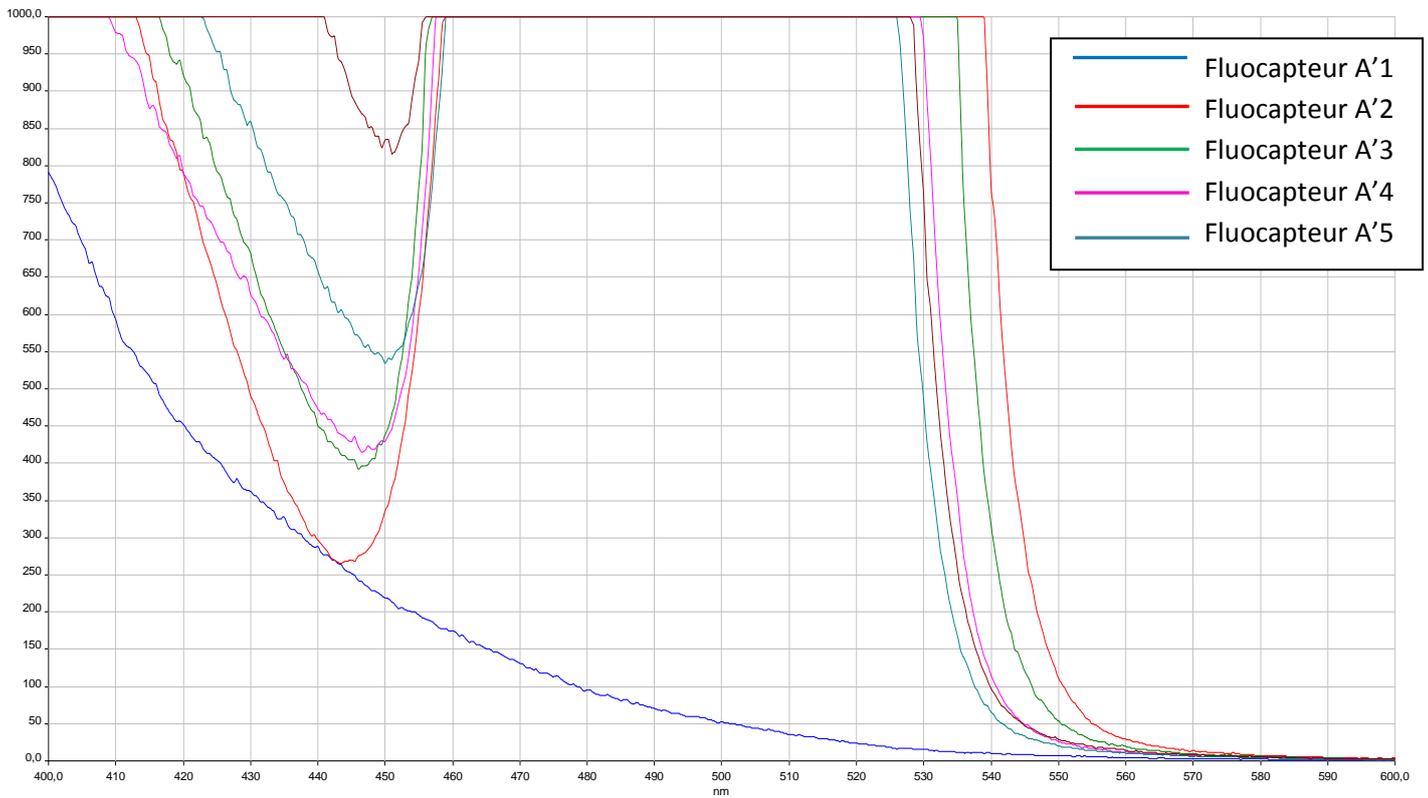
- 0 : Avant l'injection ;
- 1 : 7 jours après l'injection ;
- 2 : 17 jours après l'injection ;
- 3 : 28 jours après l'injection ;
- 4 : 38 jours après l'injection ;
- 5 : 49 jours après l'injection.

Chaque pic est concentré sur une longueur d'onde d'émission caractéristique du colorant contenu dans la solution. La fluorescéine apparaît à une longueur d'onde de 495 nm, la sulforhodamine B à 559 nm.

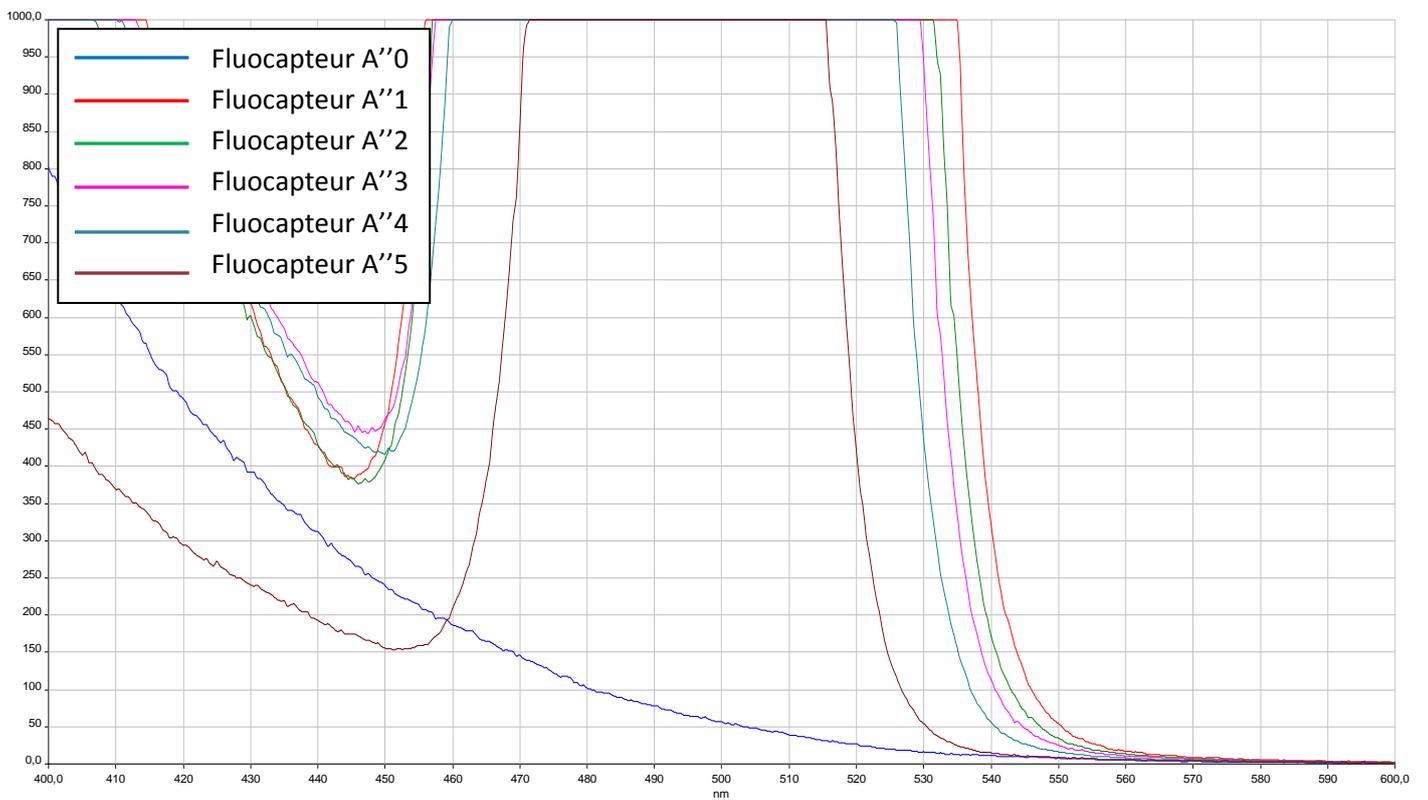
## A. SOURCE DU VECHET



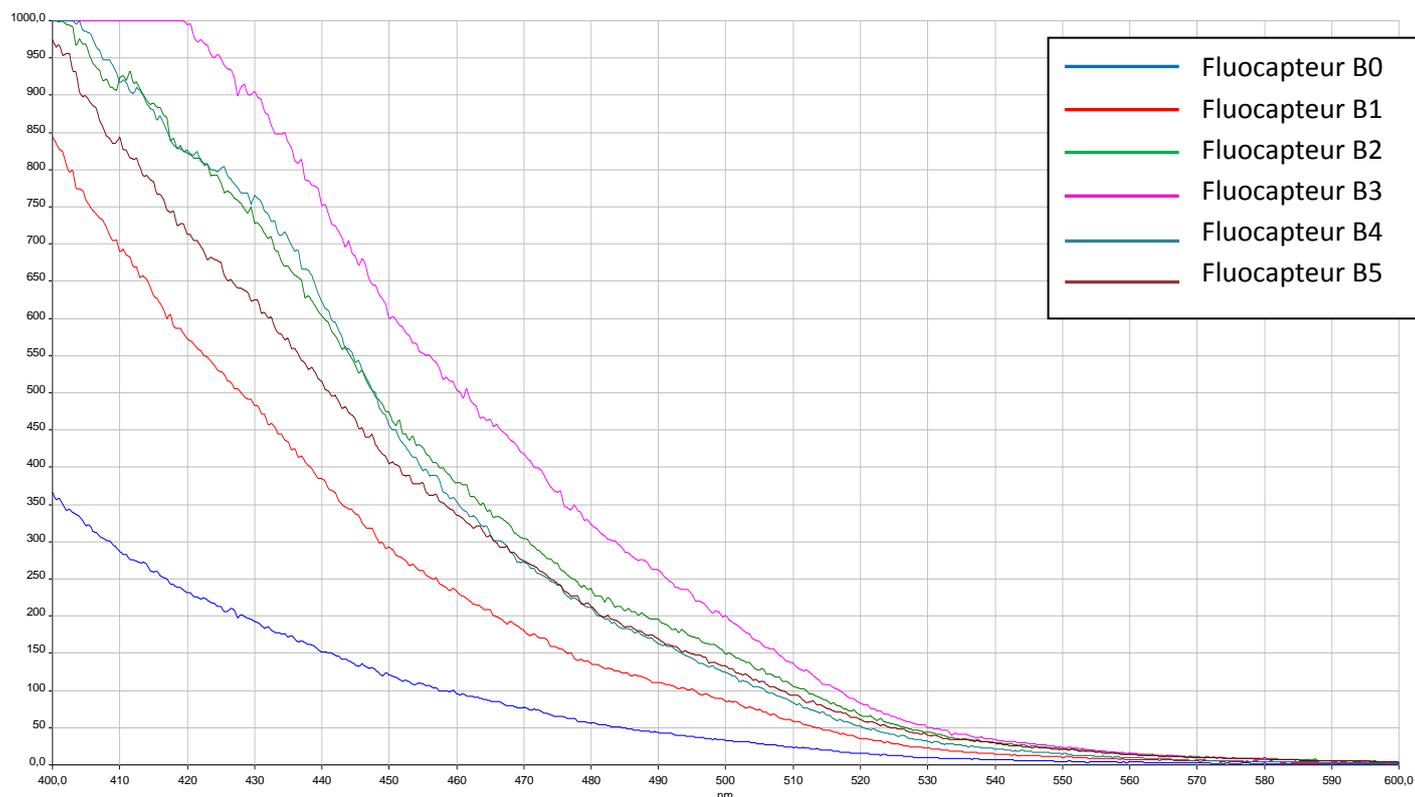
### A'. SOURCE AEP DE MANDRES LA COTE – P1



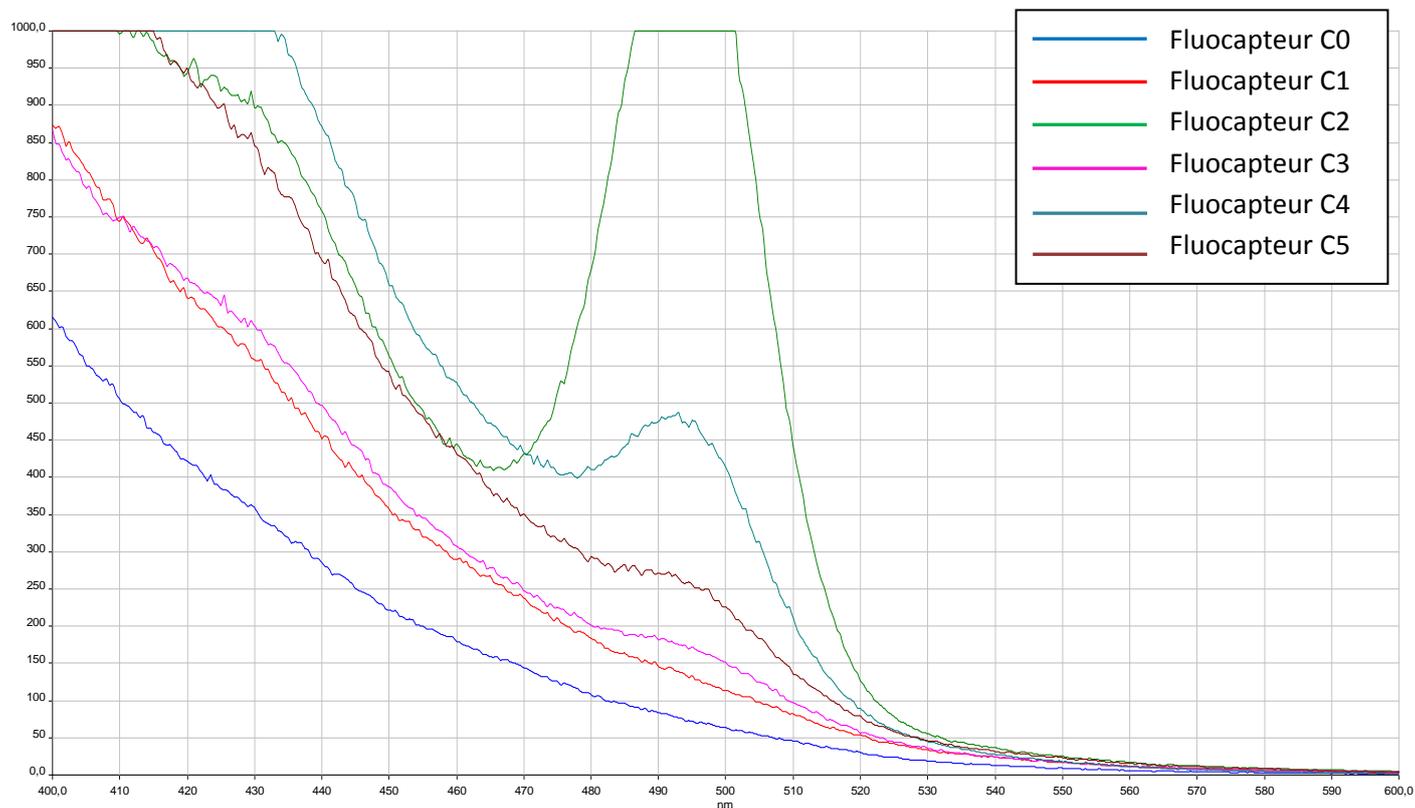
### A''. SOURCE AEP DE MANDRES LA COTE – P2/P3



