



*Expertise des objets  
géologiques complexes*

*Hydrogéologie*

*Géophysique*

*Conseil*

*Recherche*

*Vulgarisation scientifique*

## EUROVIA CENTRE LOIRE

### SUIVI HYDROGÉOLOGIQUE DE LA CARRIÈRE "LA PLAINE DE SAINT-AGNAN" BOUZY-LA-FORÊT (LOIRET)

Client :	<b>Affaire n° 2019-01 (45)</b>
<b>EUROVIA CENTRE LOIRE - MONTARGIS</b>  <b>ROUTE DE CHAUMONT</b> <b>45120 CORQUILLEROY</b>	Rapport : R 2019-01_V1                      Date : 21 janvier 2019
	Rédaction : Pascal BOUTON - Docteur en Géologie

## TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES.....	2
LISTES DES FIGURES .....	2
1. INTRODUCTION .....	3
2. SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE .....	4
3. SUIVI QUALITATIF .....	4
4. CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUE ET TOPOGRAPHIQUE D'EXPLOITATION DU SITE.....	5
4.1. Prescription de l'arrêté préfectoral du 25 mai 2016.....	5
4.2. Contraintes hydrogéologiques du site.....	5
4.3. Préconisations d'exploitation .....	5
FIGURES .....	7

## LISTES DES FIGURES

Figure 1 – Implantation du site par rapport au réseau hydrographique et aux plans d'eaux (fond IGN, échelle 1/15 000). .....	7
Figure 2 – Profil hydrogéologique passant par la carrière avec prise en compte des conditions piézométriques extrêmes mesurées d'avril 2016 à fin octobre 2018.....	8
Figure 3 – Carte piézométrique des hautes eaux d'avril 2016 et altitude du carreau des anciennes exploitations (Oolite, 2017). .....	9
Figure 4 – Suivi piézométrique avril 2016 – octobre 2018.....	10
Figure 5 – Suivi qualité avril 2016 – octobre 2018 de quelques paramètres représentatifs. ....	11
Figure 6 – Suivi qualité avril 2016 – octobre 2018 de tous les paramètres analysés. 12	

## 1. INTRODUCTION

EUROVIA CENTRE LOIRE possède une carrière de sables et graviers au lieu-dit la Plaine de Saint Agnan sur la commune de BOUZY-LA-FORÊT (Figure 1).

Le fonctionnement hydrogéologique du site a été étudié lors de la mise en place de 3 piézomètres en avril 2016 (rapport Oolite R2016-07\_V1, 1 juin 2017).

L'étude concluait à la présence d'une nappe superficielle libre contenue dans les alluvions anciennes exploitées par les carrières anciennes et modernes. Le mur de cet aquifère est constitué par les argiles imperméables de la formation de Sologne. La nappe s'écoule en direction du Grand Étang conformément à la topographie (Figure 3).

Les piézomètres mis en place dans l'emprise de la carrière en avril 2016 ont identifié le toit de cet aquifère superficiel entre 125,6 m NGF en amont et 123,49 m NGF en aval. Les mesures étaient représentatives d'un contexte de hautes eaux. Cependant la pérennité de la nappe en basses eaux n'avait pas été établie en raison d'informations documentaires contradictoires et de l'absence d'un suivi piézométrique sur plusieurs cycles hydrogéologique.

La présente note expose :

- Le résultat du suivi quantitatif et qualitatif de ces trois piézomètres entre avril 2016 et octobre 2018.
- Les implications des variations piézométriques en termes d'exploitation du site.

Enfin, elle étudie l'incidence d'une exploitation du site jusqu'à la cote altimétrique de 124,5 m NGF et propose des préconisations permettant l'exploitation à sec du gisement.

## 2. SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE

Le suivi du niveau dans les piézomètres est réalisé par l'exploitant ou par le laboratoire départemental lorsqu'il vient prélever l'eau des piézomètres.

Le suivi a enregistré trois cycles de hautes eaux et de basses eaux (Figure 4).

La chronique montre que la hauteur de nappe varie rapidement, ce qui est le propre d'un aquifère libre superficiel et peu épais, donc sensible aux précipitations.

La valeur la plus élevée de hautes eaux a été enregistrée le 29 juin 2016.

Les basses eaux les plus marquées ont été mesurées le 30 octobre 2018, après une longue période de déficit hydrique. La pluviométrie ayant repris début novembre 2018, cette valeur peut être considérée comme représentative de la fin des basses eaux 2018.

On constate qu'en conditions de basses eaux, l'aquifère n'est pas dénoyé au droit de la carrière (Figure 2). L'épaisseur saturée est ainsi de 2,2 m en amont (Pz1) à 1,5 m en aval (Pz2). Le caractère pérenne de la nappe est donc vérifié. Son exutoire est la ligne de sources bordant le Grand Étang.

## 3. SUIVI QUALITATIF

Les piézomètres font l'objet d'un prélèvement semestriel réalisé par le laboratoire départemental. Les résultats analytiques sont présentés en Figure 5 et Figure 6.

Les analyses montrent une nappe peu minéralisée, aux eaux légèrement acides ( $\text{pH} \pm 6$ ), ce qui est conforme au gisement de l'aquifère (alluvions sablo-graveleuses sous couvert forestier de conifères).

