



Laboratoires WESSLING  
Z.I. de Chesnes Tharabie  
30 rue du Ruisseau - BP 50705  
38297 Saint-Quentin-Fallavier Cedex  
Tél. +33 (0) 4 74 99 96 20 - Fax +33 (0) 4 74 99 96 37  
labo@wessling.fr

N° rapport d'essai ULY09-04190-1 Commande n°.: ULY-03486-09 Date 04.06.2009

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	09-046335-04	09-046335-05	09-046335-06
Date de réception:	26.05.2009	26.05.2009	26.05.2009
Désignation	Saint AUBIN CARRIERE	Saint AUBIN La Brosse	Saint AUBIN La HAUTE GUERCHE
Type d'échantillons:	Eau	Eau	Eau
Prélèvement:	25.05.2009	25.05.2009	25.05.2009
Réceptif:	500mlpe+250mlpe+ 250mlpehnc3	500mlpe+250mlpe+ 250mlpehnc3	500mlpe+250mlpe+ 250mlpehnc3
Température de réception:	10	10	10
Début des analyses:	27.05.2009	27.05.2009	27.05.2009
Fin des analyses:	04.06.2009	04.06.2009	04.06.2009

Résultats d'analyse

N° d'échantillon	09-046335-04	09-046335-05	09-046335-06
Désignation d'échantillon	Saint AUBIN CARRIERE	Saint AUBIN La Brosse	Saint AUBIN La HAUTE GUERCHE
Paramètre	Unité	LQ	
ICP-OES Screening	mg/l	voir annexe 4	voir annexe 5 voir annexe 6

Cations, anions et éléments non métalliques

N° d'échantillon	09-046335-04	09-046335-05	09-046335-06
Désignation d'échantillon	Saint AUBIN CARRIERE	Saint AUBIN La Brosse	Saint AUBIN La HAUTE GUERCHE
Paramètre	Unité	LQ	
Carbonate (CO <sub>3</sub> )	mg/l E/L	3,4	<1 2,9
Chlorures (Cl)	mg/l E/L	1	47 44 17
Nitrates (NO <sub>3</sub> )	mg/l E/L	1	2,7 140 47
Sulfates (SO <sub>4</sub> )	mg/l E/L	1	56 25 89
Hydrogencarbonates (HCO <sub>3</sub> )	mg/l E/L		260 150 360

Laboratoires WESSLING  
Z.I. de Chesnes Tharabie  
30 rue du Ruisseau - BP 50705  
38297 Saint-Quentin-Fallavier Cedex  
Tél. +33 (0) 4 74 99 96 20 - Fax +33 (0) 4 74 99 96 37  
labo@wessling.fr

N° rapport d'essai ULY09-04190-1	Commande n°.: ULY-03486-09	Date 04.06.2009
Méthode	Norme	Laboratoire d'analyse
Métaux / Éléments sur matière solide (ICP)	EN ISO 11885 <sup>A</sup>	Umweltanalytik Oppin
Anions dissous (filtration à 0,2 µ)	EN ISO 10304 D19/D20 <sup>A</sup>	Umweltanalytik Altenberge
Carbonate (CO <sub>3</sub> ) sur eau / lixiviat	DIN 38405 D8 <sup>A</sup>	Umweltanalytik Altenberge
Hydrogencarbonates	DIN 38405 D6 <sup>A</sup>	Umweltanalytik Altenberge
E/L	Eau/lixiviat	

Olivier Sibourg  
(Directeur)



Laboratoires WESSLING  
Z.I. de Chesnes Tharabie  
30 rue du Ruisseau - BP 50705  
38297 Saint-Quentin-Fallavier Cedex  
Tél. +33 (0) 4 749996 20 - Fax +33 (0) 4 749996 37  
labo@wessling.fr

Rapport d'essai N° : ULY09-04190-1  
Projet : NATP090117

St Quentin, le 04.06.2009

**Screening ICP-OES**

Valeurs données avec une précision de +/- 30%

N°-labo Identification	09-046335-01 Chaudefonds puits locatif	09-046335-01 Chaudefonds puits locatif
Ag	mg/l	<0,1
Al	mg/l	<0,1
As	mg/l	<0,1
Au	mg/l	<0,1
B	mg/l	0,2
Ba	mg/l	<0,1
Be	mg/l	<0,03
Bi	mg/l	<0,1
Ca	mg/l	110
Cd	mg/l	<0,03
Ce	mg/l	<0,1
Co	mg/l	<0,1
Cr	mg/l	<0,1
Cu	mg/l	<0,1
Dy	mg/l	<0,1
Er	mg/l	<0,1
Eu	mg/l	<0,1
Fe	mg/l	0,1
Ga	mg/l	<0,1
Gd	mg/l	<0,1
Ge	mg/l	<0,1
Hf	mg/l	<0,1
Hg	mg/l	<0,1
Ho	mg/l	<0,1
In	mg/l	<0,1
Ir	mg/l	<0,1
K	mg/l	77
La	mg/l	<0,1
Li	mg/l	<0,1
Lu	mg/l	<0,1
Mg	mg/l	41
Mn	mg/l	<0,1
Mo	mg/l	<0,1
Na	mg/l	31
Nb	mg/l	<0,1
Nd	mg/l	<0,1
Ni	mg/l	<0,1
Os	mg/l	<0,1
P	mg/l	0,2
Pb	mg/l	<0,1
Pd	mg/l	<0,1
Pr	mg/l	<0,1
Pt	mg/l	<0,1
Rb	mg/l	<0,1
Re	mg/l	<0,1
Rh	mg/l	<0,1
Ru	mg/l	<0,1
S	mg/l	23
Sb	mg/l	<0,1
Sc	mg/l	<0,1
Se	mg/l	<0,1
Si	mg/l	2,0
Sm	mg/l	<0,1
Sn	mg/l	<0,1
Sr	mg/l	0,1
Ta	mg/l	<0,1
Tb	mg/l	<0,1
Te	mg/l	<0,1
Th	mg/l	<0,1
Ti	mg/l	<0,1
Tl	mg/l	<0,1
Tm	mg/l	<0,1
U	mg/l	<0,1
V	mg/l	<0,1
W	mg/l	<0,1
Y	mg/l	<0,1
Yb	mg/l	<0,1
Zn	mg/l	<0,1
Zr	mg/l	<0,1

Annexe 1 du rapport  
ULY09-04190-1

SARL au capital de 50 917,20 €  
RCS Nanterre 438 267 342 - APE 7120B  
Page 1 sur 1



Laboratoires WESSLING  
Z.I. de Chesnes Tharabie  
30 rue du Ruisseau - BP 50705  
38297 Saint-Quentin-Fallavier Cedex  
Tél. +33 (0) 4 749996 20 - Fax +33 (0) 4 749996 37  
labo@wessling.fr