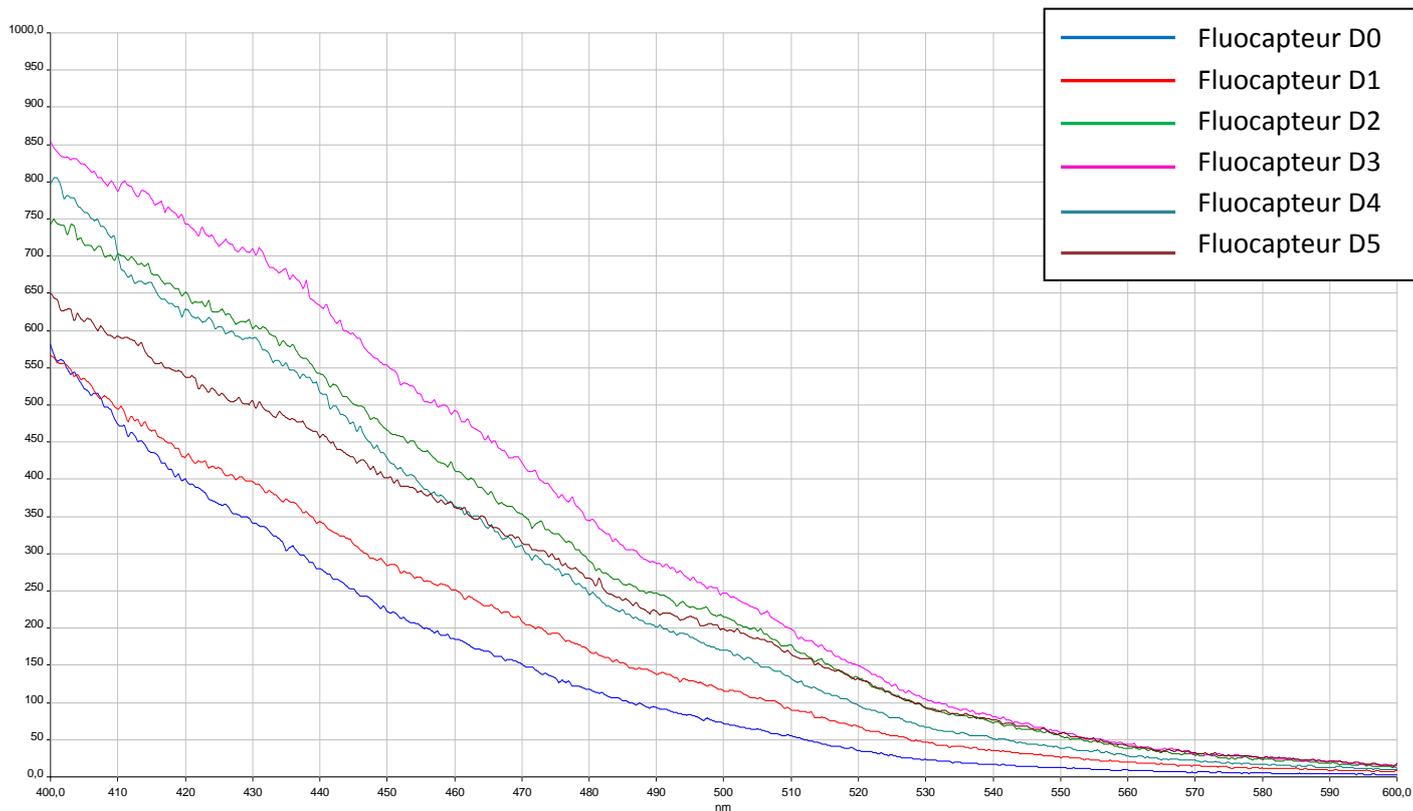
## B. LE ROGNON AVAL



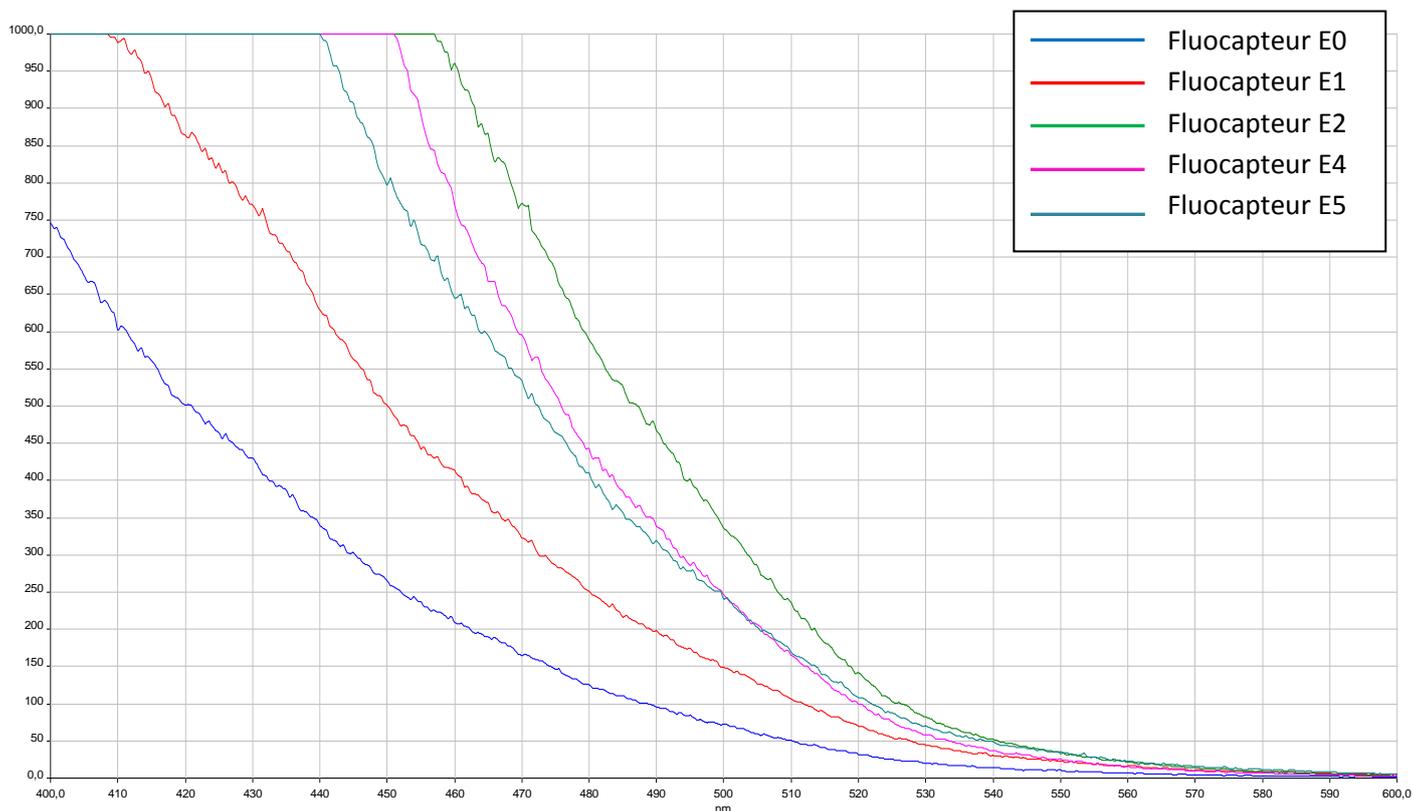
## C. RUISSEAU DU VECHEZ AVAL



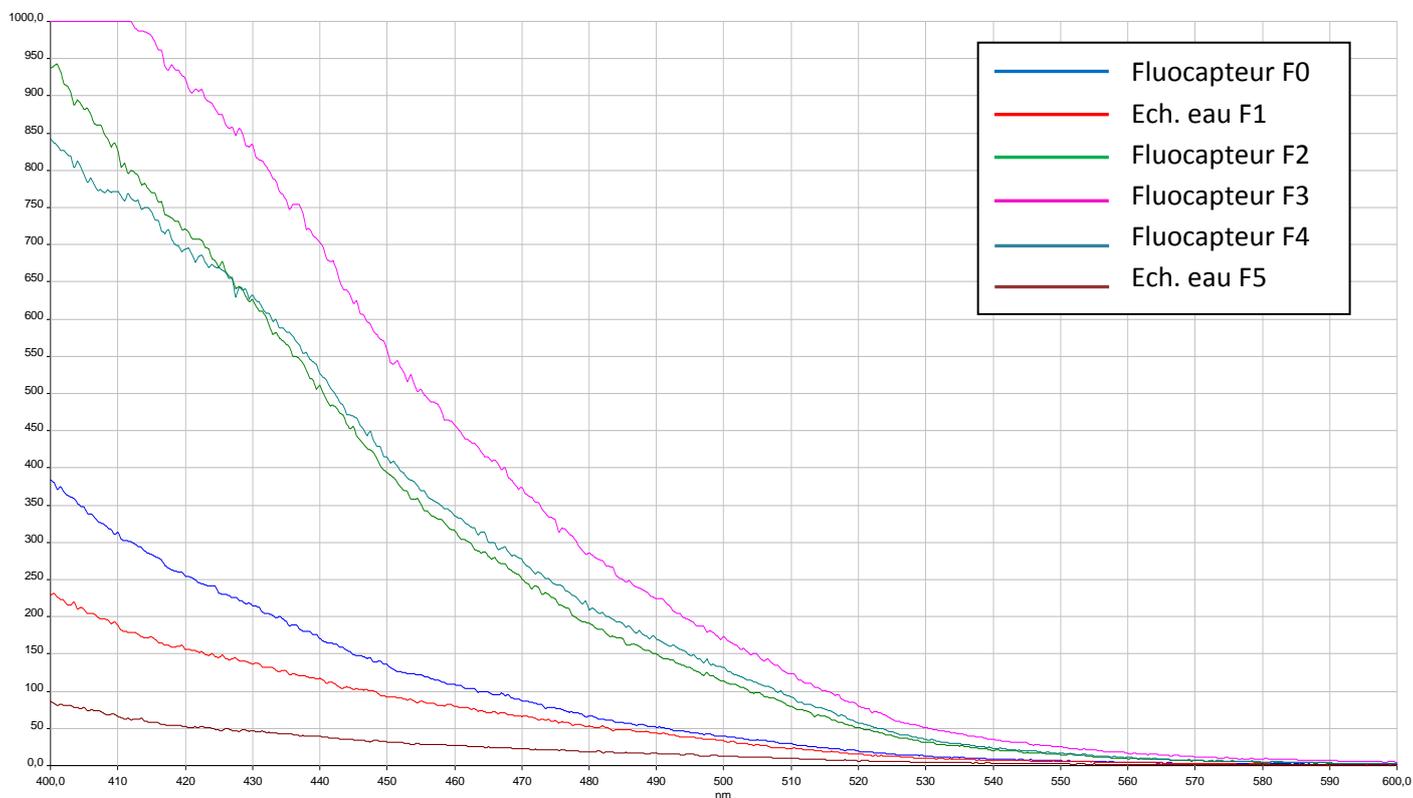
## D. RUISSEAU DE PLESNOY



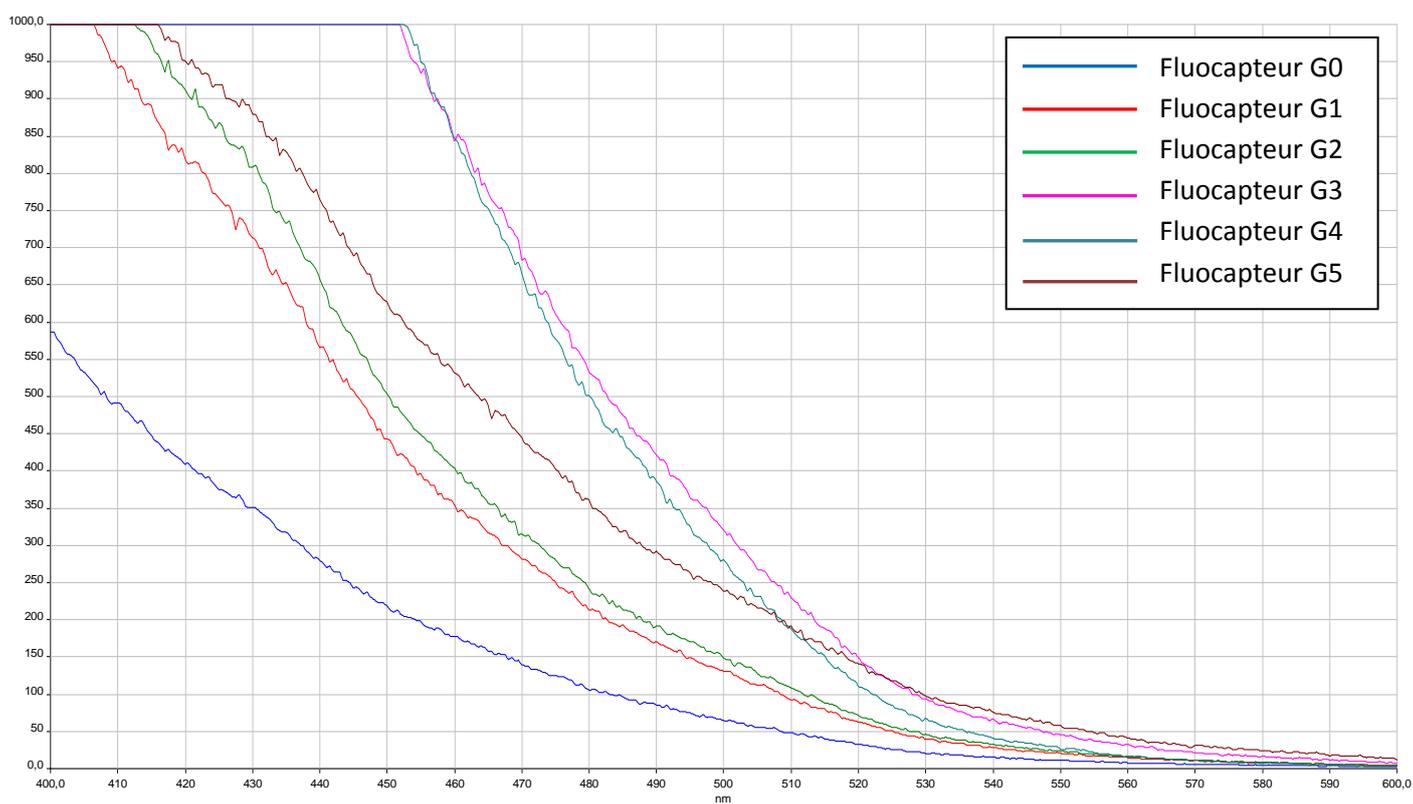
## E. LE ROGNON AMONT



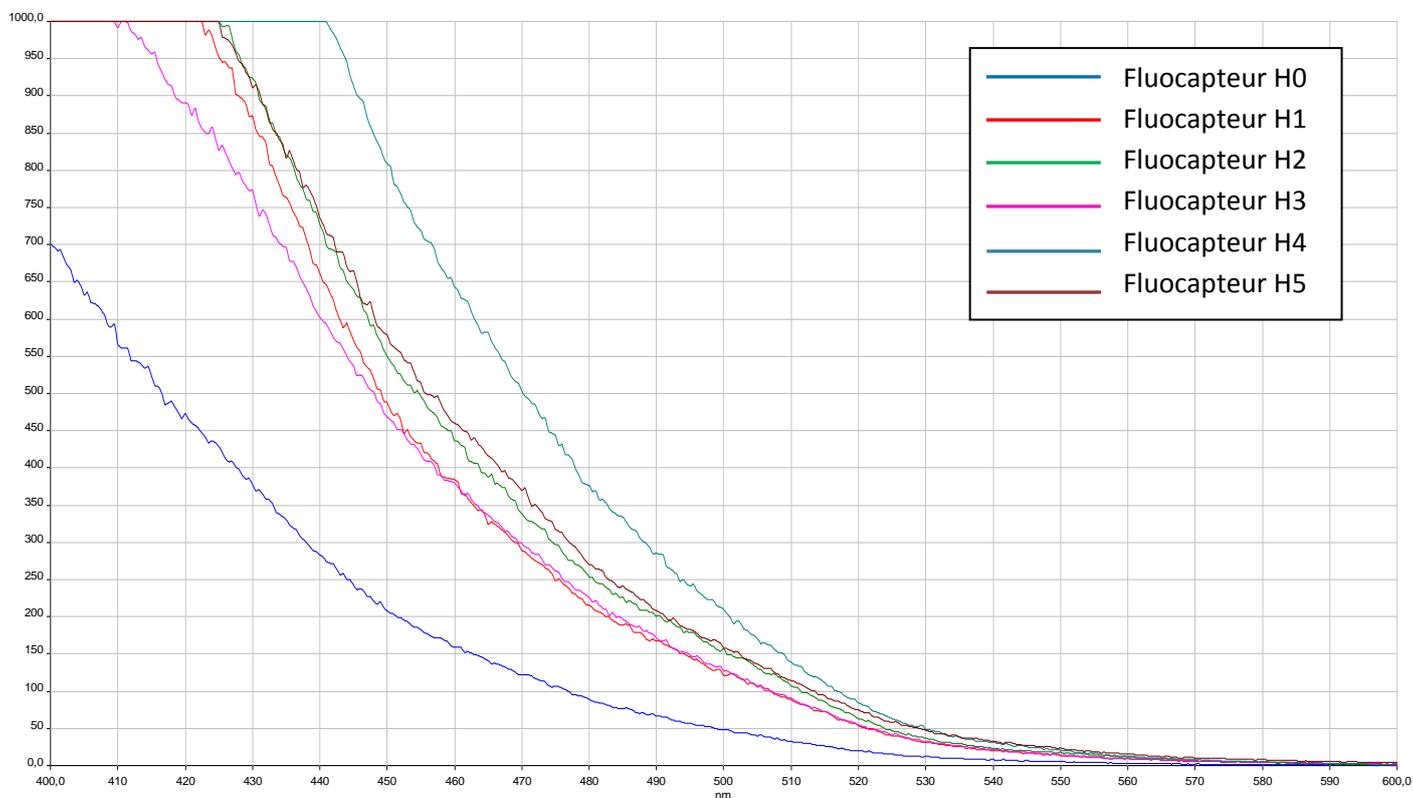