L'aquifère contient un peu de calcium (20-25 mg/l), de chlorures (19-27 mg/l) et de sulfates (25-35 mg/l). Les nitrates sont inférieurs à 15 mg/l, ce qui est en accord avec l'absence d'activité agricole à l'amont de la carrière.

L'eau est de bonne qualité. Des valeurs assez élevées en DCO et MES ont été mesurées lors de la première campagne de prélèvements. Elles s'expliquent probablement par un renouvellement insuffisant de l'eau avant la prise de l'échantillon.

L'eau ne contient pas d'hydrocarbures, même dans les deux piézomètres aval qui sont proches de la route départementale.

La comparaison du piézomètre amont et des piézomètres aval ne montre aucune différence qualitative significative pour une date de prélèvement donnée, ni au cours de la chronique.

## 4. CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUE ET TOPOGRAPHIQUE D'EXPLOITATION DU SITE

### 4.1. PRESCRIPTION DE L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL DU 25 MAI 2016

L'arrêté préfectoral du 25 mai 2016 autorise l'exploitation de la carrière dans les conditions topographiques et hydrogéologiques fixées par l'article 2.3.3.1 ci-dessous.

*Article 2.3.3.1. Extraction à sec*

*L'extraction des sables et graviers est réalisée à sec, sur une épaisseur moyenne de 2,20 m, à l'aide d'un chargeur ou d'une pelle hydraulique. Les matériaux extraits peuvent être stockés temporairement sur le site dans la limite de 10 000 m<sup>3</sup>.*

*La cote minimale du carreau de la carrière est fixée à 124,50m NGF.*

*L'exploitant définit les modalités d'exploitation du gisement pour s'assurer que les travaux d'extraction permettent de laisser une épaisseur d'alluvions de 1 m entre le niveau des hautes eaux de la nappe et le carreau de la carrière.*

*En fonction des niveaux piézométriques relevés au fil de l'exploitation, les niveaux de fond d'extraction et de remblai après exploitation fixés respectivement à 124,50m NGF et 125,50 m NGF pourront être rehaussés autant que nécessaire afin de respecter la prescription du POS de laisser une épaisseur d'alluvion de 1 m entre le niveau des hautes eaux de la nappe et le carreau de la carrière.*

### 4.2. CONTRAINTES HYDROGÉOLOGIQUES DU SITE

Le relevé piézométrique effectué depuis avril 2016 indique que le niveau des plus hautes eaux se situe à 125,8 m NGF en amont (Pz1) et à 123,78 m NGF en aval du site (Pz3). Ceci fait que la carrière ne peut quasiment pas être exploitée dans les conditions de l'arrêté qui demande de conserver une tranche inexploitée de 1 m au-dessus des plus hautes eaux (Figure 2).

### 4.3. PRÉCONISATIONS D'EXPLOITATION

Eurovia souhaite demander une modification des conditions d'exploitation de la sablière en conservant le plancher d'exploitation fixé à 124,5 m NGF par l'autorisation d'exploitation actuelle.

En effet, la disposition du POS de la commune de Bouzy-la-Forêt concernant la marge de 1 m au-dessus du haut niveau de la nappe ne figure plus dans le PLU actuel, adopté en 2014<sup>1</sup>, donc avant l'arrêté préfectoral d'autorisation.

Afin de conserver une extraction à sec, il sera nécessaire d'adapter le mode d'exploitation en tenant compte à la fois de la cote piézométrique et de la pente de la surface piézométrique.

D'un point de vue pratique, la meilleure solution serait de procéder à l'extraction par bandes de direction nord-ouest – sud-est, donc parallèles à la direction d'écoulement de la nappe.

Afin de permettre une exploitation toute l'année, je préconise de procéder de la manière suivante :

---

<sup>1</sup> Le PLU est opposable au tiers depuis le 04.08.2014.

- 
- En période de hautes eaux (novembre à mai), limiter l'extraction au tiers aval du site et l'interrompre en cas de remontée de la nappe jusqu'au carreau d'exploitation ;
  - En période de basses eaux (juin à octobre), exploiter préférentiellement les deux tiers amont en veillant à rester au-dessus de la nappe.

Une alternative serait de n'exploiter la carrière qu'en basses eaux, en veillant à ne pas atteindre la nappe. Un stock pourrait être constitué pour pallier aux besoins du reste de l'année.

Pour ce qui est du remblayage, il devra être réalisé au fur et à mesure de l'extraction de façon à éviter la formation d'un plan d'eau temporaire.