Rapport d'essai N° : ULY09-04190-1  
Projet : NATP090117

St Quentin, le 04.06.2009

**Screening ICP-OES**

Valeurs données avec une précision de +/- 30%

N°-labo Identification	09-046335-02 Chaudefonds fontaine la madeleine	09-046335-02 Chaudefonds fontaine la madeleine
Ag	mg/l	<0,1
Al	mg/l	<0,1
As	mg/l	<0,1
Au	mg/l	<0,1
B	mg/l	<0,1
Ba	mg/l	<0,1
Be	mg/l	<0,03
Bi	mg/l	<0,1
Ca	mg/l	86
Cd	mg/l	<0,03
Ce	mg/l	<0,1
Co	mg/l	<0,1
Cr	mg/l	<0,1
Cu	mg/l	<0,1
Dy	mg/l	<0,1
Er	mg/l	<0,1
Eu	mg/l	<0,1
Fe	mg/l	0,1
Ga	mg/l	<0,1
Gd	mg/l	<0,1
Ge	mg/l	<0,1
Hf	mg/l	<0,1
Hg	mg/l	<0,1
Ho	mg/l	<0,1
In	mg/l	<0,1
Ir	mg/l	<0,1
K	mg/l	3
La	mg/l	<0,1
Li	mg/l	<0,1
Lu	mg/l	<0,1
Mg	mg/l	56
Mn	mg/l	<0,1
Mo	mg/l	<0,1
Na	mg/l	29
Nb	mg/l	<0,1
Nd	mg/l	<0,1
Ni	mg/l	<0,1
Os	mg/l	<0,1
P	mg/l	<0,1
Pb	mg/l	<0,1
Pd	mg/l	<0,1
Pr	mg/l	<0,1
Pt	mg/l	<0,1
Rb	mg/l	<0,1
Re	mg/l	<0,1
Rh	mg/l	<0,1
Ru	mg/l	<0,1
S	mg/l	15
Sb	mg/l	<0,1
Sc	mg/l	<0,1
Se	mg/l	<0,1
Si	mg/l	2
Sm	mg/l	<0,1
Sn	mg/l	<0,1
Sr	mg/l	0,2
Ta	mg/l	<0,1
Tb	mg/l	<0,1
Te	mg/l	<0,1
Th	mg/l	<0,1
Ti	mg/l	<0,1
Tl	mg/l	<0,1
Tm	mg/l	<0,1
U	mg/l	<0,1
V	mg/l	<0,1
W	mg/l	<0,1
Y	mg/l	<0,1
Yb	mg/l	<0,1
Zn	mg/l	<0,1
Zr	mg/l	<0,1

Annexe 2 du rapport  
ULY09-04190-1

SARL au capital de 50 917,20 €  
RCS Nanterre 438 267 342 - APE 7120B  
Page 1 sur 1



Laboratoires WESSLING  
Z.I. de Chesnes Tharable  
30 rue du Ruisseau - BP 50705  
38297 Saint-Quentin-Fallavier Cedex  
Tél. +33 (0) 4 74 99 96 20 - Fax +33 (0) 4 74 99 96 37  
labo@wessling.fr

Rapport d'essai N° : ULY09-04190-1  
Projet : NATP090117

St Quentin, le 04.06.2009

Screening ICP-OES

Valeurs données avec une précision de +/- 30%

N°-labo Identification	09-046335-03 Chaufedfonds puits BLOT	09-046335-03 Chaufedfonds puits BLOT	N°-labo Identification	09-046335-03 Chaufedfonds puits BLOT	
Ag	mg/l	<0,1	Nd	mg/l	<0,1
Al	mg/l	<0,1	Ni	mg/l	<0,1
As	mg/l	<0,1	Os	mg/l	<0,1
Au	mg/l	<0,1	P	mg/l	1
B	mg/l	<0,1	Pb	mg/l	<0,1
Ba	mg/l	<0,1	Pd	mg/l	<0,1
Be	mg/l	<0,03	Pr	mg/l	<0,1
Bi	mg/l	<0,1	Pt	mg/l	<0,1
Ca	mg/l	67	Rb	mg/l	<0,1
Cd	mg/l	<0,03	Re	mg/l	<0,1
Ce	mg/l	<0,1	Rh	mg/l	<0,1
Co	mg/l	<0,1	Ru	mg/l	<0,1
Cr	mg/l	<0,1	S	mg/l	15
Cu	mg/l	<0,1	Sb	mg/l	<0,1
Dy	mg/l	<0,1	Sc	mg/l	<0,1
Er	mg/l	<0,1	Se	mg/l	<0,1
Eu	mg/l	<0,1	Si	mg/l	3
Fe	mg/l	0,1	Sm	mg/l	<0,1
Ga	mg/l	<0,1	Sn	mg/l	<0,1
Gd	mg/l	<0,1	Sr	mg/l	0,08
Ge	mg/l	<0,1	Ta	mg/l	<0,1
Hf	mg/l	<0,1	Tb	mg/l	<0,1
Hg	mg/l	<0,1	Te	mg/l	<0,1
Ho	mg/l	<0,1	Th	mg/l	<0,1
In	mg/l	<0,1	Ti	mg/l	<0,1
Ir	mg/l	<0,1	Tl	mg/l	<0,1
K	mg/l	50	Tm	mg/l	<0,1
La	mg/l	<0,1	U	mg/l	<0,1
Li	mg/l	<0,1	V	mg/l	<0,1
Lu	mg/l	<0,1	W	mg/l	<0,1
Mg	mg/l	13	Y	mg/l	<0,1
Mn	mg/l	<0,1	Yb	mg/l	<0,1
Mo	mg/l	<0,1	Zn	mg/l	<0,1
Na	mg/l	29	Zr	mg/l	<0,1
Nb	mg/l	<0,1			

Annexe 3 du rapport  
ULY09-04190-1

TARIF : voir page 60 de l'ET 104  
RÉSULTATS : voir page 42 de l'ET 104  
Page 1 sur 1



Laboratoires WESSLING  
Z.I. de Chesnes Tharable  
30 rue du Ruisseau - BP 50705  
38297 Saint-Quentin-Fallavier Cedex  
Tél. +33 (0) 4 74 99 96 20 - Fax +33 (0) 4 74 99 96 37  
labo@wessling.fr

Rapport d'essai N° : ULY09-04190-1  
Projet : NATP090117

St Quentin, le 04.06.2009

Screening ICP-OES

Valeurs données avec une précision de +/- 30%

N°-labo Identification	09-046335-04 Saint AUBIN CARRIERE	09-046335-04 Saint AUBIN CARRIERE	N°-labo Identification	09-046335-04 Saint AUBIN CARRIERE	
Ag	mg/l	<0,1	Nd	mg/l	<0,1
Al	mg/l	<0,1	Ni	mg/l	<0,1
As	mg/l	<0,1	Os	mg/l	<0,1
Au	mg/l	<0,1	P	mg/l	<0,1
B	mg/l	<0,1	Pb	mg/l	<0,1
Ba	mg/l	<0,1	Pd	mg/l	<0,1
Be	mg/l	<0,03	Pr	mg/l	<0,1
Bi	mg/l	<0,1	Pt	mg/l	<0,1
Ca	mg/l	66	Rb	mg/l	<0,1
Cd	mg/l	<0,03	Re	mg/l	<0,1
Ce	mg/l	<0,1	Rh	mg/l	<0,1
Co	mg/l	<0,1	Ru	mg/l	<0,1
Cr	mg/l	<0,1	S	mg/l	18
Cu	mg/l	<0,1	Sb	mg/l	<0,1
Dy	mg/l	<0,1	Sc	mg/l	<0,1
Er	mg/l	<0,1	Se	mg/l	<0,1
Eu	mg/l	<0,1	Si	mg/l	1
Fe	mg/l	0	Sm	mg/l	<0,1
Ga	mg/l	<0,1	Sn	mg/l	<0,1
Gd	mg/l	<0,1	Sr	mg/l	0
Ge	mg/l	<0,1	Ta	mg/l	<0,1
Hf	mg/l	<0,1	Tb	mg/l	<0,1
Hg	mg/l	<0,1	Te	mg/l	<0,1
Ho	mg/l	<0,1	Th	mg/l	<0,1
In	mg/l	<0,1	Ti	mg/l	<0,1
Ir	mg/l	<0,1	Tl	mg/l	<0,1
K	mg/l	2	Tm	mg/l	<0,1
La	mg/l	<0,1	U	mg/l	<0,1
Li	mg/l	<0,1	V	mg/l	<0,1
Lu	mg/l	<0,1	W	mg/l	<0,1
Mg	mg/l	36	Y	mg/l	<0,1
Mn	mg/l	<0,1	Yb	mg/l	<0,1
Mo	mg/l	<0,1	Zn	mg/l	<0,1
Na	mg/l	26	Zr	mg/l	<0,1
Nb	mg/l	<0,1			