## F. LA TRAIRE AMONT



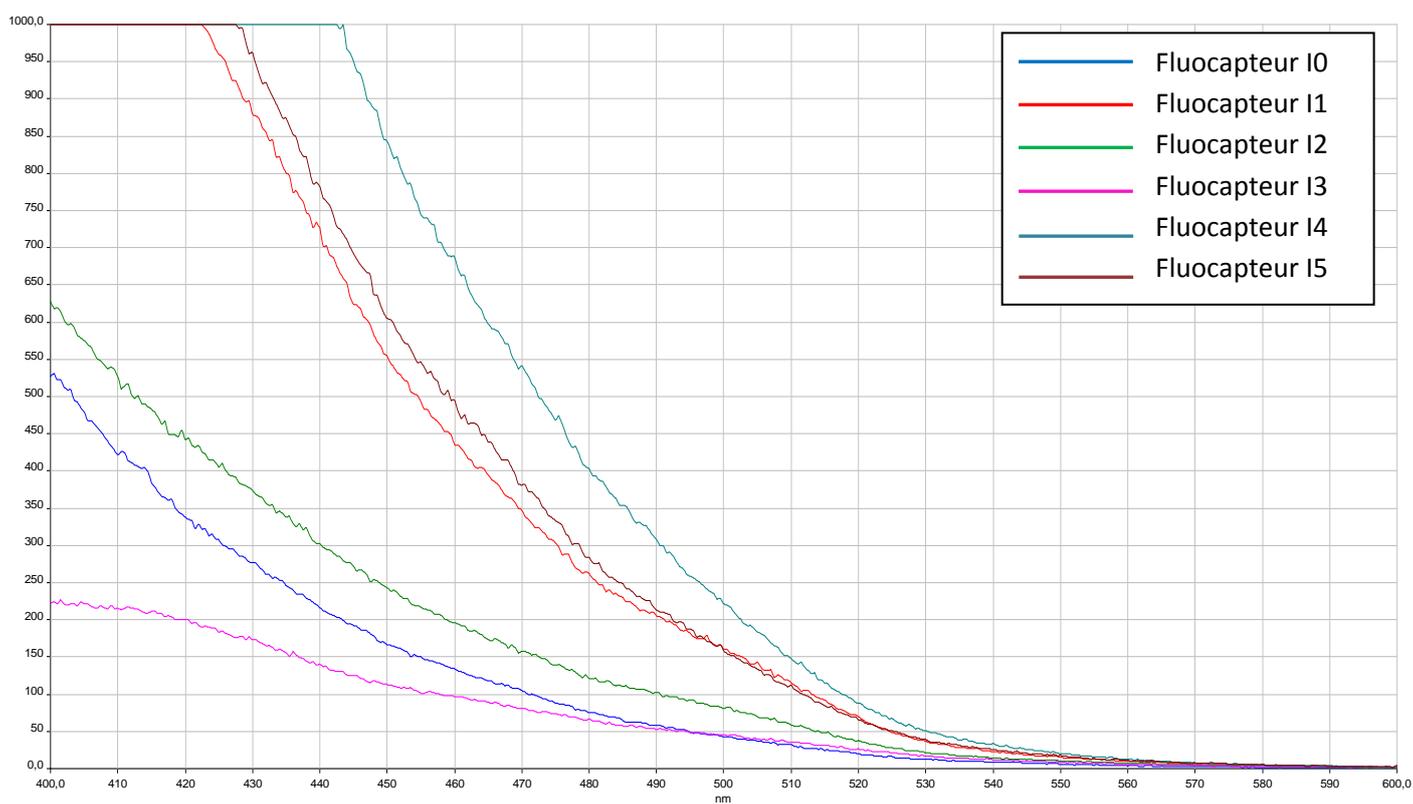
## G. LA TRAIRE AU VIVIER



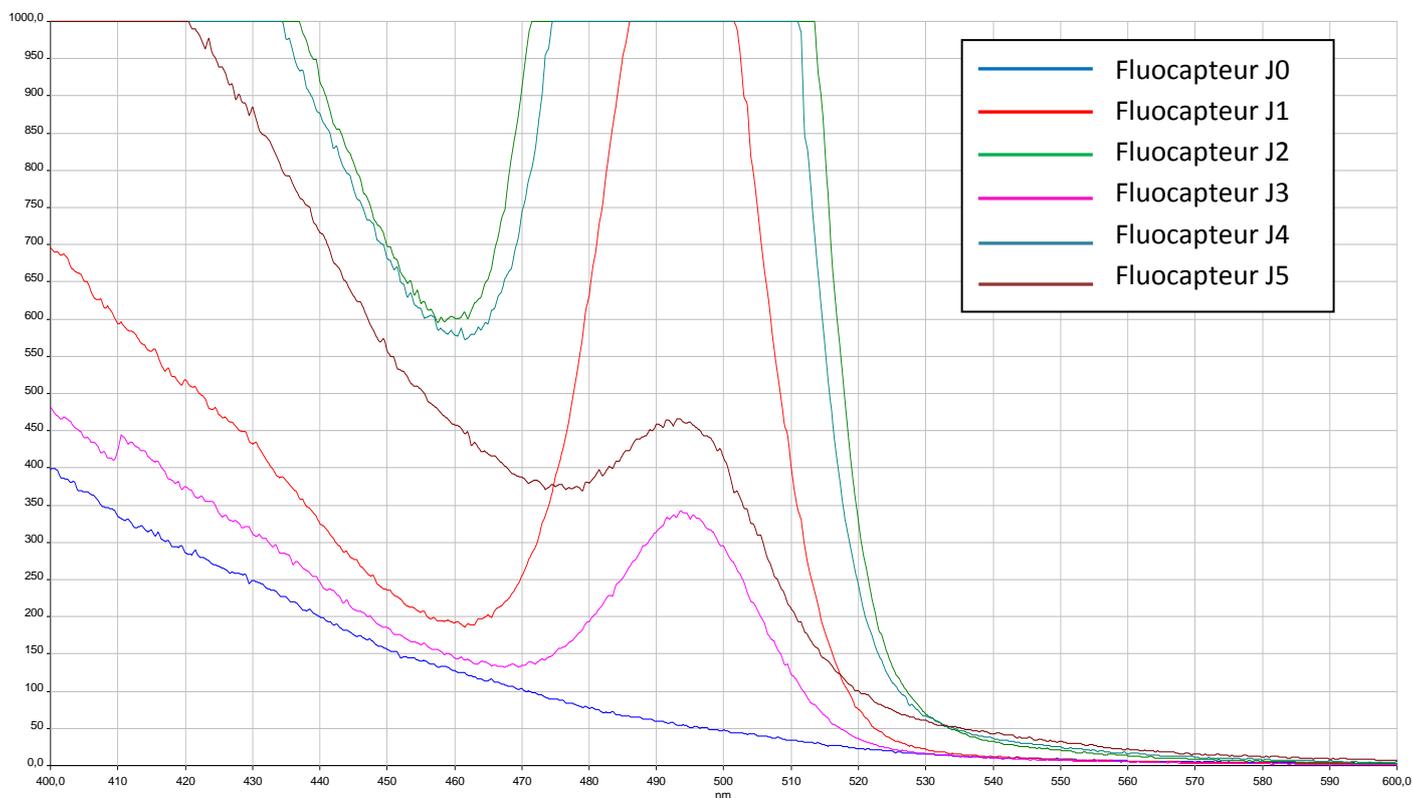
## H. RUISSEAU DE LA COMBE DE VAU



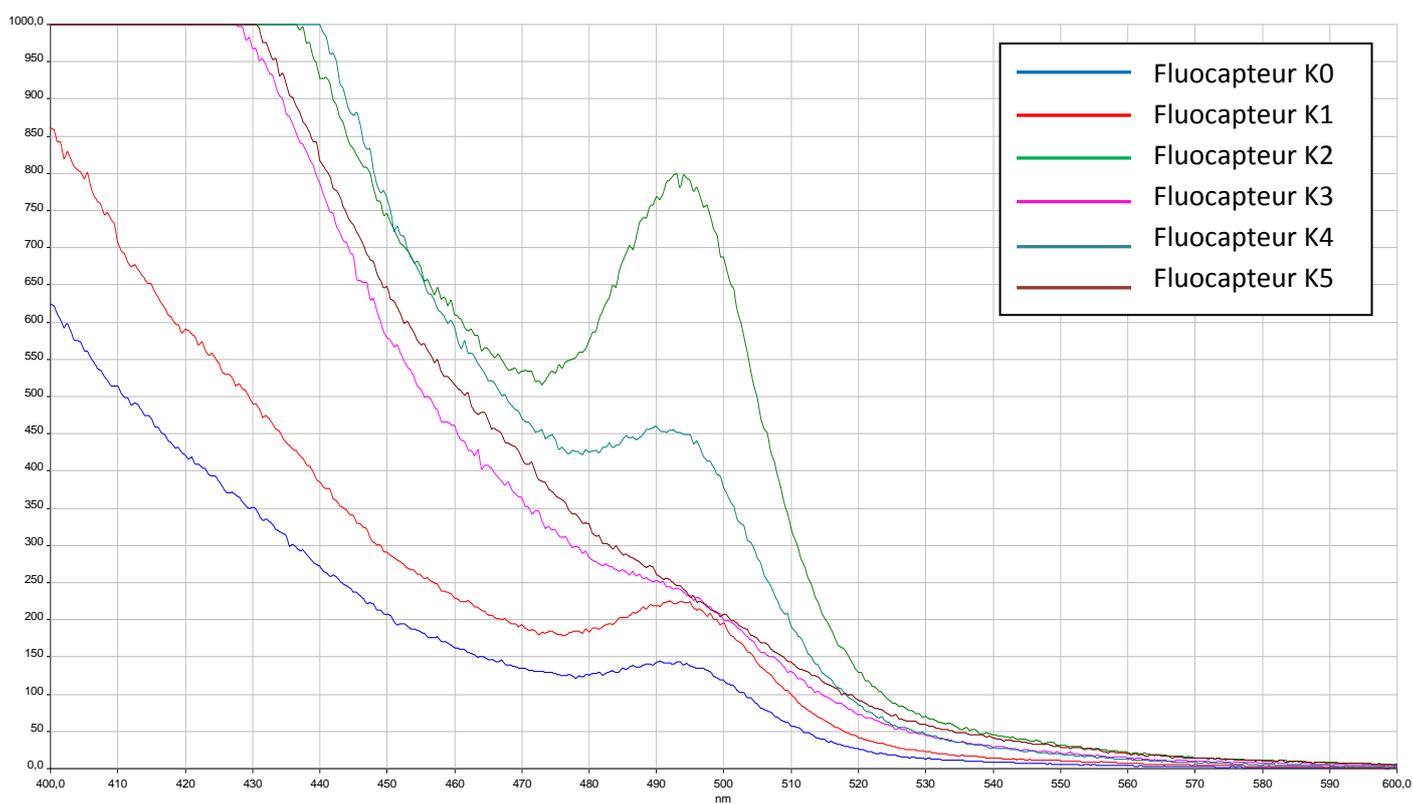
## I. SOURCE AEP DE LA COMBE DE VAU - NOGENT