## FIGURES

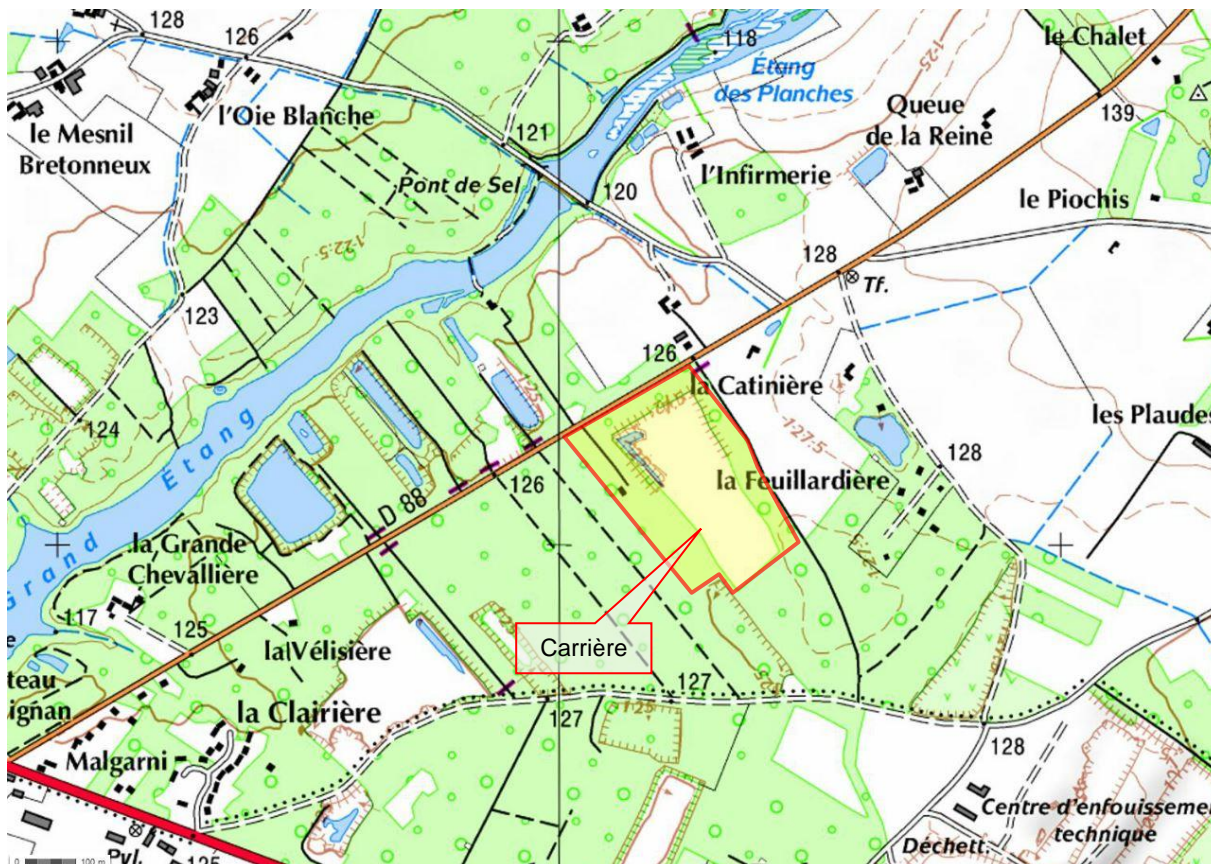


Figure 1 – Implantation du site par rapport au réseau hydrographique et aux plans d'eaux (fond IGN, échelle 1/15 000).