Annexe 4 du rapport  
ULY09-04190-1

TARIF : voir page 60 de l'ET 104  
RÉSULTATS : voir page 42 de l'ET 104  
Page 1 sur 1

Screening ICP-OES

Valeurs données avec une précision de +/- 30%

N°-labo	09-046335-05	09-046335-05	N°-labo	09-046335-05	
Identification	Saint AUBIN	Saint AUBIN	Identification	Saint AUBIN	
	CARRIERE LA BROUSSE	CARRIERE LA BROUSSE		CARRIERE LA BROUSSE	
Ag	mg/l	<0,1	Nd	mg/l	<0,1
Al	mg/l	<0,1	Ni	mg/l	<0,1
As	mg/l	<0,1	Os	mg/l	<0,1
Au	mg/l	<0,1	P	mg/l	<0,1
B	mg/l	<0,1	Pb	mg/l	<0,1
Ba	mg/l	<0,1	Pd	mg/l	<0,1
Be	mg/l	<0,03	Pr	mg/l	<0,1
Bi	mg/l	<0,1	Pt	mg/l	<0,1
Ca	mg/l	100	Rb	mg/l	<0,1
Cd	mg/l	<0,03	Re	mg/l	<0,1
Ce	mg/l	<0,1	Rh	mg/l	<0,1
Co	mg/l	<0,1	Ru	mg/l	<0,1
Cr	mg/l	<0,1	S	mg/l	7
Cu	mg/l	<0,1	Sb	mg/l	<0,1
Dy	mg/l	<0,1	Sc	mg/l	<0,1
Er	mg/l	<0,1	Se	mg/l	<0,1
Eu	mg/l	<0,1	Si	mg/l	2
Fe	mg/l	0	Sm	mg/l	<0,1
Ga	mg/l	<0,1	Sn	mg/l	<0,1
Gd	mg/l	<0,1	Sr	mg/l	0
Ge	mg/l	<0,1	Ta	mg/l	<0,1
Hf	mg/l	<0,1	Tb	mg/l	<0,1
Hg	mg/l	<0,1	Te	mg/l	<0,1
Ho	mg/l	<0,1	Th	mg/l	<0,1
In	mg/l	<0,1	Ti	mg/l	<0,1
Ir	mg/l	<0,1	Tl	mg/l	<0,1
K	mg/l	2	Tm	mg/l	<0,1
La	mg/l	<0,1	U	mg/l	<0,1
Li	mg/l	<0,1	V	mg/l	<0,1
Lu	mg/l	<0,1	W	mg/l	<0,1
Mg	mg/l	13	Y	mg/l	<0,1
Mn	mg/l	<0,1	Yb	mg/l	<0,1
Mo	mg/l	<0,1	Zn	mg/l	<0,1
Na	mg/l	20	Zr	mg/l	<0,1
Nb	mg/l	<0,1			

Annexe 5 du rapport  
ULY09-04190-1

Screening ICP-OES

Valeurs données avec une précision de +/- 30%

N°-labo	09-046335-06	09-046335-06	N°-labo	09-046335-06	
Identification	Saint AUBIN	Saint AUBIN	Identification	Saint AUBIN	
	La HAUTE GUERCHE	La HAUTE GUERCHE		La HAUTE GUERCHE	
Ag	mg/l	<0,1	Nd	mg/l	<0,1
Al	mg/l	<0,1	Ni	mg/l	<0,1
As	mg/l	<0,1	Os	mg/l	<0,1
Au	mg/l	<0,1	P	mg/l	0,9
B	mg/l	<0,1	Pb	mg/l	<0,1
Ba	mg/l	<0,1	Pd	mg/l	<0,1
Be	mg/l	<0,03	Pr	mg/l	<0,1
Bi	mg/l	<0,1	Pt	mg/l	<0,1
Ca	mg/l	84	Rb	mg/l	<0,1
Cd	mg/l	<0,03	Re	mg/l	<0,1
Ce	mg/l	<0,1	Rh	mg/l	<0,1
Co	mg/l	<0,1	Ru	mg/l	<0,1
Cr	mg/l	<0,1	S	mg/l	29
Cu	mg/l	<0,1	Sb	mg/l	<0,1
Dy	mg/l	<0,1	Sc	mg/l	<0,1
Er	mg/l	<0,1	Se	mg/l	<0,1
Eu	mg/l	<0,1	Si	mg/l	3
Fe	mg/l	0,1	Sm	mg/l	<0,1
Ga	mg/l	<0,1	Sn	mg/l	<0,1
Gd	mg/l	<0,1	Sr	mg/l	0,1
Ge	mg/l	<0,1	Ta	mg/l	<0,1
Hf	mg/l	<0,1	Tb	mg/l	<0,1
Hg	mg/l	<0,1	Te	mg/l	<0,1
Ho	mg/l	<0,1	Th	mg/l	<0,1
In	mg/l	<0,1	Ti	mg/l	<0,1
Ir	mg/l	<0,1	Tl	mg/l	<0,1
K	mg/l	93	Tm	mg/l	<0,1
La	mg/l	<0,1	U	mg/l	<0,1
Li	mg/l	<0,1	V	mg/l	<0,1
Lu	mg/l	<0,1	W	mg/l	<0,1
Mg	mg/l	14	Y	mg/l	<0,1
Mn	mg/l	<0,1	Yb	mg/l	<0,1
Mo	mg/l	<0,1	Zn	mg/l	<0,1
Na	mg/l	20	Zr	mg/l	<0,1
Nb	mg/l	<0,1			

Annexe 6 du rapport  
ULY09-04190-1



## Fiche signalétique

### Rapport

Titre : Carrière de l'Orchère à Saint-Aubin-de-Luigné (49)  
Etude hydrogéologique  
Numéro et indice de version : A55017/C  
Date d'envoi : 16 novembre 2009 Nombre d'annexes dans le texte : 2  
Nombre de pages : 37 Nombre d'annexes en volume séparé : 0  
Diffusion (nombre et destinataires) : 3 ex. client (dont 1 reproductible)  
2 ex. (unité)

### Client

Coordonnées complètes : Groupe MEAC SAS  
B. P. 13  
44110 ERBRAY  
Téléphone : 02.28.50.40.11  
Télécopie : 02.40.55.01.73  
Nom et fonction des interlocuteurs : M. Denis VILLEDIEU, Directeur de Production

### ANTEA


Unité réalisatrice : Agence Ouest - Sud-Ouest implantation de Nantes  
Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :  
*François-Xavier MOINET, interlocuteur commercial et responsable du projet*  
*Jean-Michel JOUBERT, auteur*  
*Chantal MANTEAU, secrétariat*

### Qualité :

Contrôlé par : F.X. MOINET  
Date : 6 juillet 2009 - Version A  
10 juillet 2009 - Version B  
12 novembre 2009 - version C

N° du projet : NATP090117  
Références et date de la commande : Commande n° 4500739356 du 31/03/2009.