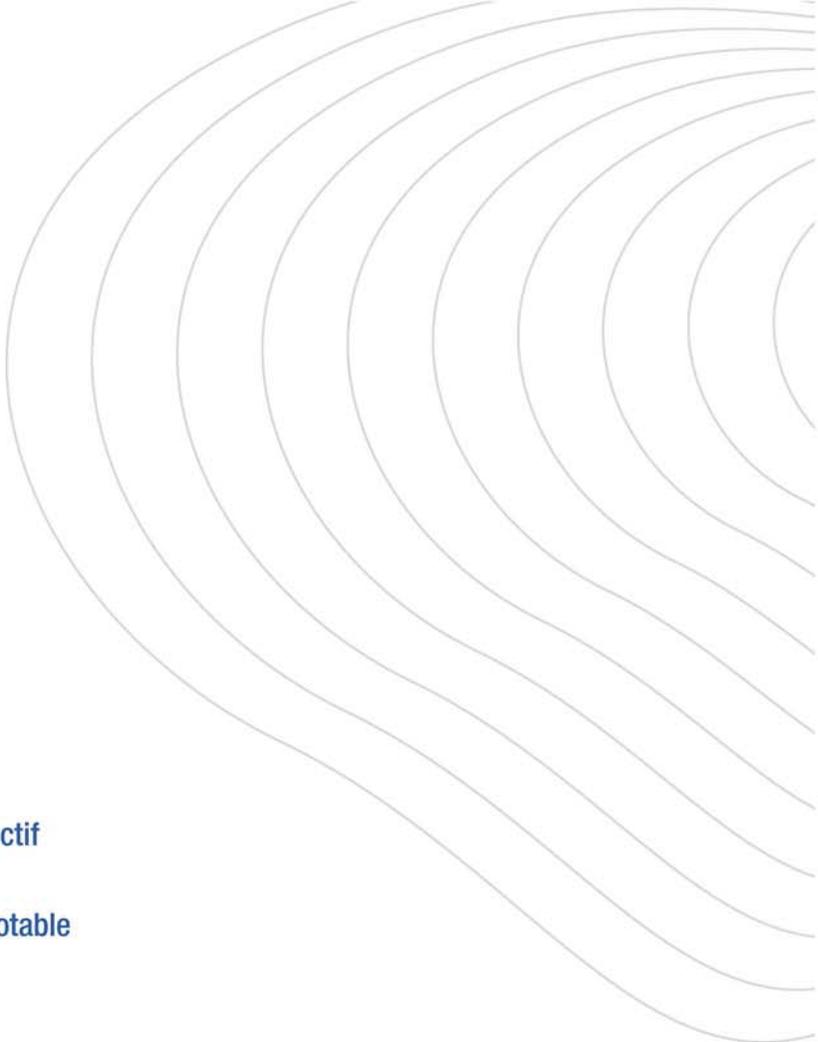


## J. RUISSEAU DU PECHEUX – TROP-PLEIN DE LA SOURCE DE NOGENT



## K. LA TRAIRE AVAL



- 
-  Énergies renouvelables
  -  Aménagement et environnement
  -  Déchets, Diagnostics de pollution
  -  Carrières, Installations classées
  -  Milieu naturel
  -  Hydrogéologie
  -  Eaux superficielles
  -  Assainissement collectif et non collectif
  -  Maîtrise d'œuvre et réseaux d'eau potable



## Sciences Environnement

Agence de Clermont-Ferrand  
5 bis allée des roseaux  
63200 Riom  
Tél. +33 (0)4 73 38 84 73  
Fax +33 (0)3 81 80 01 08  
clermont-ferrand@sciences-environnement.fr

Agence de Besançon et Siège social  
6 boulevard Diderot  
25000 Besançon  
Tél. +33 (0)3 81 53 02 60  
Fax +33 (0)3 81 80 01 08  
besancon@sciences-environnement.fr

Agence d'Auxerre  
12 rue du stade  
89290 Vincelles  
Tél. +33 (0)9 67 29 27 28  
Fax +33 (0)3 81 80 01 08  
auxerre@sciences-environnement.fr

## H2air

*Parc éolien de Nogent (52)*

**Réalisation d'une opération de traçage  
des eaux souterraines au droit du point  
d'implantation de l'éolienne E2 du projet  
éolien de Nogent (52)**

**Simulation de pollution par les HAP à la  
source AEP de Mandres la Côte**

***Compte rendu du traçage des eaux  
souterraines du 6 novembre 2018***



**Ce dossier a été réalisé par :**

**Sciences Environnement**  
Agence de Besançon

**Pour le compte** : de la Société H2air

**Personnel ayant participé à l'étude :**

**Chef de projet** : Sébastien LIBOZ

**Chargée d'étude et rédacteur** : Julie PERROT

**Révisions du dossier :**

- Version **1.0** de **décembre 2018** : Version initiale

---

## Sommaire

---

<b>1</b>	<b>Préambule</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Contexte hydrogéologique</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Résultats de la campagne de traçage de mai 2018</b>	<b>8</b>
3.1	Injection du colorant	8
3.2	Description des points de surveillance	11
3.3	Conditions pluviométriques	14
3.4	Résultats - Conclusions	16
3.4.1	Restitution observée	16
3.4.2	Interprétations et conclusions	17
<b>4</b>	<b>Méthodologie de l'étude – Campagne de traçage de novembre 2018</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Déroulement du traçage des eaux souterraines</b>	<b>20</b>
5.1	Injection du colorant	20
5.2	Description du point de surveillance	22
5.3	Conditions pluviométriques	24
5.4	Résultats - Interprétation	26
<b>6</b>	<b>Simulation de pollution par les HAP</b>	<b>29</b>
6.1	Préambule	29
6.2	Sources potentielles de pollution aux HAP	29
6.3	Analyse des risques	30
6.3.1	Déversement accidentel d'hydrocarbures	30
6.3.2	Déversement accidentel d'huiles	32
6.4	Conclusions	33
6.5	Mesures de protection en phase travaux	34
6.5.1	Mesures d'évitement	34
6.5.1	Mesures de réduction	35
6.6	Mesures de protection en phase d'exploitation	35
6.6.1	Mesures d'évitement	35
6.6.2	Mesures de réduction	35

## Liste des figures

---

Figure 1 : Plan de situation générale.....	5
Figure 2 : Contexte géologique .....	7
Figure 3 : Localisation du point d’injection de Sulforhodamine B.....	8
Figure 4 : Photographies du point d’injection de sulforhodamine B.....	9
Figure 5 : Localisation du point d’injection de fluorescéine .....	10
Figure 6 : Photographies du point d’injection de fluorescéine.....	11
Figure 7 : Plan de localisation des points de surveillance.....	13
Figure 8 : Pluviométrie quotidienne durant la période d’étude (source Météo-France, Station d’Is en Bassigny) .....	14
Figure 9 : Comparaison graphique des niveaux d’eau dans un piézomètre de Chaumont de l’année 2018 avec les niveaux d’eau des années antérieures.....	15
Figure 10 : Spectres des fluocapteurs installés à la source AEP P1 de Mandres la Côte.....	16
Figure 11 : Carte de restitution des traceurs .....	18
Figure 12 : Localisation du point d’injection de fluorescéine .....	20
Figure 13 : Photographies du point d’injection d’éosine .....	21
Figure 14 : Photographies du point de surveillance.....	22
Figure 15 : Plan de localisation du point de surveillance.....	23
Figure 16 : Pluviométrie quotidienne durant la période d’étude (source Météo-France, Station d’Is en Bassigny) .....	24
Figure 17 : Comparaison graphique des niveaux d’eau dans un piézomètre de Chaumont de l’année 2018 avec les niveaux d’eau des années antérieures.....	25
Figure 18 : Spectres des fluocapteurs installés à la source AEP P1 de Mandres la Côte.....	26
Figure 19 : Evolution de la concentration en éosine relevée durant le suivi.....	27
Figure 20 : Carte de restitution des traceurs .....	28

## Liste des tableaux

---

Tableau 1 : Description des points de surveillance.....	12
Tableau 2 : Pourcentage massique des HAP (valeur max – Données INERIS) .....	30
Tableau 3 : Concentrations résultantes au captage de Mandres la Côte .....	31
Tableau 4 : Concentrations résultantes au captage de Mandres la Côte .....	32

## **1 Préambule**

---

Dans le cadre du projet de construction du Parc Eolien dit de Nogent, implanté sur la commune de Nogent en Haute-Marne, un complément d’étude hydrogéologique a été demandé, visant à une meilleure caractérisation de la liaison entre les éoliennes E1 et E2 et les captages AEP de Mandres la Côte et Nogent ainsi que les exutoires plus éloignés (rivière le Rognon, la Traire,...).

En effet, les éoliennes E1 et E2 se trouvent dans le périmètre de protection rapprochée des sources de la commune de Mandres-la-Côte.

Une première campagne de traçage réalisée en mai 2018 a permis de mettre en évidence une relation rapide entre le point d’implantation du projet de l’éolienne E2 et les sources AEP de Mandres la Côte. Un suivi qualitatif par fluocapteurs avait été réalisé.

M. Fradet, hydrogéologue agréé, demande la réalisation d’une nouvelle injection en E2 avec un suivi quantitatif aux sources de Mandres la côte, afin de déterminer le taux de restitution du colorant et ainsi réaliser une simulation de pollution par les hydrocarbures, et plus particulièrement les HAP.

Ainsi, à la demande de la Société H2air, nous avons réalisé le 6 novembre 2018 une opération de traçage simple avec une injection d’un traceur fluorescent au droit du point d’implantation de la future éolienne E2.

Cette étude a été réalisée avec un suivi uniquement qualitatif et quantitatif, par le biais de fluocapteurs, ainsi que d’un préleveur d’eau automatique couplé à un fluorimètre de terrain.

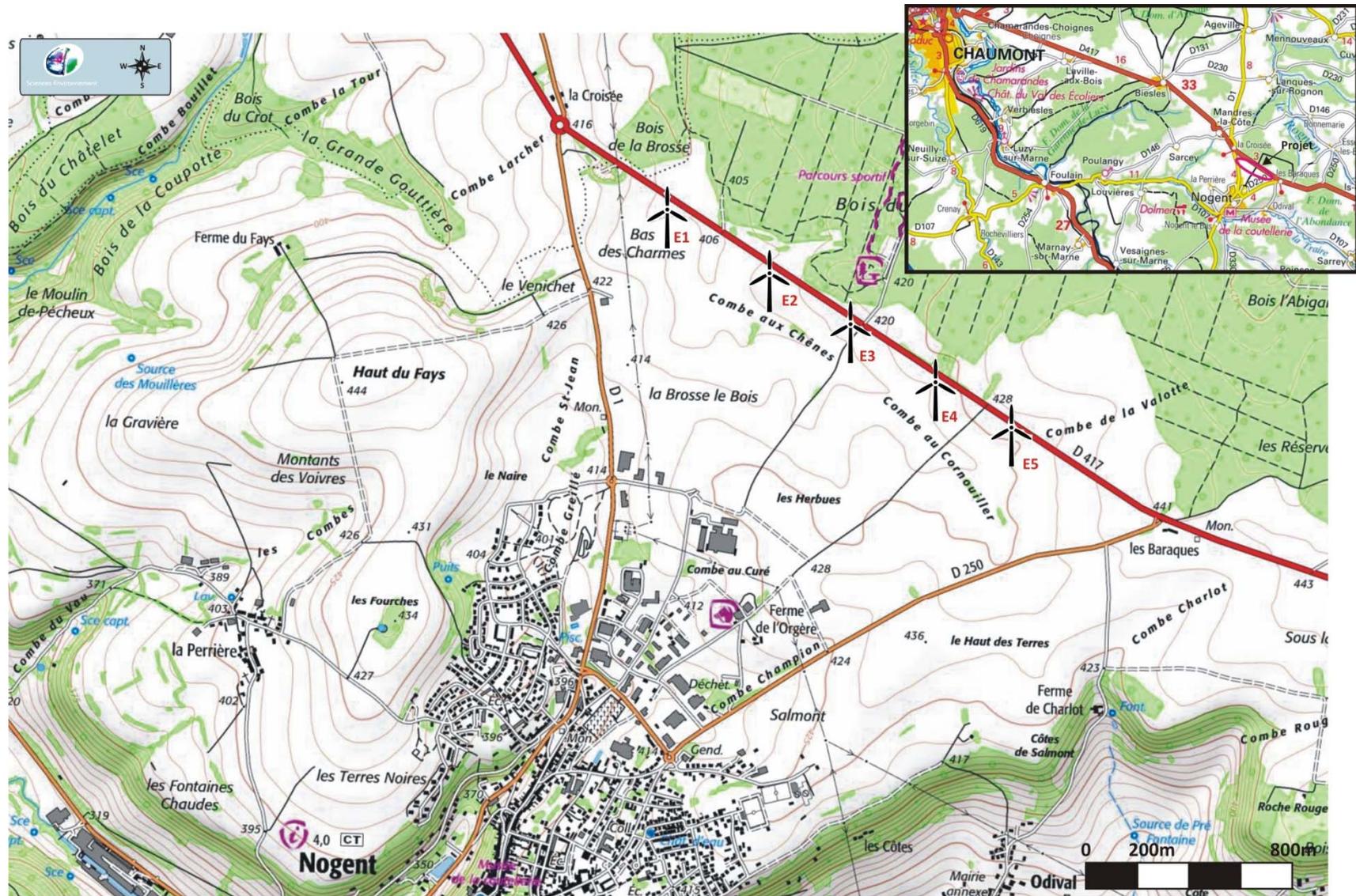


Figure 1 : Plan de situation générale

## 2 Contexte hydrogéologique

---

Le projet éolien est situé dans le département de la Haute-Marne, à environ 15 kilomètres au sud-est de Chaumont.

Le secteur d'étude se trouve en bordure est-sud-est du Bassin de Paris. Il s'agit d'un plateau calcaire jurassique.

Ce secteur du plateau est constitué principalement par le bloc calcaire du Bajocien.

Quelques vallées dissèquent ce bloc mais seuls le Rognon, au nord de la zone d'étude, et la Traire au sud, marquent une entaille importante.

Ici, seules les marnes du Bajocien supérieur dessinent un élément morphologique. On note l'absence de failles ou autre incident sur le secteur d'étude d'après la carte géologique.

Les formations sont tabulaires sur le secteur d'étude.

Sur le secteur d'étude, on retrouve les formations suivantes :

- **Fz** : Alluvions récentes peu épaisses au vu de l'importance limitée des cours d'eau dans le secteur
- **j<sub>1c</sub>** : Bajocien supérieur oolithique : Constitué par un complexe calcaire oolithique (40 m).
- **j<sub>1b</sub>** : Bajocien supérieur marneux : Constitué d'une assise marno-calcaire constituée de marnes grises et calcaires marneux ( $\approx 10$  m).
- **j<sub>1a</sub>** : Bajocien inférieur : Constitué de Calcaires à entroques, suboolithiques ( $\approx 40$  m).
- **I<sub>7</sub>** : Marnes du Lias (Toarcien) : Constitué par 8 m de schistes cartons et principalement par les argiles gris-bleu présentant une puissance de 60 à 65 m.

La nappe captée sur le secteur d'étude est libre au sein des calcaires. Il s'agit d'un aquifère de type karstique.

Le Bajocien inférieur donne une ligne de sources bien développée sur le secteur, à des débits plus ou moins importants. Les sources émergent à l'interface marnes/calcaires.

Les circulations d'eau dans ce type d'aquifère karstique peuvent être complexes et rapides selon le développement local du karst.



Figure 2 : Contexte géologique

## 3 Résultats de la campagne de traçage de mai 2018

### 3.1 Injection du colorant

Les essais de traçage ont été réalisés le 7 mai 2018 avec 2 traceurs fluorescents : la fluorescéine et la sulforhodamine B.

Les choix des points d'injection ont été réalisés en concertation avec le groupe H2Air au droit des implantations des éoliennes E1 et E2 avec pour principal objectif la caractérisation du lien entre les points d'implantation des éoliennes et les sources AEP du secteur.

#### ➤ Injection de Sulforhodamine B

Le premier point testé correspondait à l'implantation de l'éolienne E1, au niveau des cultures situées au nord de la ville de Nogent, au Bas de la Charme, parcelle n°22 section ZI de la commune de Nogent.

La fosse a été creusée à la pelle mécanique sur une profondeur d'environ 1,3 m.



Figure 3 : Localisation du point d'injection de Sulforhodamine B

Elle montrait la coupe suivante :

- De 0 à 0,5 mètre de profondeur : un horizon de terre de labour ;
- De 0,5 à 1 mètre de profondeur : horizon argileux avec quelques blocs calcaires ;
- De 1 à 1,3 mètre de profondeur : horizon de calcaire argileux.