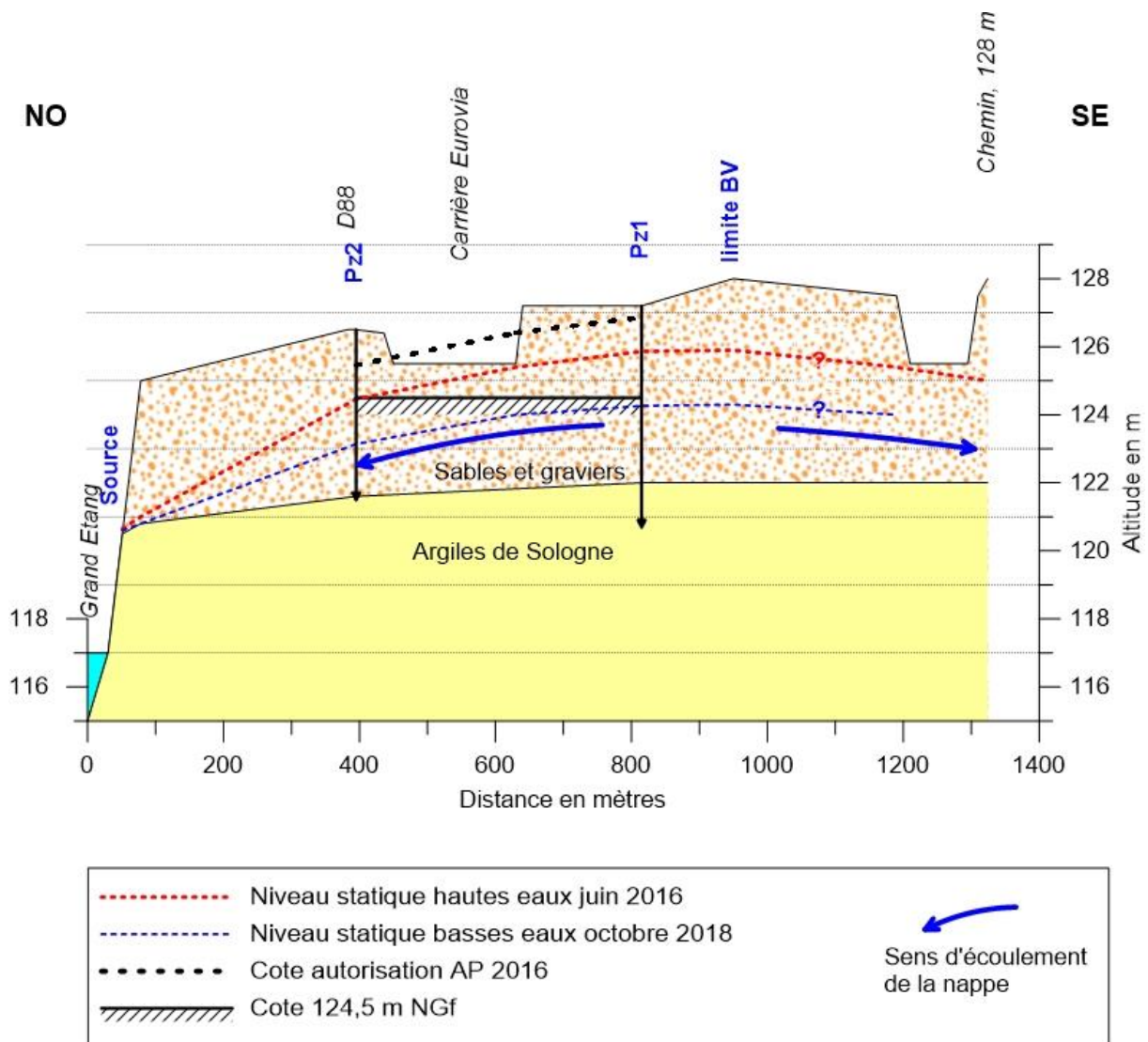


Figure 2 – Profil hydrogéologique passant par la carrière avec prise en compte des conditions piézométriques extrêmes mesurées d’avril 2016 à fin octobre 2018.



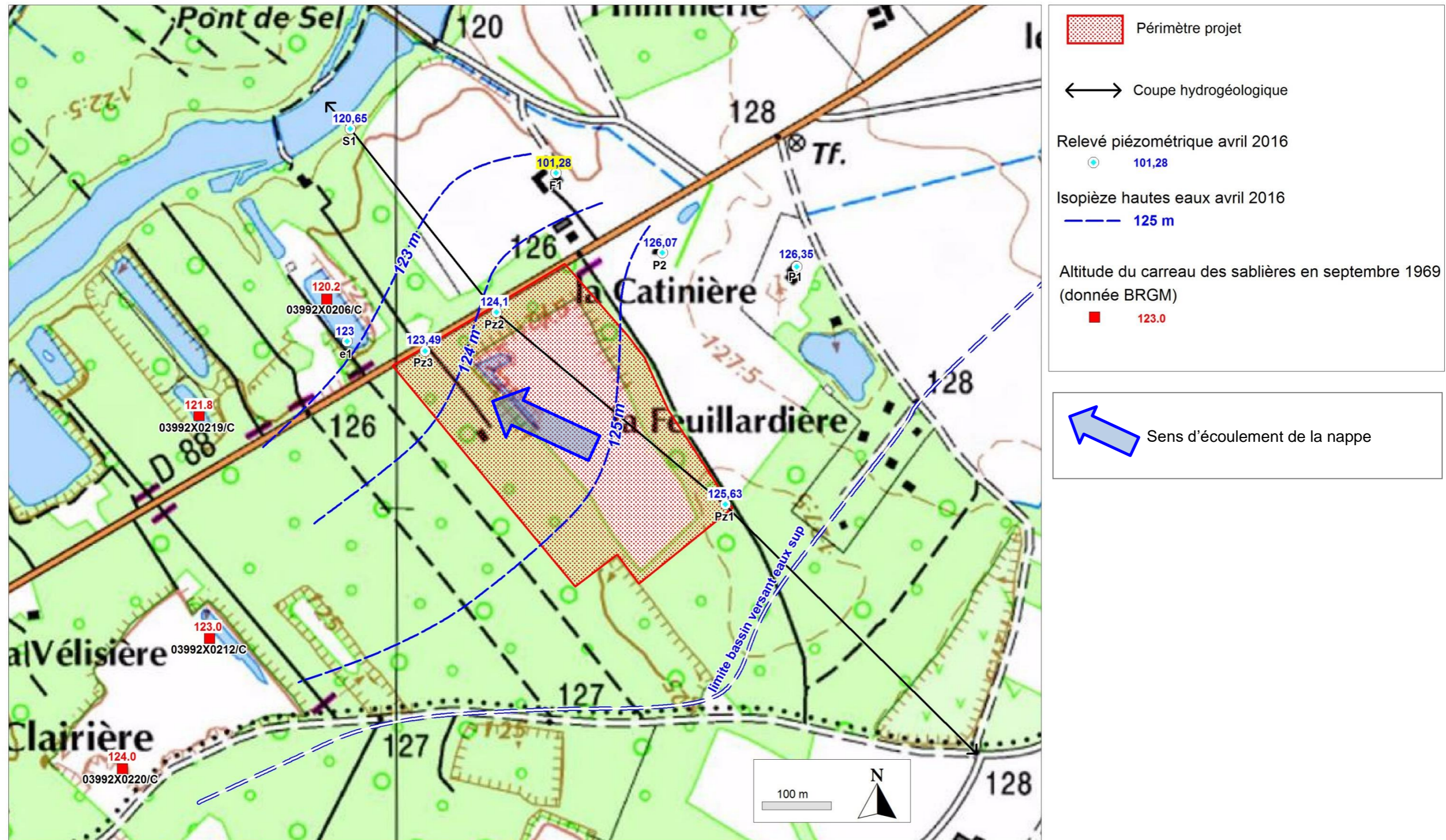


Figure 3 – Carte piézométrique des hautes eaux d'avril 2016 et altitude du carreau des anciennes exploitations (Oolite, 2017).