**Mots-clés : carrière, étude de site, eau souterraine, source, piézométrie, impact.**

 <p><b>anteagroup</b> DIRECTION GRAND OUEST Pôle Eau</p>	<p>Client : MEAC</p> <p>N° de l'affaire : PDLP180067</p> <p>Intitulé de l'affaire : Etude hydrogéologique de la carrière de l'Orchère à Chaudefonds-sur-Layon (49)</p>
	<p>Destinataire : M. BURGAIN (MEAC)</p> <p>Copies à :</p> <p>Objet : Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière - Suivi à fin janvier 2019</p>

NOTE du 20/03/2019

**SOMMAIRE**

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	3
<b>2. EVOLUTION DU NIVEAU D'EAU DANS LE PLAN D'EAU DE LA CARRIERE DE L'ORCHERE</b> .....	6
<b>3. EVOLUTION DU NIVEAU D'EAU ET DEBITS ENREGISTRES AVANT JANVIER 2019</b> .....	9
<b>4. EVOLUTION DU NIVEAU D'EAU ET DEBITS ENREGISTRES A FIN JANVIER 2019</b> .....	9
4.1. Pz1 .....	9
4.2. Pz2, PzA ET PzB .....	11
4.3. Pz3 .....	11
4.4. Pz F, PUIS Mairie ET PUIS 41b .....	11
4.5. PzD ET E ET NIVEAU DE LA SOURCE .....	12
4.6. PzC ET DEBIT DE LA SOURCE .....	14
<b>5. CARTES PIEZOMETRIQUES DU SECTEUR</b> .....	19
<b>6. EVOLUTION DE LA QUALITE DES EAUX DE LA SOURCE</b> .....	21
<b>7. INTERFERENCES SOURCE-CARRIERE OBSERVEES PAR LE PASSE</b> .....	22
<b>8. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS</b> .....	23
8.1. CONCLUSION .....	23
8.2. RECOMMANDATIONS .....	24

**LISTE DES FIGURES**

FIGURE 1 : LOCALISATION DES POINTS D'EAU SOUTERRAINES SUIVIS - FOND CARTOGRAPHIQUE IGN .....	5
FIGURE 2 : EVOLUTION DU NIVEAU D'EAU AU PIEZOMETRE DE REFERENCE DE CHEMILLE .....	10
FIGURE 3 : OSCILLATIONS OBSERVEES EN PzC, D ET E EN 2017 .....	13
FIGURE 4 : ANALYSE DU SUIVI DES NIVEAUX D'EAU EN Pz1, PzC ET PzB EVOQUEE AUX POINTS 1 ET 3 DE LA PRESENTE NOTE .....	15
FIGURE 5 : ANALYSE COMPARATIVE DE L'EVOLUTION DES NIVEAUX EN Pz1 ET C LORS DES VIDANGES NATURELLES DE 2015, 2016 ET 2018 ..	16
FIGURE 6 : COMPARAISON DE L'EVOLUTION DU DEBIT DE LA SOURCE ET DES NIVEAUX EN PzC .....	18

**LISTE DES TABLEAUX**

TABLEAU 1 : COORDONNEES ET COTE DES PIEZOMETRES .....	4
TABLEAU 2 : EVOLUTION DU NIVEAU DANS LE PLAN D'EAU DE L'ORCHERE .....	8
TABLEAU 3 : RESULTATS DES CAMPAGNES PIEZOMETRIQUES DE MARS ET SEPTEMBRE 2016 ET DE MARS ET SEPTEMBRE 2017 .....	20

**LISTE DES ANNEXES**

ANNEXE 1 : GRAPHIQUES DE SUIVI
ANNEXE 2 : COUPES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES DES PIEZOMETRES
ANNEXE 3 : PRINCIPALES OBSERVATIONS ET CONCLUSIONS PORTEES DANS LES NOTES PRECEDENTES
ANNEXE 4 : CARTE PIEZOMETRIQUE DE SEPTEMBRE 2017
ANNEXE 5 : DOCUMENTS D'ARCHIVE MEAC

## 1. Introduction

Cette note présente les résultats de la surveillance à fin janvier 2019. Elle fait suite :

- au rapport ANTEA A80280/C (suivi sur la période Août 2014-mars 2015),
- à la note de bilan des suivis des eaux de mars à juin 2015,
- aux notes mensuelles de suivi des eaux de juillet à novembre 2015,
- au rapport d'interprétation des résultats à fin novembre 2015 (rapport ANTEA A81578/A),
- aux notes trimestrielles de suivi des eaux de mars à septembre 2016,
- aux notes de suivi des eaux de octobre 2016 à Septembre 2017,
- A la note de suivi des eaux de mai 2018.

Ces documents sont associés aux rapports de fin de travaux et de présentation du dispositif de surveillance (rapport ANTEA A77632/C et rapport ANTEA A86199/A pour les trois nouveaux piézomètres réalisés en 2016).

Les premiers piézomètres mis en place en 2014 (Pz1, Pz2, Pz3, PzA, PzB et PzC) sont suivis grâce à des enregistreurs de niveau d'eau depuis le mois d'Août 2014. La réalisation de ces piézomètres s'est accompagnée de la mise en place d'un dispositif de suivi du débit de la source de Chaufefonds. Les mesures de débits ont d'abord été réalisées à l'aval du lavoir grâce à un dispositif de suivi automatique (seuil de jaugeage avec capteur de niveau). Par la suite, afin d'améliorer la qualité de ces mesures (notamment lors des périodes de faible écoulement de la source), des mesures manuelles régulières en l'entrée du lavoir ont été réalisées par le personnel de la mairie de Chaufefonds.

On notera que le PzC est un piézomètre qui a recoupé quelques mètres de calcaire avant de rencontrer les schistes. Le niveau d'eau dans cet ouvrage s'établit dans les schistes mais sa grande proximité avec les calcaires et son comportement traduisent bien un comportement caractéristique des fluctuations de la nappe calcaire.

On notera également que certains piézomètres peuvent être influencés par les rejets des pompages de vidange du plan d'eau de la carrière, via des pertes reconnues dans le ruisseau des Buhards (PzA, B et Pz3).

Les 3 piézomètres (PzD, PzE et PzF) réalisés en 2016 sont équipés depuis le 6 juillet 2016. **L'analyse des échantillons de terrains en cours de foration a montré que ces piézomètres sont bien implantés dans les lentilles calcaires ciblées.** Toutefois nous verrons par la suite que le PzF renvoie un comportement anormalique qui n'est pas en relation avec la nappe calcaire étudiée.

Enfin, en cours de suivi, certains puits de particuliers, présents dans le secteur du bourg de Chaufefonds, ont pu être temporairement équipés (puits mairie, puits 41b).

Les suivis automatiques ont été complétés par des campagnes de mesures de niveau sur les nombreux puits du secteur. Ces campagnes ont conduit à la production de plusieurs cartes piézométriques de hautes et basses eaux en 2014, 2015, 2016, 2017 et 2018. La majorité de ces ouvrages captent l'aquifère de socle qui est peu à pas influencé par les fluctuations de niveau de la nappe calcaire. Leur suivi renseigne toutefois sur l'intensité des phénomènes d'étiage des années étudiées dans le secteur de l'Orchère.

Les graphiques présentant l'évolution de l'ensemble des niveaux et débits décrits dans la présente note sont disponibles en **annexe 1** de la présente note.

Les coupes géologiques et techniques des piézomètres sont présentés en **annexe 2** de la présente note.

La tableau ci-dessous présente les coordonnées et les cotes altimétriques des repères de mesure de ces ouvrages. La localisation des piézomètres est présentée en figure 1, en page suivante.