L'infiltration était lente, 2kg de sulforhodamine B ont été dilués dans de l'eau puis déversés dans cette fosse à 10h45.

3 m<sup>3</sup> d'eau ont ensuite été ajoutés au colorant afin de favoriser sa migration vers le système actif de l'aquifère.

La fosse a été rebouchée à 15h.



Figure 4 : Photographies du point d'injection de sulforhodamine B

➤ Injection de fluorescéine

Le deuxième point testé correspondait à l’éolienne E2, également localisé au niveau des cultures situées au nord de Nogent, au lieu-dit la Combe aux Chênes, parcelle n°26 de la section ZI de la commune de Nogent.

La fosse a été creusée à la pelle mécanique sur une profondeur d’environ 1m.



Figure 5 : Localisation du point d’injection de fluorescéine

Elle montrait la coupe suivante :

- De 0 à 0,15 mètre de profondeur : un horizon de terre labourée ;
- De 0,15 à 1 mètre de profondeur : horizon de calcaire en plaquettes.

L’infiltration a été jugée très satisfaisante et 1,5 kg de fluorescéine ont été dilués dans de l’eau puis déversés dans cette fosse à 11h25.

3 m<sup>3</sup> d’eau ont ensuite été ajoutés au colorant afin de favoriser sa migration vers le système actif de l’aquifère.

L’infiltration était instantanée et la fosse a donc été rebouchée vers 11h45.



Figure 6 : Photographies du point d’injection de fluorescéine

### **3.2 Description des points de surveillance**

Lors de cette opération de traçage des eaux souterraines, 13 points distincts ont fait l’objet d’une surveillance régulière.

Le tableau en page suivante, présente les principales caractéristiques de ces points de contrôle.

L’ensemble de ces points a fait l’objet d’une surveillance par fluocapteurs (sachets contenant quelques grammes de charbon actif ayant la propriété de fixer le colorant potentiellement présent dans l’eau).

Ils ont tous été renouvelés tous les 7 à 15 jours après l’injection puis totalement retirés le 25 juin 2018 après un suivi de 50 jours.

Une série de témoins a été placée du 27 au 30 avril 2018 sur les points de surveillance de façon à établir le bruit de fond analytique et de confirmer l’absence de trace de colorant sur les exutoires avant les opérations d’injection.

<b>N°</b>	<b>Nom</b>	<b>Commune</b>	<b>Coordonnées Lambert 93</b>
<b>A</b>	Ruisseau du Véchet amont (vers station de pompage)	Mandres la Côte	X : 875 585 Y : 6 776 549 Z : 375
<b>A'</b>	Trop-plein Source AEP P1	Mandres la Côte	X : 875 667 Y : 6 776 662 Z : 375
<b>A''</b>	Trop-plein Source AEP P2	Mandres la Côte	X : 875 680 Y : 6 776 682 Z : 375
<b>B</b>	Rivière le Rognon aval	Lanques sur Rognon	X : 876 732 Y : 6 779 411 Z : 336
<b>C</b>	Ruisseau du Véchet aval	Lanques sur Rognon	X : 877 053 Y : 6 778 593 Z : 345
<b>D</b>	Ruisseau de Plesnoy	Donnemarie	X : 877 735 Y : 6 776 978 Z : 351
<b>E</b>	Rivière le Rognon amont	Donnemarie (Essey les Eaux)	X : 879 673 Y : 6 775 470 Z : 360
<b>F</b>	Rivière la Traire amont	Odival	X : 876 996 Y : 6 772 005 Z : 328
<b>G</b>	Rivière la Traire au Vivier	Nogent	X : 874 755 Y : 6 771 668 Z : 319
<b>H</b>	Ruisseau de la Combe du Vau	Nogent	X : 872 769 Y : 6 773 064 Z : 338
<b>I</b>	Trop-plein source AEP de Nogent	Nogent	X : 872 898 Y : 6 773 224 Z : 350
<b>J</b>	Ruisseau du Pécheux – Trop-plein source AEP de Nogent	Nogent	X : 872 898 Y : 6 774 768 Z : 350
<b>K</b>	Rivière de la Traire aval	Louvières	X : 869 997 Y : 6 773 410 Z : 298

**Tableau 1 : Description des points de surveillance**



Figure 7 : Plan de localisation des points de surveillance

### 3.3 Conditions pluviométriques

L'injection s'est déroulée en période de moyennes eaux.

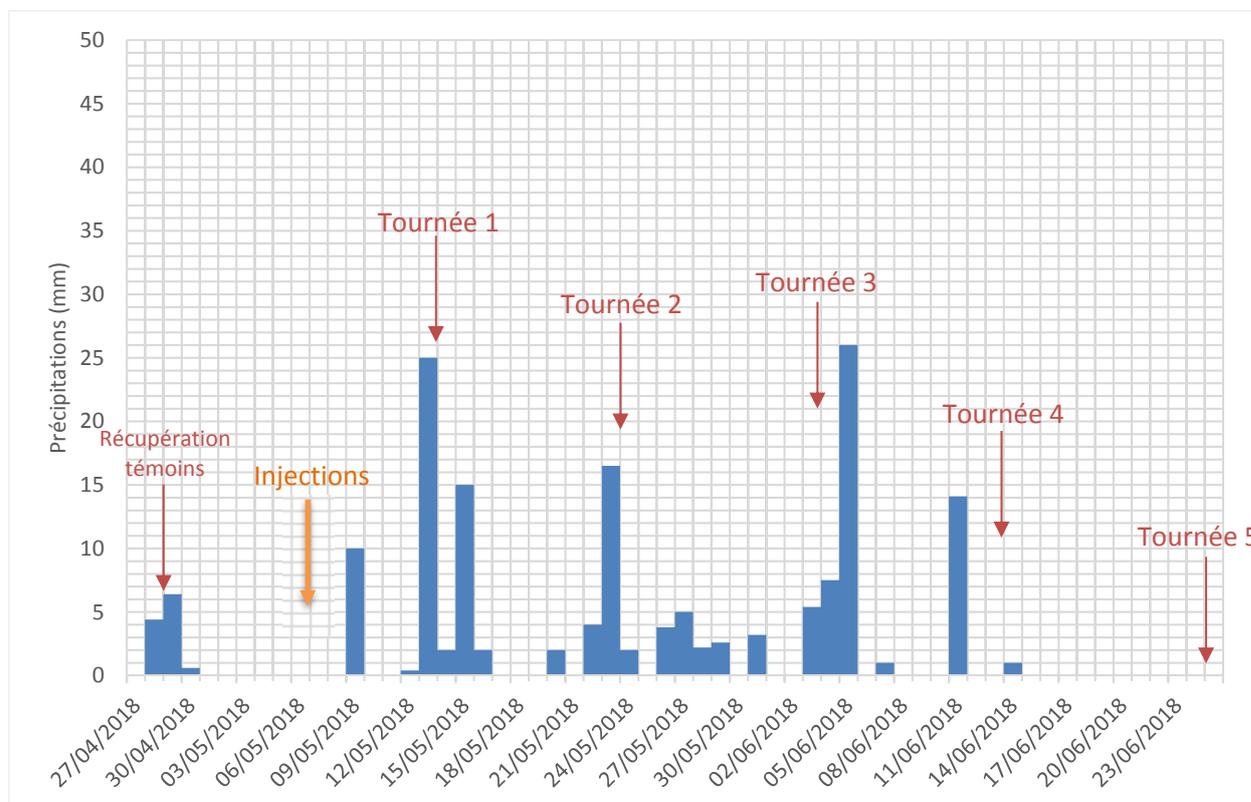


Figure 8 : Pluviométrie quotidienne durant la période d'étude (source Météo-France, Station d'Is en Bassigny)

Entre l'injection du 7 mai et le 14 juin 2018, le temps était très humide avec un cumul de 161,1 mm de pluie. Les dix derniers jours de suivi ont été très secs.

Le suivi du niveau d'eau dans un piézomètre de la ville de Chaumont, dans la nappe des calcaires du Dogger, montre que nous sommes bien en période de moyennes eaux sur la période de suivi.

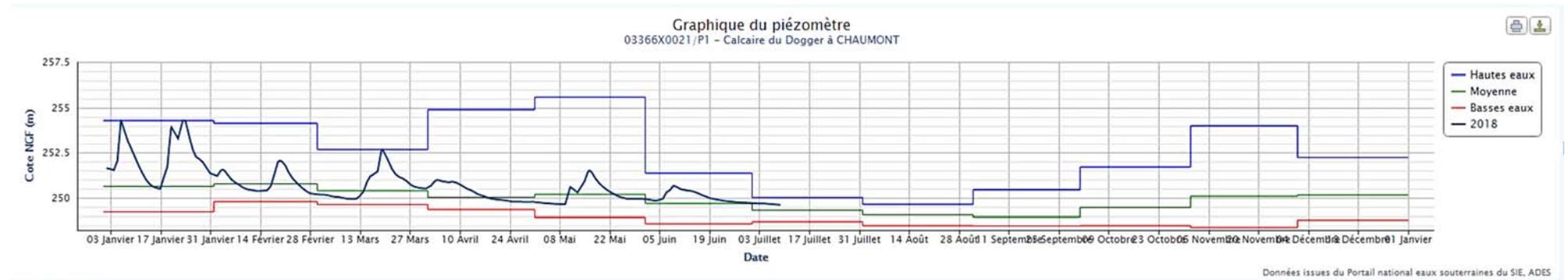


Figure 9 : Comparaison graphique des niveaux d'eau dans un piézomètre de Chaumont de l'année 2018 avec les niveaux d'eau des années antérieures

## 3.4 Résultats - Conclusions

### 3.4.1 Restitution observée

Le suivi qualitatif mis en place montre une restitution claire de la fluorescéine injectée à l'éolienne E2.

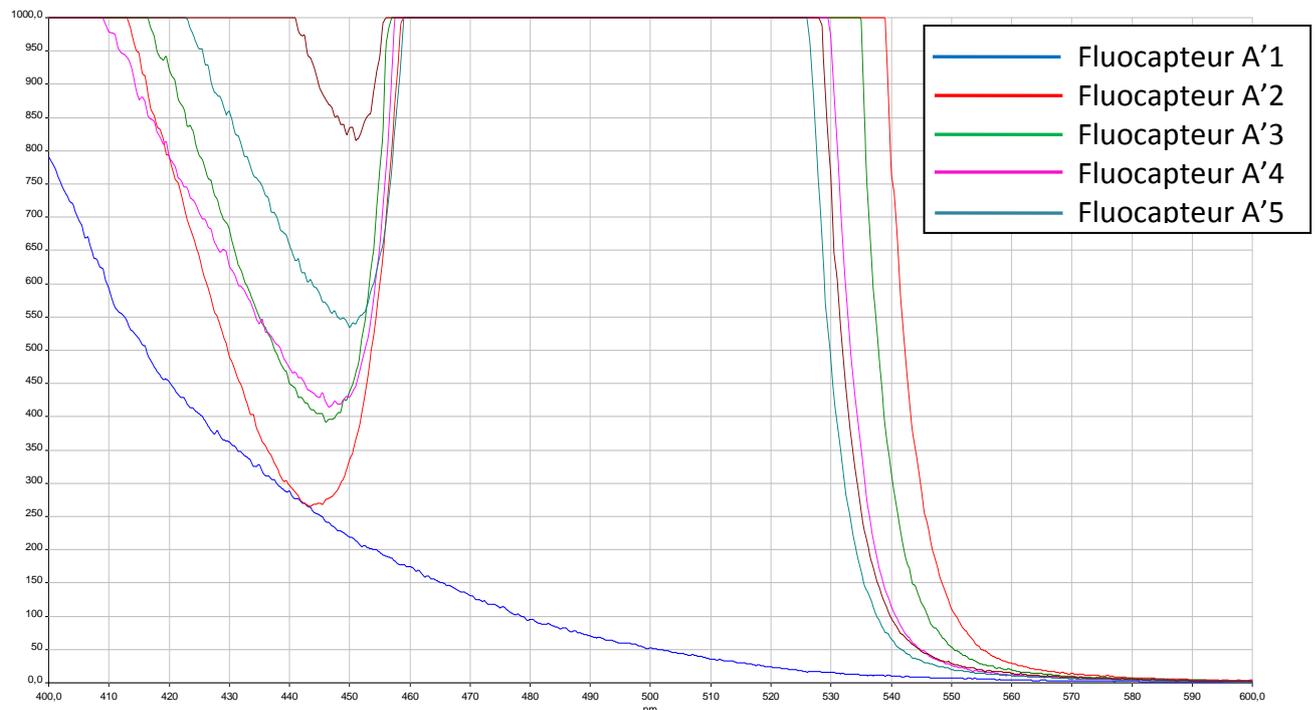


Figure 10 : Spectres des fluocapteurs installés à la source AEP P1 de Mandres la Côte

La fluorescéine a été détectée sur les fluocapteurs de la source du Véchet et des sources AEP de la Mandres la Côte dès la 1<sup>ère</sup> tournée. Les spectres d'analyse des fluocapteurs des tournées 1 à 5 montrent une saturation en fluorescéine.

Celle-ci est également détectée dans le ruisseau du Pécheux, à l'aval du trop-plein de la source AEP de Nogent. Les spectres d'analyse des fluocapteurs des tournées 1, 2 et 4 montrent également une saturation en fluorescéine. Les spectres montrent cependant une intensité moins importante qu'aux sources du Véchet, notamment la source P1 qui présente l'intensité la plus importante.

On note logiquement la présence de fluorescéine à l'aval de ces points, soit au niveau du ruisseau du Véchet aval et dans la Traire aval à Louvières.

Les autres fluocapteurs placés sur le secteur d'étude ne révèlent aucune trace de colorant.

#### 3.4.1.1 Absence de restitution

Aucune trace de sulforhodamine B n'a été observée durant toute la durée du suivi.

Cette absence de restitution peut s'expliquer par une infiltration moyenne du colorant qui a pu rester piégé dans les formations géologiques sous-jacentes.

L'épaisseur de terre végétale sur ce secteur d'implantation de l'éolienne E1 était plus importante qu'au niveau de E2. Bien que les plaquettes calcaires aient été atteintes, les fissures observées semblaient également plus colmatées, comme en témoigne une infiltration plus lente qu'en E2.

### **3.4.2 Interprétations et conclusions**

**Réalisés dans des conditions hydrologiques de moyennes eaux, les essais de traçage réalisés en mai 2018 ont montré une restitution d'un seul des deux colorants injectés, la fluorescéine, aux sources du Véchet, dont les sources AEP de Mandres la Côte, qui constitue le milieu récepteur principal des eaux infiltrées sur la zone d'implantation de l'éolienne E2.**

Le colorant est également retrouvé dans le ruisseau du Pécheux, source AEP de Nogent avec une intensité moindre, bien que montrant également une saturation en fluorescéine lors de certaines tournées.

Cette ressource peut être considérée comme un exutoire secondaire bien que non négligeable.

L'absence de restitution en sulforhodamine B peut s'expliquer par un pouvoir fluorescent de la sulforhodamine B beaucoup plus faible que celui de la fluorescéine et qui, après un certain temps de piégeage dans les formations géologiques, a pu se dégrader et se diluer dans la nappe empêchant toute observation.