**Site de BOUZY-LA-FORÊT (45) (EUROVIA) Suivi piézométrique de la nappe**

Date	Piézo PZ 1 (amont)	Piézo PZ 2	Piézo PZ 3 (aval)	Observations
	Altitude haut tube acier :	Altitude haut tube acier :	Altitude haut tube acier :	
	127,66	127,03	127,06	
18/04/2016	125,53	124,08	123,52	
10/05/2016	125,42	123,93	123,40	
28/06/2016	125,86	124,46	123,79	Hautes eaux de référence
03/08/2016	125,26	123,83	123,33	
08/09/2016	124,73	123,48	123,08	
13/10/2016	124,53	123,35	123,00	
19/10/2016	124,41	123,34	123,00	Mesures Labo CG41
17/11/2016	124,49	123,31	122,93	
14/12/2016	124,53	123,38	123,03	
16/01/2017	124,52	123,35	123,01	
20/02/2017	124,62	123,42	123,05	
20/03/2017	125,05	123,75	123,29	
28/04/2017	124,96	123,64	123,20	
07/06/2017	124,77	123,50	123,10	
23/06/2017	124,65	123,42	122,36	Mesures Labo CG41 (présomption d'erreur de mesure pour PZ3)
01/08/2017	124,44	123,31	122,98	
04/10/2017	124,34	123,23	122,92	
23/10/2017	124,32	123,21	122,90	
23/11/2017	124,34	123,21	123,74	Erreur mesure Pz3?
06/12/2017	124,31	123,19	122,90	
30/01/2018	125,34	124,11	123,54	
27/03/2018	125,36	124,04	123,50	
23/05/2018	125,47	123,97	123,43	
25/06/2018	125,12	123,70	123,24	Mesures Labo CG41
31/07/2018	124,64	123,41	123,03	
05/09/2018	124,47	123,31	122,97	
30/10/2018	124,26	123,14	122,86	Basses eaux de référence

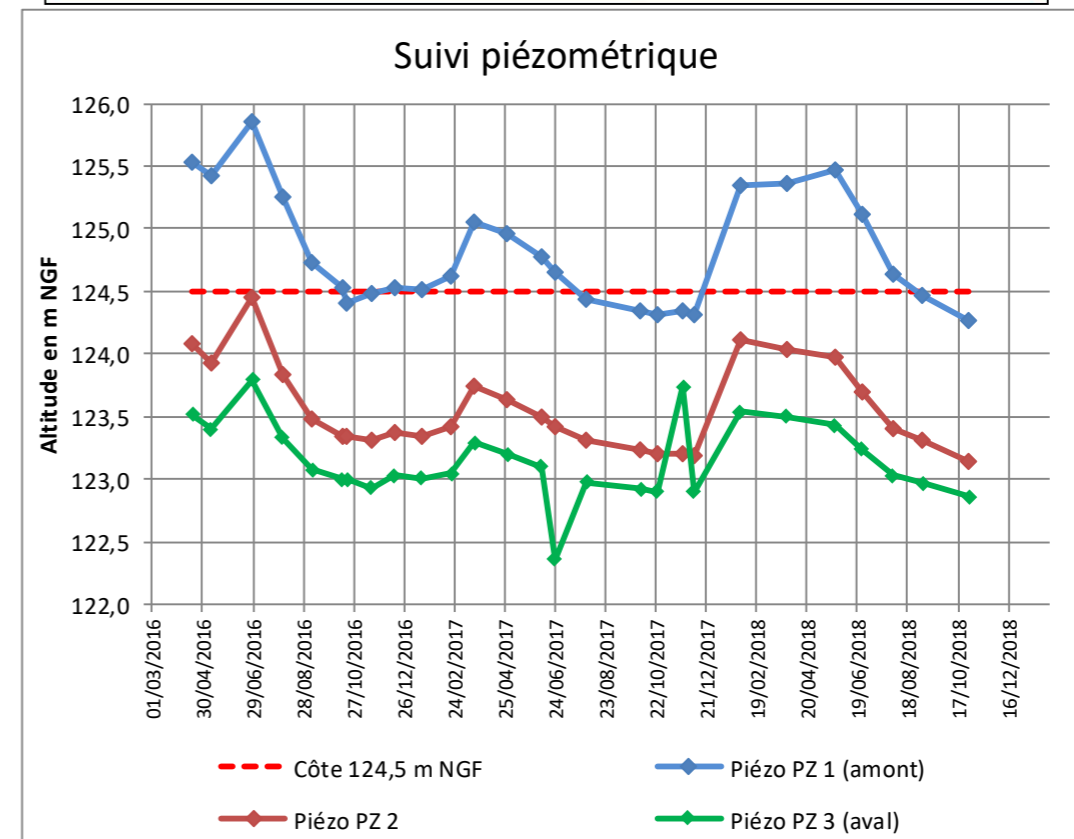
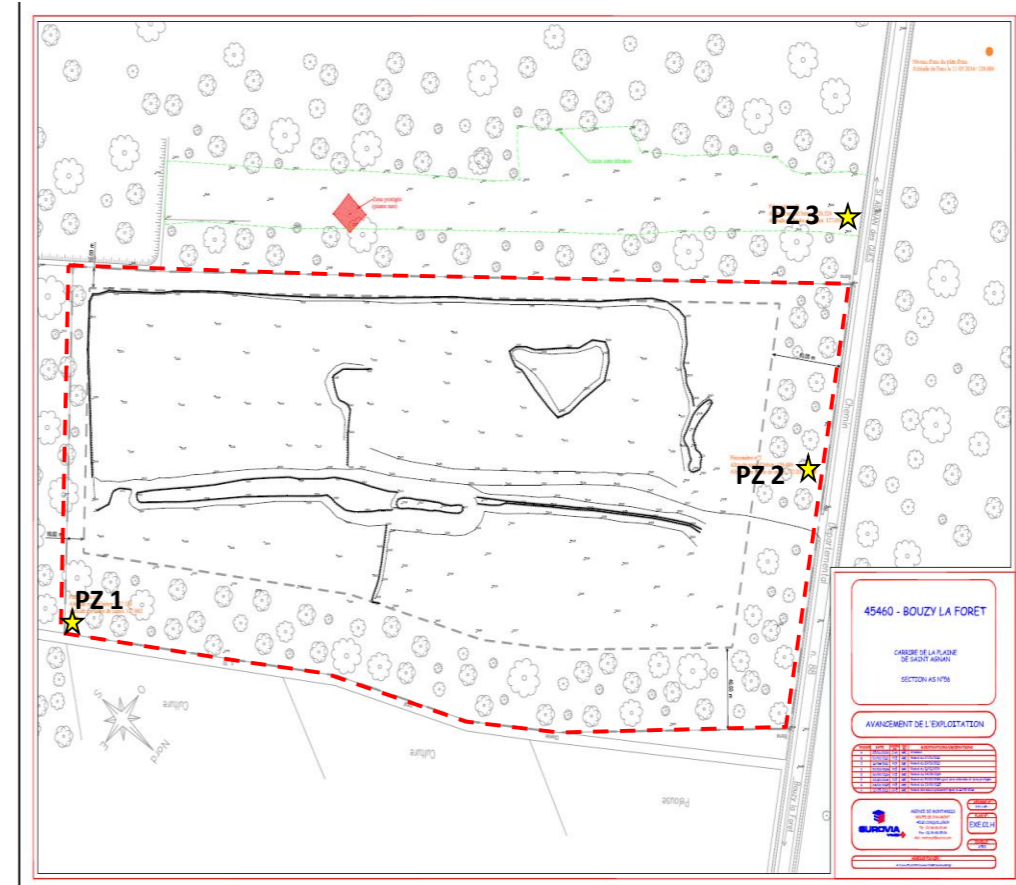