Ouvrage	Coordonnées Lambert 93		Altitude Z haut tubage (mNGF) – Nivellement par géomètre
	X (m)	Y (m)	
Pz1	422 149	6 696 906	+63,0
Pz2	421 574	6 697 178	+31,6
Pz3	421 535	6 697 410	+26,9
PzA	421 413	6 697 359	+25,6
PzB	421 410	6 697 382	+26,3
PzC	420 753	6 697 535	+56,5
PzD	420 202	6 698 245	+ 32,04
PzE	420 518	6 697 903	+ 57,79
PzF	421 013	6 697 458	+49,5

Tableau 1 : Coordonnées et cote des piézomètres

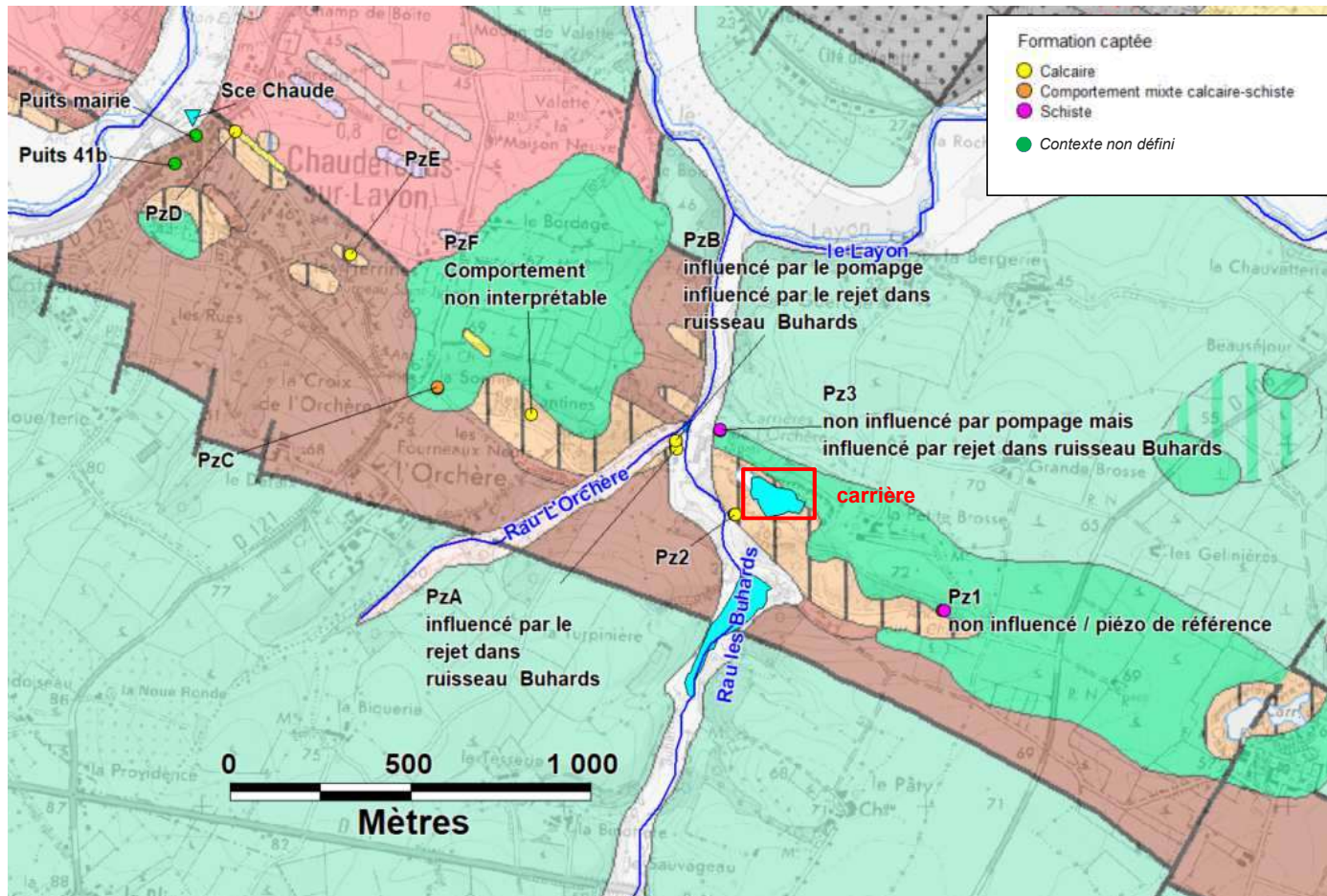


Figure 1 : Localisation des points d'eau souterraine suivis - Fond cartographique IGN



## 2. Evolution du niveau d'eau dans le plan d'eau de la carrière de l'Orchère

L'évolution du niveau dans le plan d'eau de la carrière est principalement conditionnée par les différentes phases de pompage. Le pompage mis en œuvre n'est pas un pompage continu. Il s'agit d'un pompage intermittent dont les phases d'arrêt marche sont conditionnées par la cote objectif de plan d'eau fixée pour une période donnée pour les besoins de l'étude. On notera que plusieurs actes de vandalisme ont conduit à s'écarter de ces cotes objectifs.

Les principales phases de pompage ont été les suivantes :

- Le 20/01/2015 : démarrage du pompage de vidange ;
- Le 10/07/2015 : arrêt volontaire du pompage suite à la forte baisse du débit de la source. Le volume total exhauré était alors estimé à 330 000 m<sup>3</sup> ;
- Reprise du pompage de maintien du niveau le 21/01/2016 à 60 m<sup>3</sup>/h ;
- Pompage de maintien à un régime variable permettant la stabilisation du niveau du plan d'eau de la carrière à +17/17.5 mNGF à partir de mai 2016 ;
- Reprise du pompage de vidange à un débit de 85 m<sup>3</sup>/h à partir de 22/11/2016 ;
- Arrêt technique de la pompe à mi-décembre 2016 avant reprise à mi janvier 2017 à un débit de 50 m<sup>3</sup>/h.
- A partir du 23/03/2017, augmentation du débit à 60 m<sup>3</sup>/h pour éviter la remontée du plan d'eau en contexte de recharge pluviométrique (puis ajustement du débit si nécessaire pour maintenir un niveau à environ +11 mNGF en fonction de l'intensité des pluies).
- **Le 19/04/2017, arrêt volontaire de la pompe pour permettre la remontée du niveau du plan d'eau à +14 mNGF** suite à l'observation d'un rabattement de plus de 10 cm dans le puits de la source de Chaudfond (atteinte de la cote +14,88 mNGF). La remontée du niveau du plan d'eau a ainsi eu lieu durant les mois d'avril, mai et juin 2017.
- Le 28/06/2017, le plan d'eau atteint sensiblement la cote de + 14 mNGF. A partir du 11/07/2017 et jusqu'à fin 2017, le niveau du plan d'eau est maintenu (par pompage à débit variable) entre +13.4 et +14.9 mNGF ;
- En 2018, le niveau du plan d'eau est sensiblement stabilisé entre 14.9 et 16 mNGF.

Le tableau 1, page suivante, présente l'évolution du niveau du plan d'eau.

Dans le cadre du suivi renforcé mis en place à partir de juillet 2015, ces données ont d'abord été acquises manuellement, puis le plan d'eau a été équipé d'une sonde d'enregistrement du niveau en continu à partir d'octobre 2015. Le câble de ce capteur a été coupé (vandalisme) et les données enregistrées n'ont plus été accessibles à partir du 26/11/2015. L'abaissement du niveau du plan d'eau lié à la reprise du pompage a permis de récupérer le capteur en décembre 2016. L'ensemble des données acquises depuis le 26/11/2015 a ainsi pu être récupéré et est présenté dans cette note.

Le niveau initial du plan d'eau (avant démarrage du pompage de vidange de janvier 2015) se situait à environ + 23,3 mNGF (le 04/11/2014).

Le niveau avant arrêt du pompage de vidange, le 10/07/2015, était de l'ordre de +10.9 mNGF.