Le mode de surveillance par fluocapteurs ne permet pas de définir précisément les temps de transit et les concentrations maximales obtenues aux points de restitution.

Cependant, en considérant un délai de restitution compris entre 1 et 7 jours pour une distance d'environ 1,8 km avec la source du Véchet, la vitesse de transit depuis la zone d'implantation de l'éolienne E2 peut être estimée à plusieurs dizaines de mètres par heure.

Cette vitesse de transit peut être considérée comme relativement importante et confirme la bonne fonctionnalité du système karstique local.

Elles demeurent néanmoins dans les gammes de vitesse habituellement rencontrées dans la région lors d'opérations similaires réalisées dans ces conditions hydrologiques.

En effet, les conditions météorologiques observées tout au long de l'opération ont conduit à une période de fortes pluies ayant favorisé le transit rapide du traceur dans le réseau karstique.

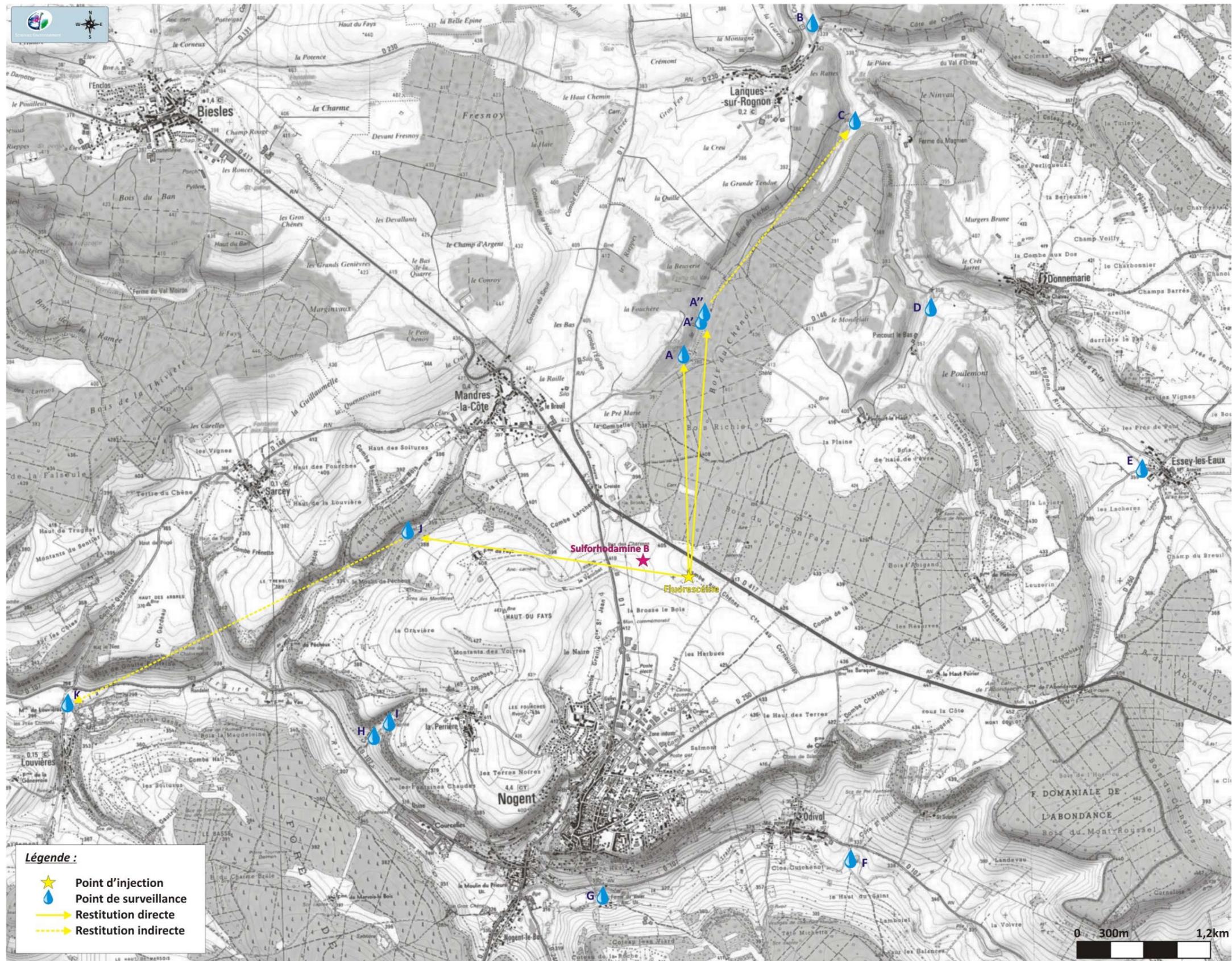


Figure 11 : Carte de restitution des traceurs

## **4 Méthodologie de l'étude – Campagne de traçage de novembre 2018**

---

L'essai de traçage dans le cadre du suivi hydrogéologique au droit de l'éolienne E2 du projet de parc éolien de Nogent a été réalisé avec un traceur fluorescent.

En effet, bon marché et ne présentant pas de contrainte toxicologique, ils offrent également l'intérêt d'une analyse peu onéreuse pour des seuils de détection particulièrement faibles (< 0,5 µg/l).

Le traçage des eaux souterraines vise à mettre en évidence les relations hydrogéologiques pouvant exister entre un secteur d'infiltration des eaux superficielles avec un ou plusieurs points d'émergence (naturel ou artificiel) des eaux souterraines.

Les lieux d'injection préférentiellement utilisés sont les pertes, les lapiez et les zones fracturées.

Les colorants utilisés sont des composés fluorescents facilement solubles dans l'eau et très faiblement présents dans les eaux naturelles. Lors de cette étude, le traçage a été réalisé avec de la fluorescéine. L'injection du colorant s'est accompagnée d'un ajout de plusieurs mètres cubes d'eau pour faciliter son infiltration et sa circulation dans le sous-sol.

La restitution du colorant est contrôlée sur la source de Mandres la Côte. Suivant la transmissivité des terrains traversés (fissures peu ouvertes ou chenaux karstiques) et la distance du point d'injection, le pas de temps de contrôle aux émergences peut varier d'une heure à une semaine.

Les concentrations de colorant restituées aux émergences sont généralement trop faibles pour être détectées à l'œil nu. La surveillance utilise deux procédés : le suivi en continu avec un fluorimètre de terrain et un préleveur d'eau automatique et la concentration sur fluocapteur (cf. photo).



*Préleveur automatique et fluocapteurs*

Les fluocapteurs sont des petits sachets remplis de charbon actif, placés dans les sources ou les rivières. Le charbon actif a la propriété de pouvoir fixer les composés fluorescents.

Pour cette étude, à la demande de M. Fradet, hydrogéologue agréé, nous avons uniquement procédé au suivi en continu de la source de Mandres la Côte avec un préleveur automatique et un fluorimètre de terrain qui ont été installés au trop-plein du captage 1.

## 5 Déroulement du traçage des eaux souterraines

### 5.1 Injection du colorant

L'essai de traçage a été réalisé le 6 novembre 2018 avec 1 traceur fluorescent : l'éosine.

Le choix du point d'injection a été fait par l'hydrogéologue agréé, M. Fradet, à la suite des résultats de la campagne de mai 2018, au droit de l'implantation de l'éolienne E2 avec pour principal objectif la caractérisation du lien entre le point d'implantation et la source AEP, permettant de définir un taux de restitution du colorant à la source.

Des traces de fluorescéine étant encore présentes, il a été décidé d'injecter de l'éosine.

#### ➤ Injection d'éosine

Le point testé correspondait donc à l'éolienne E2, localisé au niveau des cultures situées au nord de Nogent, au lieu-dit la Combe aux Chênes, parcelle n°26 de la section ZI de la commune de Nogent.

La fosse a été creusée à la pelle mécanique sur une profondeur d'environ 1,20m.



Figure 12 : Localisation du point d'injection de fluorescéine

Elle montrait la coupe suivante :

- De 0 à 0,20 mètre de profondeur : un horizon de terre labourée ;
- De 0,20 à 1,20 mètre de profondeur : horizon de calcaire en plaquettes.

L'infiltration a été jugée très satisfaisante et 1 kg d'éosine ont été dilués dans de l'eau puis déversés dans cette fosse à 10h20.

4 m<sup>3</sup> d'eau ont ensuite été ajoutés au colorant afin de favoriser sa migration vers le système actif de l'aquifère.

L'infiltration était instantanée et la fosse a donc été rebouchée vers 10h30.



Figure 13 : Photographies du point d'injection d'éosine

## **5.2 Description du point de surveillance**

Lors de cette opération de traçage des eaux souterraines, un seul point a fait l’objet d’une surveillance régulière.

La source a fait l’objet d’une surveillance par fluocapteurs (sachets contenant quelques grammes de charbon actif ayant la propriété de fixer le colorant potentiellement présent dans l’eau), et par préleveur automatique et fluorimètre de terrain.

Ils ont tous été renouvelés tous les 6 à 15 jours après l’injection et totalement retirés le 4 décembre 2018 après un suivi d’un mois.

Un échantillon d’eau a été prélevé le 5 octobre et un fluocapteur témoin a été placé du 5 octobre au 5 novembre 2018 sur le point de surveillance de façon à établir le bruit de fond analytique et de confirmer l’absence de trace de colorant de la précédente campagne sur l’exutoire avant les opérations d’injection.

Des traces de fluorescéine ayant été détectées, il a été décidé d’injecter de l’éosine.



**Figure 14 : Photographies du point de surveillance**



Figure 15 : Plan de localisation du point de surveillance

### 5.3 Conditions pluviométriques

L'injection s'est déroulée en période de basses eaux, avec un retour des précipitations entraînant une tendance au retour en période de moyennes eaux.

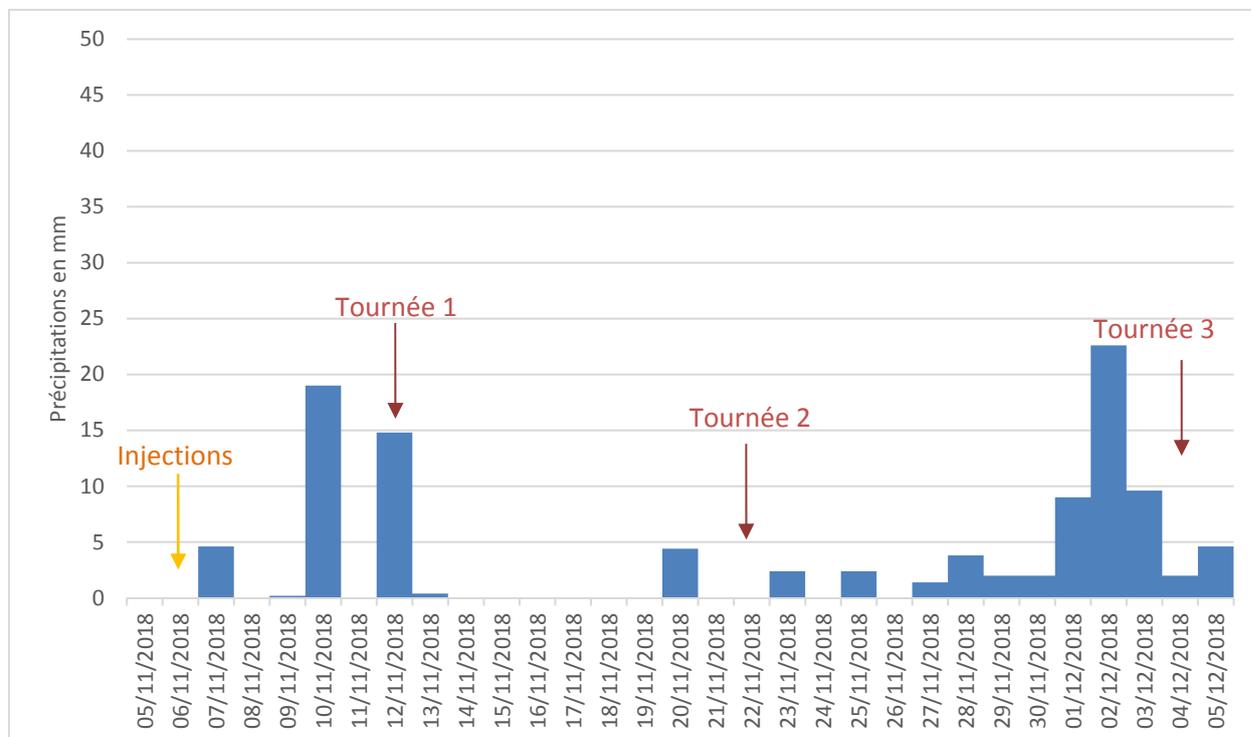


Figure 16 : Pluviométrie quotidienne durant la période d'étude (source Météo-France, Station d'Is en Bassigny)

Entre l'injection du 7 mai et le 14 juin 2018, le temps était plutôt humide avec un cumul de 105,2 mm de pluie. Les dix derniers jours de suivi ont été les plus pluvieux.

Le suivi du niveau d'eau dans un piézomètre de la ville de Chaumont, dans la nappe des calcaires du Dogger, montre que nous sommes bien en période de basses eaux au moment de l'injection et de moyennes-basses eaux en fin de suivi.