Figure 4 – Suivi piézométrique avril 2016 – octobre 2018.

Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$			
date	Pz1 amont	Pz2 aval	Pz3 aval
19/10/2016	240	270	270
22/06/2017	240	280	270
23/11/2017	270	280	290
25/06/2018	250	250	250

Nitrates (en N) mg/L			
date	Pz1 amont	Pz2 aval	Pz3 aval
19/10/2016	6,6	3,8	4,7
22/06/2017	8,8	7,9	10,3
23/11/2017	8,4	7,4	9,2
25/06/2018	10,7	2,9	3,8

Chlorures en mg/L			
date	Pz1 amont	Pz2 aval	Pz3 aval
19/10/2016	24	20	23
22/06/2017	23	23	19
23/11/2017	23	25	25
25/06/2018	24	27	24

Sulfates en mg/L			
date	Pz1 amont	Pz2 aval	Pz3 aval
19/10/2016	18	28	33
22/06/2017	31	26	31
23/11/2017	36	31	32
25/06/2018	30	33	33

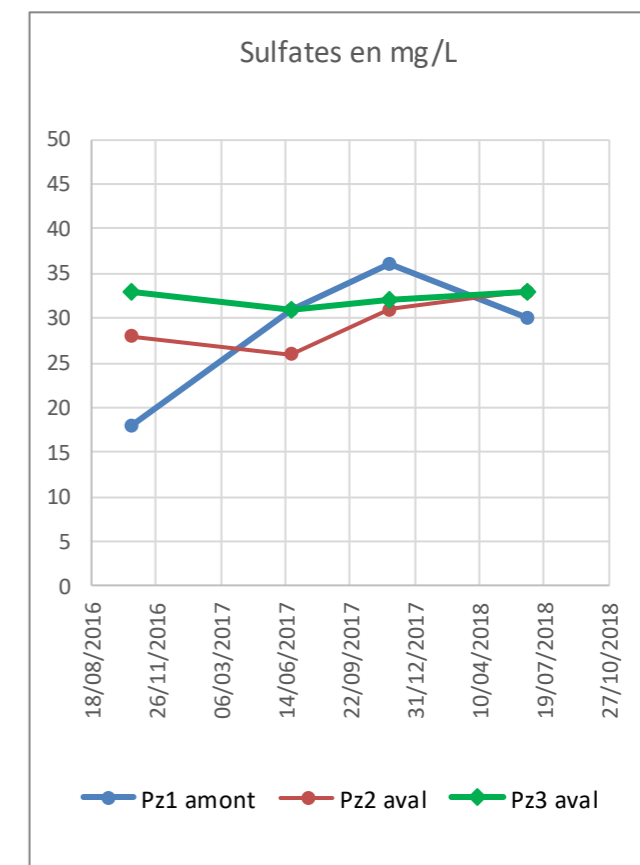
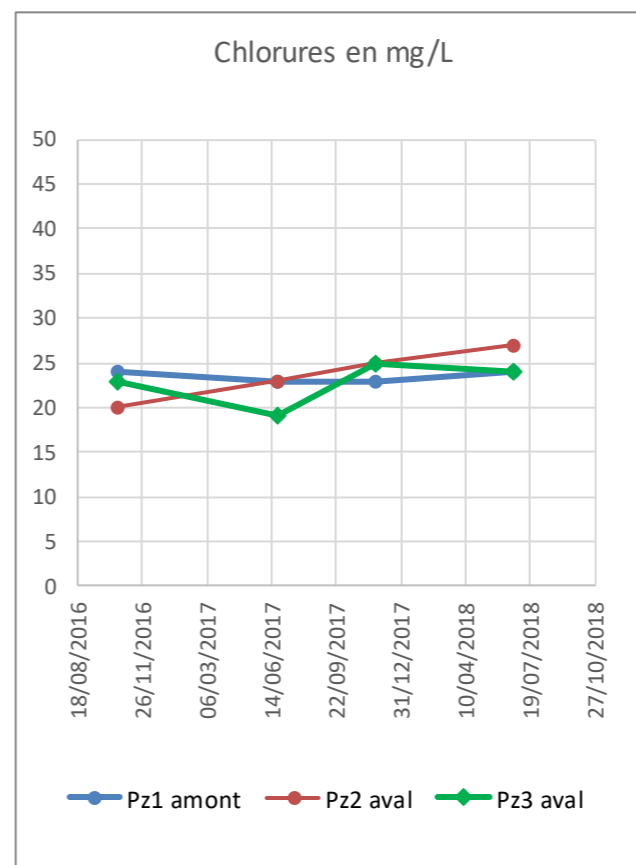
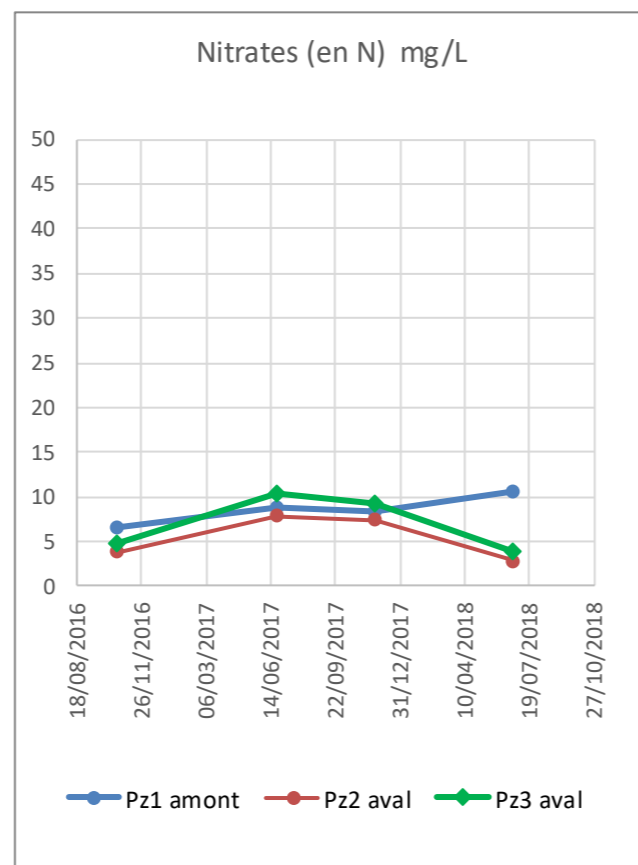
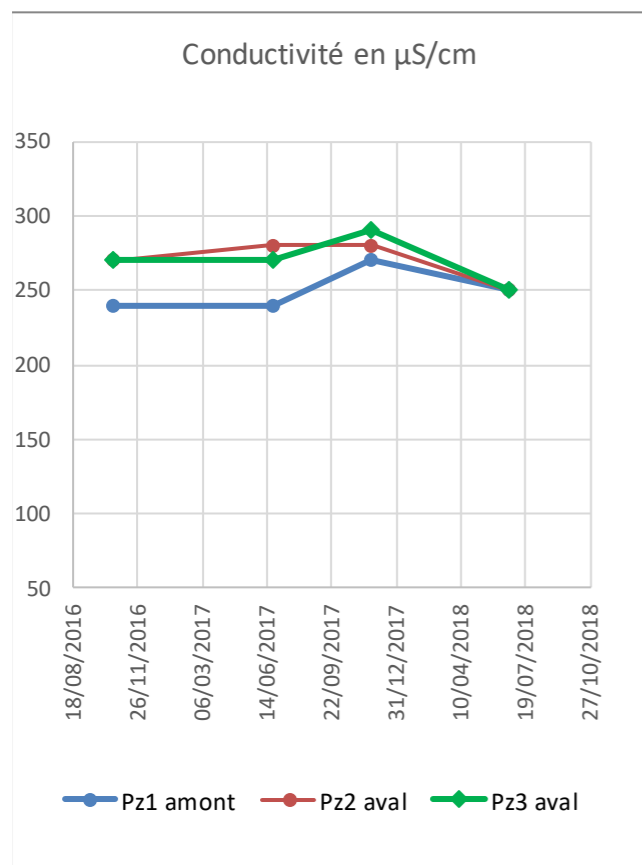


Figure 5 – Suivi qualité avril 2016 – octobre 2018 de quelques paramètres représentatifs.