Avant redémarrage du pompage de maintien du niveau, le 21/01/2016, le niveau était remonté à +19.4 mNGF, après 190 jours d'arrêt du pompage. La vitesse moyenne de remontée du niveau d'eau était de l'ordre de 4.5 cm/jour entre le 15/07/2015 et le 21/01/2016.

La reprise du pompage de maintien de niveau conduit à un abaissement progressif du niveau entre janvier et mai 2016. **Le niveau stabilisé dans le plan d'eau à la cote d'objectif de +17 mNGF est atteint à fin mai 2016.**

Suite à la reprise du pompage de vidange le 22/11/2016, **le niveau du plan d'eau a atteint +10.95 mNGF le 10/03/2017. Après cette date, la recharge naturelle du plan d'eau et la variation de débit évoquée plus haut ont conduit à une stabilisation du niveau entre +10.95 et +11.05 mNGF.** Le niveau atteint est sensiblement celui de juillet 2015 (+10.9 mNGF) lorsque le premier pompage de vidange avait été stoppé.

Suite à l'arrêt du pompage, le 19/04/2017, le niveau du plan d'eau est passé progressivement de +11,1 à une valeur stabilisée autour de la cote objectif de +14 mNGF (à partir du 28/06/2017).

Les données de la sonde d'enregistrement en continu du niveau du plan d'eau ne sont pas disponibles sur la période du 28/06 au 28/07/2017. En effet, le câble de ce capteur a de nouveau été vandalisé et le capteur n'est plus accessible pour la relève des mesures enregistrées. L'évolution du niveau du plan d'eau présentée dans cette note fait donc l'hypothèse d'une poursuite de la remontée du niveau du plan d'eau à vitesse constante (application de la vitesse de remontée constatée entre le 28/05 et le 28/06) jusqu'au redémarrage du pompage le 11/07/2017. **Le niveau du plan d'eau estimé le 11/07/2017 avant redémarrage du pompage est alors de l'ordre de +14.4 mNGF.** Après cette date, on suppose une baisse linéaire du niveau du plan d'eau entre le 11/07 et le 28/07/2017. De la même façon, d'après l'évolution du Pz2, le niveau du plan d'eau a atteint un niveau haut autour du 03/08/2017 avant de diminuer de nouveau jusqu'à la fin du mois d'août 2017. Ce niveau a du être proche de +15 mNGF. On notera qu'il s'agit d'hypothèses simplificatrices visant à reconstituer la tendance générale de variation du niveau du plan d'eau entre le 28/06 et le 25/08/2017. En effet, les fluctuations en Pz2 traduisent des variations de niveaux du plan d'eau légèrement différentes de celles reconstituées. Ces variations sont liées à des cycles d'arrêt marche du pompage de maintien en juillet et août (régulation du niveau autour de + 14 mNGF).

Entre le 25/08/2017 et le 28/09/2017, on affectera la valeur mesurée le 08/09/2017 à +14.1 mNGF, pour marquer le redémarrage de la pompe. Une variation linéaire du plan d'eau est supposée entre ces 3 dates.

Le même raisonnement a été porté pour afficher les niveaux du plan d'eau jusqu'en janvier 2019.

Le 28/09/2017, le niveau du plan d'eau a été mesuré manuellement à +13.40 mNGF.

Entre septembre 2017 et mai 2018, le niveau du plan d'eau est sensiblement maintenu entre +13.5 et +14.5 mNGF avec un pic à +14.9 mNGF fin février 2018 suite à la recharge rapide du plan d'eau.

**Entre mai 2018 et septembre 2018, le niveau du plan d'eau évolue peu. Il est de l'ordre de +14.9 mNGF.**

**Entre septembre et décembre 2018, le niveau du plan d'eau remonte légèrement et atteint à son maximum la cote de 16.6 mNGF au début du mois d'octobre 2018 (problème de fonctionnement de la pompe de vidange). Le niveau d'eau est ensuite stabilisé à environ +15.5 mNGF jusqu'à fin décembre 2018.**

Date	Plan d'eau cote mNGF	Date	Plan d'eau cote mNGF	Date	Plan d'eau cote mNGF
15/07/2015	+10.90	26/11/2015	+16.52	26/03/2017	+11.06
20/07/2015	+11.32	02/12/2015	+16.83	05/04/2017	+10.41
24/07/2015	+11.56	08/12/2015	+17.09	12/04/2017	+10.67
27/07/2015	+11.75	21/12/2015	+17.62	19/04/2017	+11.10
05/08/2015	+12.21	06/01/2016	+18.44	27/04/2017	+11.70
11/08/2015	+12.49	21/01/2016	+19.39	26/05/2017	+13.01
18/08/2015	+12.78	28/01/2016	+19.14	28/06/2017	+13.98
25/08/2015	+13	16/02/2016	+18.63	28/07/2017	+13.75
03/09/2015	+13.45	Fin mai 2016	+16.9	25/08/2017	+13.49
09/09/2015	+13.61	08/06/2016	+16.9	08/09/2017	+14.1
15/09/2015	+13.85	06/07/2016	+17	28/09/2017	+13.40
22/09/2015	+14.24	27/07/2016	+17.46	08/01/2018	+14.20
30/09/2015	+14.5	29/08/2016	+17.46	26/02/2018	+14.90
08/10/2015	+14.81	28/09/2016	+17.46	14/05/2018	+14.24
15/10/2015	+15.06	10/11/2016	+17.46	25/06/2018	+14.9
28/10/2015	+15.52	19/12/2016	+13.8	29/08/2018	+14.9
05/11/2015	+15.82	27/01/2017	+13.3	01/10/2018	+16.61
12/11/2015	+16.04	27/02/2017	+11.2	08/11/2018	+15.5
18/11/2015	+16.18	10/03/2017	+10.95	10/01/2019	+15.5

Chiffres en orange: période de vidange maximale du plan d'eau

Tableau 2 : Evolution du niveau dans le plan d'eau de l'Orchère

### 3. Evolution du niveau d'eau et débits enregistrés avant janvier 2019

Les principales observations portées dans les notes précédentes sont synthétisées dans l'annexe 3 de la présente note.

### 4. Evolution du niveau d'eau et débits enregistrés à fin janvier 2019

L'évolution du niveau d'eau dans les piézomètres et du débit de la source est présentée en annexe 1.

#### 4.1. Pz1

Pour rappel, ce piézomètre n'est pas influencé par la vidange du plan d'eau car il est implanté dans les schistes peu perméables. Il donne donc une bonne indication sur l'état naturel des nappes d'eau au moment des observations (période de début de recharge naturelle des nappes et période de démarrage de la vidange naturelle des nappes dans le secteur étudié, période des points bas des étiages, intensité relatif des recharges et étiages pour les différents cycles hydrogéologiques).

Entre juin 2018 et janvier 2019, on observe la vidange naturelle de la nappe entre +41.7 mNGF à 37.4 mNGF. La recharge intervient à partir du 11/11/2018 et conduit à des niveaux de hautes eaux de l'ordre de +40.9 mNGF à mi décembre 2018.

La vidange naturelle de la nappe pour cette année 2018 est légèrement plus marquée que pour les années 2015 et 2016 (+37.4 en 2018 contre +38.75 mNGF en 2015). Elle reste bien moins sévère que celle observée pour l'année 2017 (année très déficitaire du point de vue de la pluviométrie qui avait vu des niveaux d'étiage stabilisés autour de + 35 mNGF).

Cette analyse est confirmée par l'étude de l'évolution du niveau au piézomètre de référence de Chemillé (cf figure 2, page suivante).