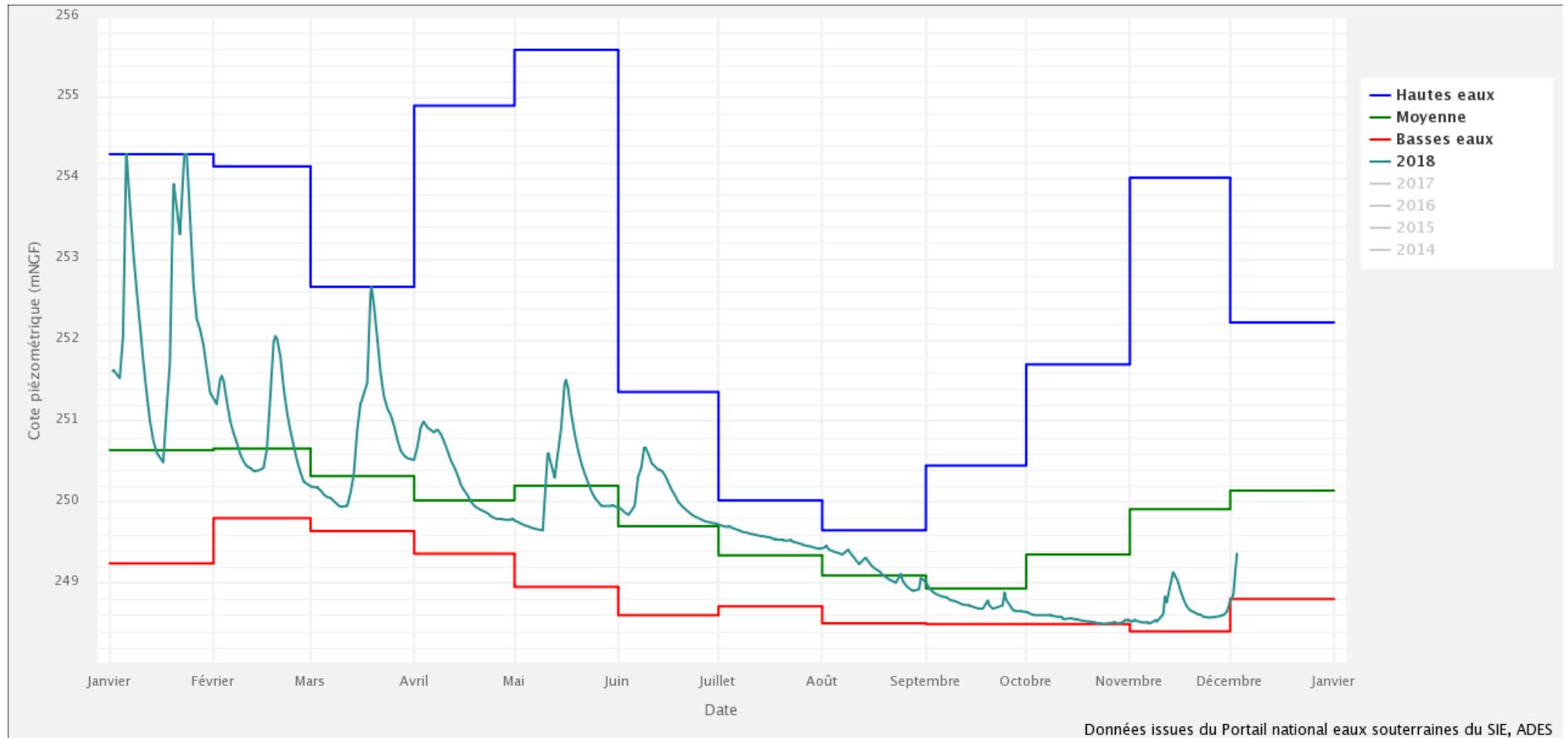


Figure 17 : Comparaison graphique des niveaux d'eau dans un piézomètre de Chaumont de l'année 2018 avec les niveaux d'eau des années antérieures

## 5.4 Résultats - Interprétation

Le suivi qualitatif mis en place montre la présence de fluorescéine en début de suivi et une restitution claire de l'éosine injectée à l'éolienne E2 lors de la seconde campagne.

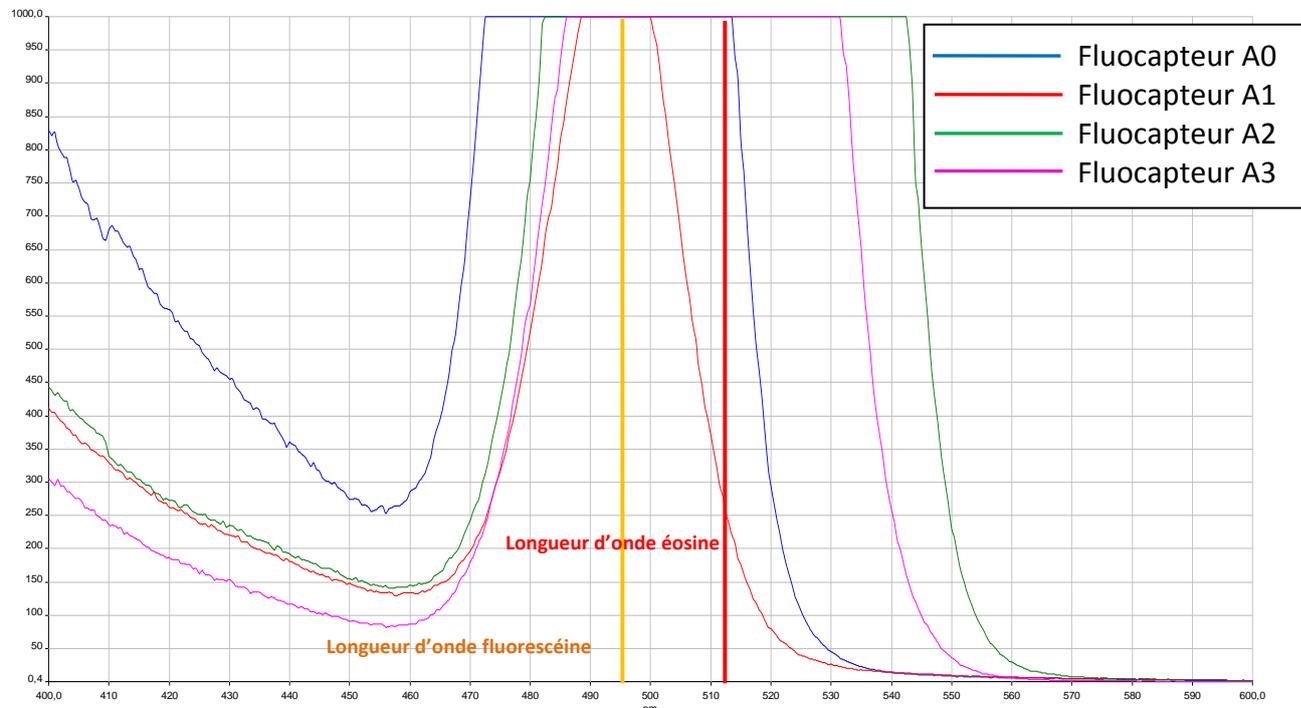


Figure 18 : Spectres des fluocapteurs installés à la source AEP P1 de Mandres la Côte

L'éosine a été détectée sur le fluocapteur de la source AEP suivie de la Mandres la Côte dès la seconde tournée (A2). Les spectres d'analyse des fluocapteurs des tournées montrent une saturation en fluorescéine et éosine.

Les échantillons d'eau prélevés ainsi que le fluorimètre indique une restitution le 12 novembre 2018, environ 2h après la 1<sup>ère</sup> tournée de relève et donc plus précisément le 12/11/2018 à 13h50.

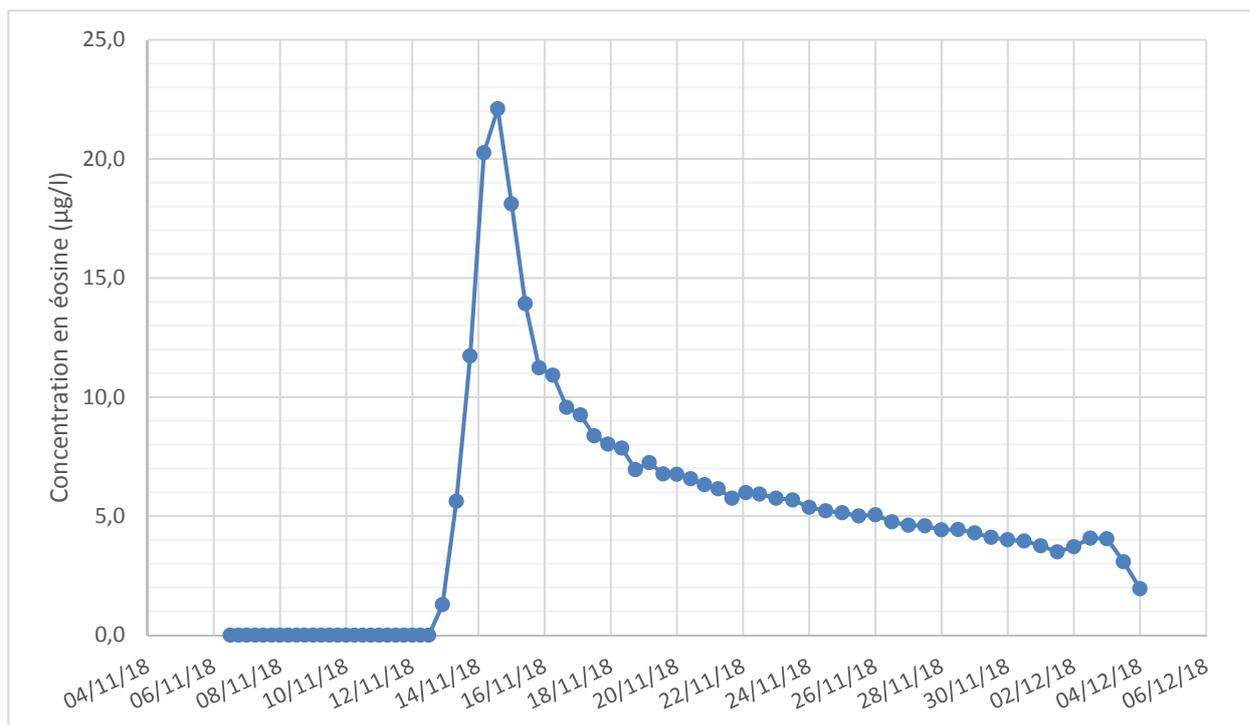


Figure 19 : Evolution de la concentration en éosine relevée durant le suivi

**Réalisés dans des conditions hydrologiques de basses eaux, l'essai de traçage réalisé en novembre 2018 a montré une restitution de l'éosine 6 jours après l'injection à la source AEP de Mandres la Côte, qui constitue le milieu récepteur principal des eaux infiltrées sur la zone d'implantation de l'éolienne E2.**

Cependant, en considérant un délai de restitution de l'ordre de 6 jours, 147h d'après les données du fluorimètre, pour une distance d'environ 2 km avec la source de Mandres, la vitesse de transit depuis la zone d'implantation de l'éolienne E2 peut être estimée à 13,6 m/h en période de basses eaux.

Cette vitesse de transit peut être considérée comme relativement importante et confirme la bonne fonctionnalité du système karstique local.

Elles demeurent néanmoins dans les gammes de vitesse habituellement rencontrées dans la région lors d'opérations similaires réalisées dans ces conditions hydrologiques.

Pour un débit de la source estimé durant le suivi entre 0,5 et 1 l/s, sans suivi précis ni continu, le taux de restitution calculé varie entre 2,5 et 5%. Ce taux ne prend cependant pas en compte la restitution du traceur sur d'autres sources du secteur, notamment le ruisseau du Véchet.

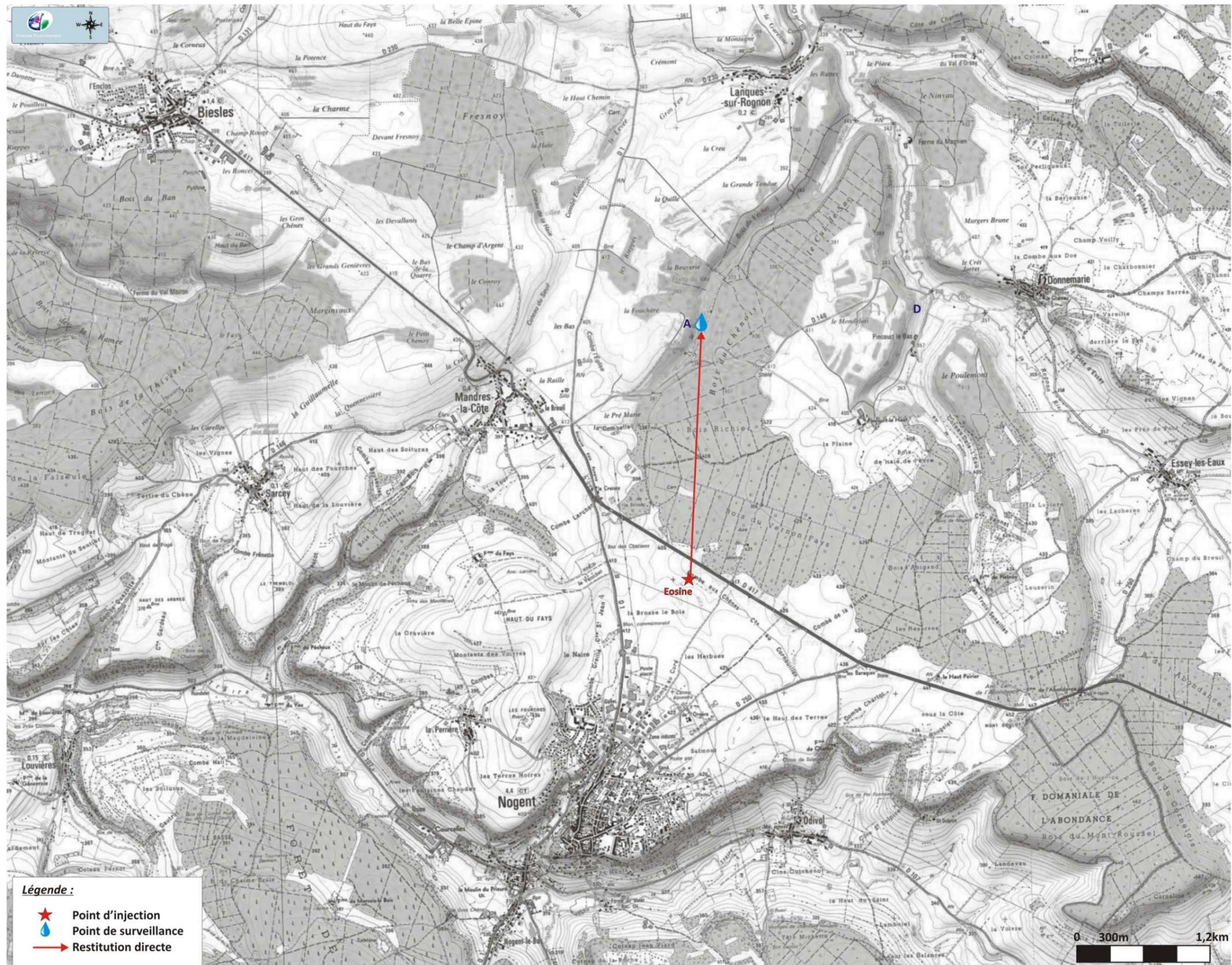


Figure 20 : Carte de restitution des traceurs

## **6 Simulation de pollution par les HAP**

---

### **6.1 Préambule**

A la demande de M. Fradet, hydrogéologue agréé pour le département de Haute-Marne, l'impact potentiel du projet de construction de l'éolienne E2 sur la qualité des eaux des sources captées de Mandres la Côte soit être évalué.

Il est ainsi demandé la réalisation d'un calcul du risque de pollution accidentelle par les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP). Cette demande est faite pour un déversement de 200L d'hydrocarbures sur site.

Les composés visés par l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine sont ainsi :

- benzo[b]fluoranthène,
- benzo[k]fluoranthène,
- benzo[ghi]pérylène,
- indéno[1,2,3-cd]pyrène.

La limite de qualité est fixée à 0,1 µg/l pour la somme de ces composés.

- Benzo[a]pyrène.

La limite de qualité est fixée à 0,01 µg/l pour ce composé.

### **6.2 Sources potentielles de pollution aux HAP**

Les sources potentielles de pollution sont les suivantes :

- Les hydrocarbures (carburant) ;
- Les huiles hydrauliques ;
- Les huiles de moteur.

La composition en HAP du diesel ou d'une huile de moteur a été définie à partir du guide méthodologique de l'INERIS.

<b>Substance</b>	<b>Pourcentage massique dans un diesel</b>	<b>Pourcentage massique dans une huile de moteur</b>
benzo[b]fluoranthène	0,000194	0,000043
benzo[k]fluoranthène	0,000195	0,00016
benzo[ghi]pérylène	0,00004	0,0048
indéno[1,2,3-cd]pyrène	0,000097	0,0061
benzo[a]pyrène	0,00084	0,0025

Tableau 2 : Pourcentage massique des HAP (valeur max – Données INERIS)

Il est considéré que la composition du diesel est identique au gazole utilisé en phase chantier et que les huiles utilisées dans les systèmes hydrauliques et les moteurs disposent de la même composition que l'huile de moteur ci-dessus.