**EUROVIA** Analyses qualité des eaux dans PZ1 à Bouzy-la-Forêt

**PZ1 :**

Paramètres Date	Conductivité en µS/cm	Température en °C	pH	Indice Permanganate mg/L	Ammonium (en N) mg/L	Nitrites (en N) mg/L	Nitrates (en N) mg/L	Calcium en mg/L	Magnésium en mg/L	Sodium en mg/L	Potassium en mg/L	Chlorures en mg/L	Sulfates en mg/L	Orthophosphates (en PO4) en mg/L	Orthophosphates (en P) en mg/L	MES en mg/L	DCO en mg/L	Al dissous en µg/L	Fe dissous en µg/L	Mn dissous en µg/L	Hc en µg/L
19/10/2016	240,0	12,7	6,6	4,7	0,3	0,48	6,6	18,8	4,1	14,8	2,5	24,0	18,0	<0.05	<0.02	18 000,0	180,0	17,0	44,0	479,0	<100
22/06/2017	240,0	11,9	6,3	4,7	<0.1	<0.02	8,8	21,5	4,7	13,6	2,2	23,0	31,0	<0.05	<0.02	1 500,0	<30	<5	<5	112,0	<100
23/11/2017	270,0	13,1	6,1	<0,5	<0,1	<0,02	8,4	22,4	5,4	12,8	1,9	23,0	36,0	0,08	0,03	14,0	<30	8,0	<5	108,0	<100
25/06/2018	250,0	12,4	6,1	2,6	<0,1	0,04	10,7	24,0	5,7	13,1	1,9	24,0	30,0	0,11	0,04	30,0	<30	<5	<5	27,0	<100

**EUROVIA** Analyses qualité des eaux dans PZ2 à Bouzy-la-Forêt

**PZ2 :**

Paramètres Date	Conductivité en µS/cm	Température en °C	pH	Indice Permanganate mg/L	Ammonium (en N) mg/L	Nitrites (en N) mg/L	Nitrates (en N) mg/L	Calcium en mg/L	Magnésium en mg/L	Sodium en mg/L	Potassium en mg/L	Chlorures en mg/L	Sulfates en mg/L	Orthophosphates (en PO4) en mg/L	Orthophosphates (en P) en mg/L	MES en mg/L	DCO en mg/L	Al dissous en µg/L	Fe dissous en µg/L	Mn dissous en µg/L	Hc en µg/L
19/10/2016	270,0	12,8	6,50	1,0	<0.1	<0.02	3,8	27,0	5,7	11,1	4,8	20,0	28,0	<0.05	<0.02	20 000,0	150,0	7,0	<5	54,0	<100
22/06/2017	280,0	12,1	6,40	1,0	<0.1	<0.02	7,9	29,5	5,9	10,0	5,4	23,0	26,0	0,1	<0.02	200,0	<30	<5	<5	<5	<100
23/11/2018	280,0	13,1	6,50	1,5	<0,1	<0,02	7,4	26,1	5,7	10,2	4,9	25,0	31,0	<0,05	<0,02	780,0	<30	6,0	6,0	<5	<100
25/06/2018	250,0	12,0	6,00	0,85	<0,1	<0,02	2,9	27,7	6,0	10,1	5,6	27,0	33,0	0,06	<0,02	21,0	<30	<5	<5	<5	<100

**EUROVIA** Analyses qualité des eaux dans PZ3 à Bouzy-la-Forêt

**PZ3 :**

Paramètres Date	Conductivité en µS/cm	Température en °C	pH	Indice Permanganate mg/L	Ammonium (en N) mg/L	Nitrites (en N) mg/L	Nitrates (en N) mg/L	Calcium en mg/L	Magnésium en mg/L	Sodium en mg/L	Potassium en mg/L	Chlorures en mg/L	Sulfates en mg/L	Orthophosphates (en PO4) en mg/L	Orthophosphates (en P) en mg/L	MES en mg/L	DCO en mg/L	Al dissous en µg/L	Fe dissous en µg/L	Mn dissous en µg/L	Hc en µg/L
19/10/2016	270,0	13,4	6,4	0,65	<0.1	<0.02	4,7	24,5	6,5	12,3	6,6	23,0	33,0	<0.05	<0.02	15 000,0	160,0	7,0	<5	16,0	<100
22/06/2017	270,0	12,5	6,1	0,65	<0.1	<0.02	10,3	23,9	6,0	11,5	5,7	19,0	31,0	0,07	0,02	14,0	<30	<5	<5	<5	<100
23/11/2017	290,0	13,2	6,1	<0,5	<0,1	<0,02	9,2	24,9	6,7	11,6	5,8	25,0	32,0	0,07	0,02	51,0	<30	<5	<5	<5	<100
25/06/2018	250,0	12,2	5,9	0,75	<0,1	<0,02	3,8	22,2	6,1	11,0	5,6	24,0	33,0	0,07	0,02	8,0	<30	<5	<5	<5	<100

Figure 6 – Suivi qualité avril 2016 – octobre 2018 de tous les paramètres analysés.