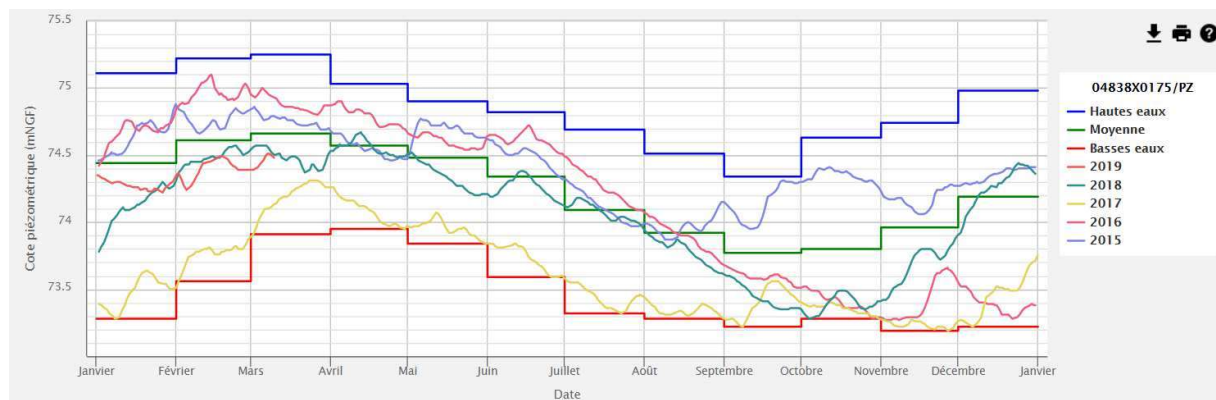


Figure 2 : Evolution du niveau d'eau au piézomètre de référence de Chemillé

#### 4.2. Pz2, PzA et PzB

Le comportement de ces piézomètres entre juin 2018 et janvier 2019 confirme l'analyse réalisée dans les notes précédentes, à savoir que :

- **les niveaux de la nappe des calcaires à proximité de la carrière sont imposés par le plan d'eau durant les périodes de vidange naturelle de la nappe et d'étiage** (on observe bien ce phénomène après la recharge de mars 2017, lors de l'arrêt du pompage d'avril 2017, lorsque le niveau du plan d'eau remonte et que les niveaux de Pz2/A/B suivent sensiblement cette remontée alors que la vidange naturelle de la nappe est en cours).
- **Par contre, en période de recharge naturelle, les niveaux de la nappe calcaire divergent temporairement du niveau du plan d'eau car le pompage dans ce dernier n'est pas suffisant pour imposer son influence durant ces périodes. Ensuite, en l'absence de recharge naturelle, les niveaux de la nappe des calcaires à proximité de la carrière tendent de nouveau vers le niveau du plan d'eau.**

#### 4.3. Pz3

Le comportement de ce piézomètre n'amène pas de remarque particulière entre juin 2018 et janvier 2019.

Pour rappel, ce piézomètre n'est pas influencé par le pompage de vidange du plan d'eau car il est implanté dans les schistes peu perméables.

Toutefois, le Pz3 est influencé par les rejets du pompage de maintien du niveau du plan d'eau dans le ruisseau de Buhards (cycles d'arrêt marche de la pompe).

#### 4.4. Pz F, Puits mairie et Puits 41b

Le piézomètre PzF est très réactif aux pluies hivernales et n'est pas influencé par les pompages sur le plan d'eau.

Il concerne un aquifère perché dans les calcaires, indépendant de celui qui est en relation avec le plan d'eau de la carrière de l'Orchère. Ses fluctuations en font un bon indicateur de l'état hydrologique des aquifères, tout comme le Pz1.

Les puits Mairie et 41b traduisent l'évolution des niveaux d'eau aux abords de la source de la Madeleine dans le bourg de Chaudefonds. On ne peut que constater le comportement différent de ces points par rapport aux piézomètres mis en place dans le cadre de l'étude. Cela met en évidence que nous sommes en présence de différents types d'aquifères apparemment assez indépendants les uns des autres. On constate aussi que le puits de la mairie est assez sensible à la recharge par les précipitations.

#### 4.5. PzD et E et niveau de la source

Les notes de suivi précédentes (**voir annexe 3**) avaient permis de mettre en évidence la présence d'un lien direct entre, d'une part, les niveaux de la nappe calcaire à proximité de la carrière et en PzC et, d'autre part, les niveaux de la nappe calcaire en PzD et E :

- **PzD** : la période de stabilisation des niveaux du plan d'eau à +14 mNGF met en évidence, sur ce piézomètre, des oscillations semblables à celles observées sur le PzC. Ces oscillations sont amorties en amplitude (amplitude de l'ordre de 4 cm) et présentent un léger déphasage par rapport à PzC.
- **PzE** : De la même façon que pour PzD, on note qu'une légère oscillation cyclique de très faible amplitude (de l'ordre de 2 à 5 cm) est présente sur ce capteur.

Les graphiques ayant permis cette analyse sont rappelés sur la figure 3, en page suivante.

On notera que le PzE reste bien plus haut altimétriquement que les PzC et D, ce qui traduirait un maintien du dôme piézométrique entre la carrière et la source.

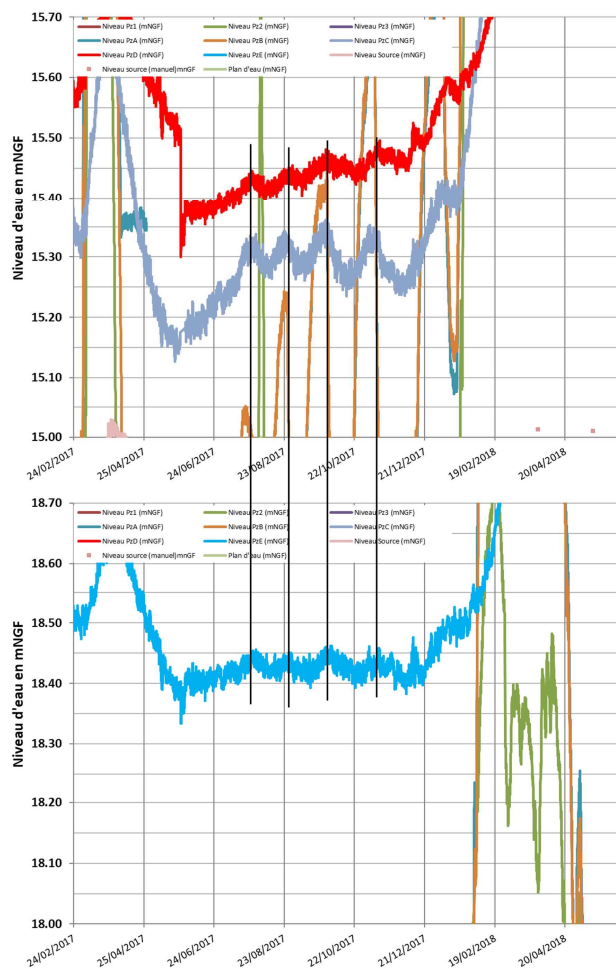


Figure 3 : Oscillations observées en PzC, D et E en 2017

13/24

#### 4.6. PzC et débit de la source

Pour rappel, le PzC est un piézomètre qui a recoupé quelques mètres de calcaire avant de rencontrer les schistes. Le niveau d'eau dans cet ouvrage s'établit dans les schistes mais sa grande proximité avec les calcaires et son comportement traduisent bien un comportement caractéristique des fluctuations de la nappe calcaire.