### **6.3 Analyse des risques**

Durant la phase travaux, il existe un risque de déversement accidentel de carburant et d'huile par les engins de chantier.

Ce risque est très faible en phase d'exploitation par un passage très limité de véhicules. Le risque le plus important proviendrait d'une fuite d'huiles hydrauliques de la nacelle. Celle-ci servant par ailleurs de bac de rétention le risque est très limité.

A la demande de M. Fradet, les calculs sont basés sur un déversement de 200l d'hydrocarbures et 50 l d'huiles.

#### **6.3.1 Déversement accidentel d'hydrocarbures**

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

- Déversement de 200l d'hydrocarbures avec restitution totale à l'aquifère (sans intervention humaine), soit 172 kg d'hydrocarbures (pour une densité de 0,86)
- Les coefficients de sorption et de dégradation ne sont pas pris en compte ;
- Le pic de concentration en colorant mesuré lors du traçage est pris en compte afin de calculer la concentration maximale restituée au captage :
  - Eolienne E2 = 22 µg/l pour 1 kg d'éosine injectée.

Méthode de calcul de la concentration résultante au captage :

$$C_{\text{captage}} = \frac{\frac{\%_{\text{Massique}} \times M_{\text{hydrocarbures}}}{100} \times C_{\text{pic}}}{M_{\text{injectée}}}$$

Avec,

$C_{\text{captage}}$  : Concentration calculée au captage en  $\mu\text{g/l}$

$\%_{\text{massique}}$  : Pourcentage massique du composé en %

$M_{\text{hydrocarbures}}$  : Masse d'hydrocarbures déversée en kg

$C_{\text{pic}}$  : Concentration en éosine mesurée au pic en  $\mu\text{g/l}$

$M_{\text{injectée}}$  : Masse de colorant injectée au droit de l'éolienne E2 en kg

Les concentrations des HAP retrouvées au captage AEP de Mandres la Côte seraient donc les suivantes :

**Tableau 3 : Concentrations résultantes au captage de Mandres la Côte**

Substance	Concentration au captage AEP ( $\mu\text{g/l}$ )		Limite de qualité ( $\mu\text{g/l}$ )	Rapport Concentration/limite
benzo[b]fluoranthène	0,0075	0,022	0,1 (somme des composés)	5 fois inférieure
benzo[k]fluoranthène	0,0075			
benzo[ghi]pérylène	0,0015			
indéno[1,2,3-cd]pyrène	0,0038			
benzo[a]pyrène	0,032		0,01	3 fois supérieure

### 6.3.2 Déversement accidentel d’huiles

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

- Déversement de 50l d’huiles avec restitution totale à l’aquifère (sans intervention humaine), soit 44 kg d’huiles (pour une densité de 0,88)
- Les coefficients de sorption et de dégradation ne sont pas pris en compte ;
- Le pic de concentration en colorant mesuré lors du traçage est pris en compte afin de calculer la concentration maximale restituée au captage :
  - Eolienne E2 = 22 µg/l pour 1 kg de d’éosine injectée.

Méthode de calcul de la concentration résultante au captage :

$$C_{\text{captage}} = \frac{\frac{\%_{\text{Massique}} \times M_{\text{huiles}}}{100} \times C_{\text{pic}}}{M_{\text{injectée}}}$$

Avec,

$C_{\text{captage}}$  : Concentration calculée au captage en µg/l

$\%_{\text{massique}}$  : Pourcentage massique du composé en %

$M_{\text{huiles}}$  : Masse d’huiles déversée en kg

$C_{\text{pic}}$  : Concentration en éosine mesurée au pic en µg/l

$M_{\text{injectée}}$  : Masse de colorant injectée au droit de l’éolienne E2 en kg

Les concentrations des HAP retrouvées au captage AEP de Mandres la Côte seraient donc les suivantes :

**Tableau 4 : Concentrations résultantes au captage de Mandres la Côte**

Substance	Concentration au captage AEP (µg/l)		Limite de qualité (µg/l)	Rapport Concentration/limite
benzo[b]fluoranthène	0,0004	0,1	0,1	égale
benzo[k]fluoranthène	0,0015			
benzo[ghi]pérylène	0,046			
indéno[1,2,3-cd]pyrène	0,059			
benzo[a]pyrène	0,024		0,01	2,5 fois supérieure

## **6.4 Conclusions**

L'impact potentiel d'un déversement accidentel en phase travaux au droit de l'éolienne E2, sans intervention humaine, serait non négligeable. En effet, bien que la concentration retrouvée pour la somme des 4 HAP soit 5 fois inférieures à la limite de qualité pour les eaux potables en cas de déversement de 200L d'hydrocarbures, un dépassement serait observé en ce qui concerne le benzo(a)pyrène, 3 fois supérieur à la limite de qualité.

Pour de même conditions que la présente étude, un dépassement serait observé durant environ 6 jours.

Pour un déversement de 50L d'huiles, la limite de qualité serait atteinte pour la somme des 4 HAP et dépassée également pour le benzo(a)pyrène, 2,5 fois supérieur à la limite de qualité.

Pour de même conditions que la présente étude, un dépassement serait observé durant environ 4 jours.

A noter que ces concentrations sont observées dans des conditions hydrogéologiques particulières de basses eaux. En effet, dans des conditions hydrogéologiques de hautes eaux, le traceur/polluant pourrait atteindre plus rapidement la ressource, cependant les concentrations seraient plus diluées et le risque de dépassement des limites de qualité pourrait être moins élevé.

Il est également rappelé que les valeurs maximum de l'INERIS ont été utilisées pour le calcul concernant les pourcentages massiques des HAP. De même, l'intervention humaine et la présence de l'horizon végétal ne sont pas pris en compte dans ces calculs puisque l'injection a été réalisé via une fosse directement dans les calcaires.

Néanmoins, le risque pour la ressource reste non négligeable et des préconisations strictes devront être appliquées durant la phase travaux pour éviter tout risque de pollution en cas de réalisation du projet.

## **6.5 Mesures de protection en phase travaux**

### **6.5.1 Mesures d'évitement**

#### **=> Stockage des hydrocarbures :**

Le stockage éventuel d'hydrocarbures et/ou huiles se fera en dehors des périmètres de protection de captages (PPC), ceux-ci seront placés sur des bacs de rétention étanches.

#### **=> Alimentation par camion-citerne :**

L'alimentation par camion-citerne est recommandée pour éviter tout stockage sur site, dans le respect des consignes de l'arrêté ADR du 18 novembre 2016. Un opérateur de l'entreprise réalisant les travaux devra être présent afin de veiller à la conformité du camion et au respect des consignes de sécurité durant les opérations.

Le ravitaillement se fera en dehors des PPC et avec un bac de rétention mobile.

#### **=> Entretien des engins de chantier :**

Les entreprises qui interviendront sur le chantier devront justifier d'un entretien régulier des engins de chantier afin d'éviter des fuites d'hydrocarbures depuis des réservoirs défectueux ou suite à des ruptures de circuits hydrauliques.

Aucun nettoyage des engins de chantier (camion toupie, grues, ...) ne se fera sur site afin d'éviter toute contamination des sols et des eaux.

Il n'est pas prévu d'entretien lourd des engins directement sur place. Dans tous les cas, les travaux d'entretien et/ou de réparation des engins et les stockages d'huiles, graisses et autres liquides ne pourra se faire que dans des bungalows adaptés à cet usage, lesquels seront situés en dehors des périmètres de protection de captages pour l'alimentation en eau potable.

#### **=> Circulation sur le chantier**

Une réglementation stricte de circulation devra être mise en place afin d'éviter tout incident (sens unique, absence de dépassement,...)

Le nombre de véhicules accédant aux zones de travaux sera limité (mise en place d'un parking relais en dehors des PPC).

#### **=> Utilisation d'une bâche de protection du trou de fouille :**

Une bâche de protection étanche (et intègre) sera installée en fond et en périphérie de la fouille pour assurer une rétention des fluides en cas de fuite.

L'installation d'une géomembrane étanche sous les aires de stockage et les engins lourds (foreuse, grue) est également recommandée.

### **6.5.1 Mesures de réduction**

Les véhicules intervenant sur le chantier devront être équipés de kits anti-pollution (absorbants et floculants).

Un plan d'alerte et d'intervention devra être mis en place sur le chantier (consignes d'intervention et de collecte, mise à disposition de produits absorbants,...) et avec la commune de Mandres-la -Côte, le gestionnaire des captages AEP et l'ARS afin qu'ils puissent intervenir rapidement en cas d'incident (coupure de l'alimentation en eau, surveillance qualitative de la ressource).

Enfin, si une fuite est constatée un décaissement immédiat des sols devra être réalisé avec évacuation des sols souillés.

## **6.6 Mesures de protection en phase d'exploitation**

### **6.6.1 Mesures d'évitement**

#### **=> Vérification des étanchéités :**

Les étanchéités des éoliennes seront vérifiées afin d'assurer le confinement d'une fuite éventuelle : étanchéité entre la nacelle et l'extérieur, entre la nacelle et le mât, entre le pied du mât et l'extérieur.

Les éoliennes seront munies de détecteurs de niveau d'huile afin de prévenir d'éventuelles fuites et d'arrêter les éoliennes en cas d'urgence.

#### **=> Précautions générales :**

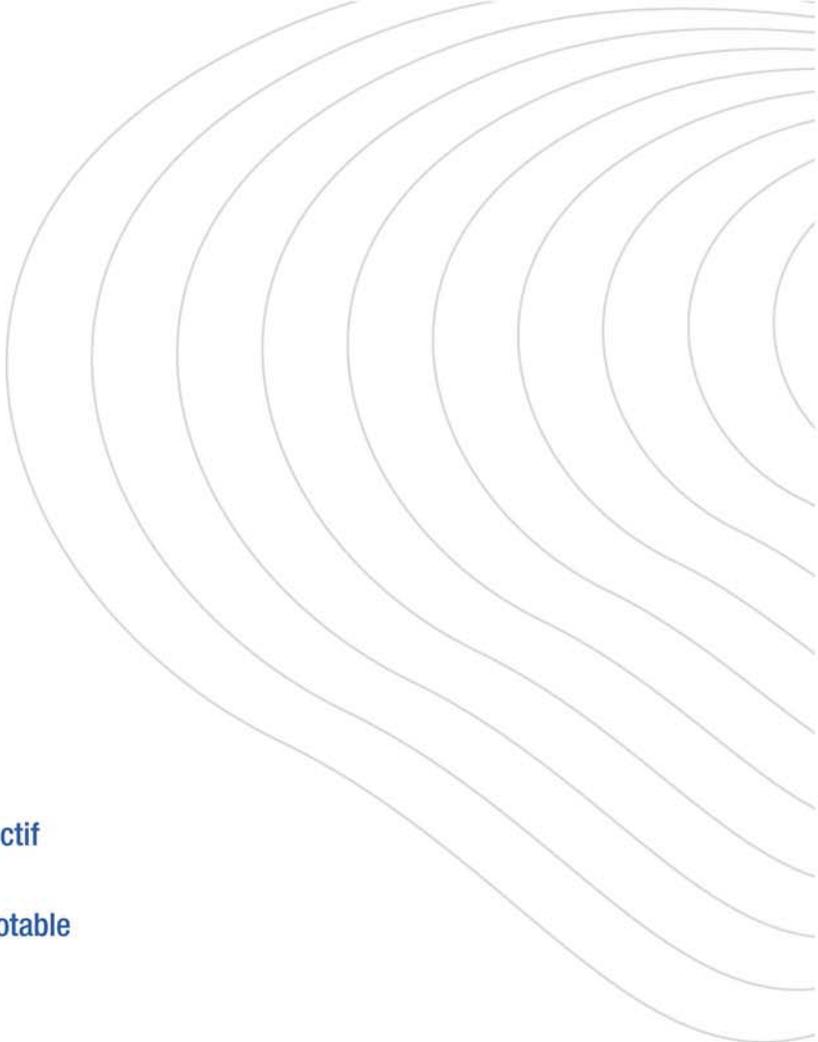
Lors de la maintenance des éoliennes et du changement d'huile, toutes les précautions seront prises afin d'éviter un déversement accidentel.

Les personnes intervenant sur site disposeront automatiquement d'un kit anti-pollution.

### **6.6.2 Mesures de réduction**

Un plan d'alerte devra être mis en place avec la commune de Mandres-la -Côte, le gestionnaire des captages AEP et l'ARS afin qu'ils puissent intervenir rapidement en cas d'incident (coupure de l'alimentation en eau, surveillance qualitative de la ressource).

Une action rapide devra être menée pour la dépollution des sols (décaissement et évacuation).

- 
-  Énergies renouvelables
  -  Aménagement et environnement
  -  Déchets, Diagnostics de pollution
  -  Carrières, Installations classées
  -  Milieu naturel
  -  Hydrogéologie
  -  Eaux superficielles
  -  Assainissement collectif et non collectif
  -  Maîtrise d'œuvre et réseaux d'eau potable



## Sciences Environnement

Agence de Clermont-Ferrand  
5 bis allée des roseaux  
63200 Riom  
Tél. +33 (0)4 73 38 84 73  
Fax +33 (0)3 81 80 01 08  
clermont-ferrand@sciences-environnement.fr

Agence de Besançon et Siège social  
6 boulevard Diderot  
25000 Besançon  
Tél. +33 (0)3 81 53 02 60  
Fax +33 (0)3 81 80 01 08  
besancon@sciences-environnement.fr

Agence d'Auxerre  
12 rue du stade  
89290 Vincelles  
Tél. +33 (0)9 67 29 27 28  
Fax +33 (0)3 81 80 01 08  
auxerre@sciences-environnement.fr

Patrick FRADET  
2 rue du Pré Pêcheur  
Montier en Der  
52220 La Porte du Der  
Tél. 06 80 43 79 60  
fradet.ha@gmail.com

12 février 2019

à

ARS GRAND EST  
Délégation Territoriale de la Haute Marne  
Service Santé Environnement  
82 rue du Commandant Hugueny  
CS 22123  
52905 CHAUMONT CEDEX 9

N. Réf. : Projet éolien Nogent - H2R – Manon HUTIN  
Affaire suivie à l'ARS 52 par : Anne Marie DESTIPS  
L HENOT, MP STIVALET

**Madame Anne-Marie DESTIPS, Adjointe au Chef de Service Santé Environnement.**

Bonjour,

Suite à l'examen des résultats des colorations, j'émetts un avis favorable à la poursuite du projet

En ce qui concerne la phase travaux, en appliquant les précautions et recommandations édictées par Sciences Environnement et moi-même, le risque reste ponctuellement similaire à celui engendré par les engins agricoles du secteur.

Cependant, en ce qui concerne les mesures de protection en phase d'exploitation, je pense que la mise en place de systèmes d'extinction automatique au sein des nacelles constituerait une sécurité vis à vis des ressources en eaux sachant que les retombées en cas d'incendie pourraient interférer sur les eaux profondes (voire les captages).

Sincères salutations.

Montier en Der  
Le mardi 12 février 2019



Patrick FRADET

Hydrogéologue agréé en matière d'eau et  
d'hygiène publique pour le département de la Haute-Marne