Les notes de suivi précédentes avaient permis de mettre en évidence :

- Des cycles comparables en PzC à ceux observés en Pz3 et PzA/B mais avec une amplitude altimétrique moindre (de l'ordre de 8 à 10 cm pour des fluctuations de l'ordre de 1 m en PzB). Ils sont donc induits par les cycles d'arrêt marche du pompage de maintien du niveau du plan d'eau à +14 mNGF. La présence de ces oscillations confirme le lien direct entre les niveaux de la nappe calcaire à proximité de la carrière et les niveaux en PzC.
- Etant donné que, en l'absence de période de recharge, les variations de la nappe en PzB sont très influencées par le niveau imposé dans le plan d'eau, il semblerait que les abaissements rapides de niveau observés en PzC qui suivent les phases de pompage sur le plan d'eau (janvier-juillet 2015, décembre 2016-mars 2017) soient liées à l'influence du pompage dans la carrière sur le niveau de la nappe calcaire (cette observation confirme l'analyse portée dans la note de janvier 2017 selon laquelle les ruptures de pentes observées en PzC sont liées aux variations du niveau du plan d'eau).\*
- L'effet de la vidange naturelle de la nappe sur PzC pourrait être de l'ordre de quelques dizaines de centimètres. Cette contribution naturelle à l'abaissement du niveau en PzC mérite d'être confirmée compte tenu des niveaux d'étiage très sévères atteints en fin d'année 2017.

Les observations menées sur la seconde moitié de l'année 2018 permettent de préciser l'effet des fluctuations naturelles de la nappe sur le comportement du PzC :

#### 1/ Etablissement du lien entre les variations naturelles de niveau en Pz1 (nappe de socle) et celle de PzC (nappe calcaire) :

Premièrement,

il a été mis en évidence lors des notes précédentes (voir annexe 3) que l'évolution du niveau en PzC est bien corrélée avec celle observée en PzB (nappe calcaire à proximité de la carrière). Ainsi pour des niveaux en PzB identiques et des conditions de recharge naturelle de la nappe identiques (connues à partir de l'évolution du niveau en Pz1 qui est un piézomètre amont situé dans un contexte peu perméable qui n'est pas atteint par l'incidence de la vidange du plan d'eau), les niveaux observés en PzC devraient également être identiques.

Cette hypothèse se vérifie pour le mois de mai 2015 et 2016 et pour le mois de décembre 2015 et 2016 (cf figure page suivante, cadres noirs) :

- o en mai 2015 et 2016, les niveaux en Pz1 et en Pz B se superposent respectivement sur plusieurs jours (de l'ordre de +40.5 mNGF en Pz1 et évolution de +19 à +18.4 mNGF en PzB). Les niveaux en PzC se superposent alors sur cette même période (évolution de +16.9 à +16.6 mNGF) ;
- o au début du mois de décembre 2015 et 2016 : idem (respectivement de l'ordre de +38.1 mNGF en Pz1 et +17.4 mNGF en PzB le 08/12). Les niveaux en PzC se confondent à une valeur de l'ordre de +15.9 mNGF ;

Dans ces conditions, il semblerait que les fluctuations des niveaux d'eau dans la nappe des calcaires (en PzC) soit bien corrélée aux fluctuations naturelles enregistrées dans la nappe de socle en Pz1 en l'absence d'interférence en provenance de la carrière. Les divergences de comportement observées en PzC par rapport aux fluctuations imposées par les cycles de recharges et vidanges naturels de la nappe seraient alors à rapprocher à l'incidence du rabattement du plan d'eau dans la carrière.

14/24

\* Les éléments de la note de janvier 2017, comme ceux des autres notes précédentes, sont repris dans le résumé de toutes les notes fournies en annexe 3 du présent rapport.

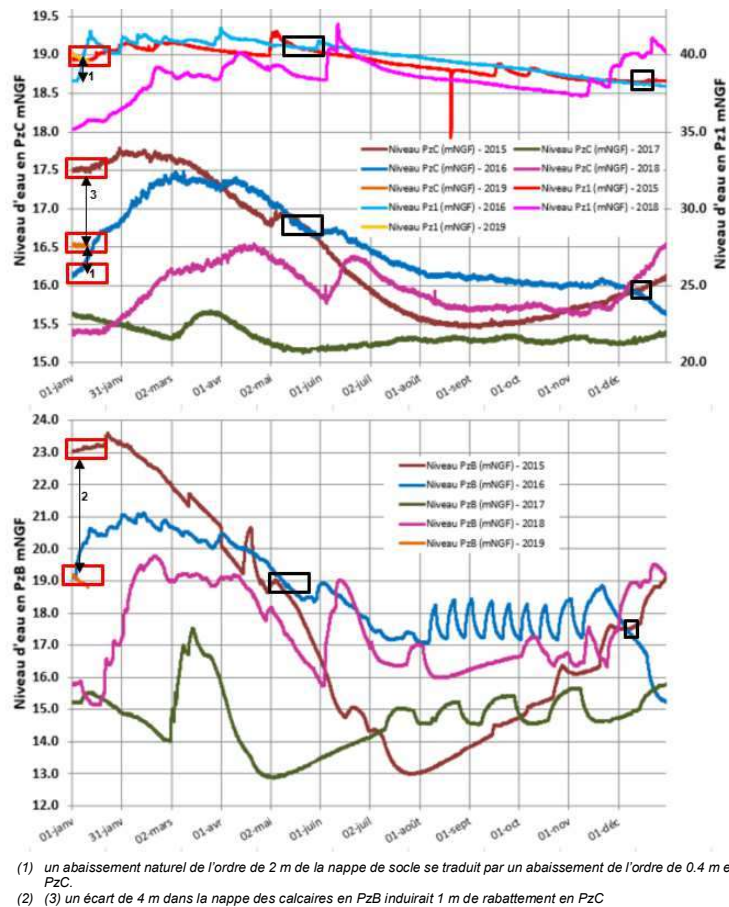


Figure 4 : Analyse du suivi des niveaux d'eau en Pz1, PzC et PzB évoquée aux points 1 et 3 de la présente note

la base de ce constat,

Considérant le point précédent (les fluctuations des niveaux en PzC devraient suivre sensiblement le même comportement que les fluctuations naturelles de la nappe observées en Pz1), les niveaux d'étiage observés sur le PzC aurait dû se classer de la manière suivante, en fonction de l'intensité de l'étiage :

- Niveau d'étiage le plus haut : en 2016 ;
- Niveau d'étiage intermédiaire : en 2015 ;
- Niveau d'étiage intermédiaire : en 2018.

Cependant le classement observé est différent. En effet, lors de la vidange naturelle de la nappe entre juin et novembre 2018, les niveaux d'eau observés en PzC viennent s'intercaler (voir figure ci-dessous) entre les niveaux de vidange observés sur les périodes de vidange naturelle de la nappe en 2015 et 2016 alors que les conditions naturelles de la nappe sont plus défavorables en 2018 qu'en 2015 (année 2018 déficitaire du point de vue pluviométrique par rapport à 2015 et 2016). En considérant que les prélèvements dans la nappe des calcaires autres que ceux nécessaires à la vidange du plan d'eau sont sensiblement équivalents sur ces 3 années<sup>1</sup>, **il en ressort que les niveaux relativement bas enregistrés en PzC lors de l'étiage 2015 seraient induits par l'abaissement du niveau d'eau du plan d'eau de la carrière effectué lors de la toute première vidange du plan d'eau à +11 mNGF entre janvier et juillet 2015.**

*Parallèlement on notera que durant tout l'étiage 2018, la source a poursuivi son écoulement (écoulement de l'ordre de 1.2 m<sup>3</sup>/h) contrairement à l'année 2015 où la source s'était asséchée malgré des conditions naturelles de nappe plus favorables en 2015. On en déduit que, en l'absence de vidange du plan d'eau en 2015 à +11 mNGF, le débit de la source se serait très probablement maintenu à une valeur supérieure à celle observée lors de l'étiage 2018, soit un débit supérieur à 1.2 m<sup>3</sup>/h.*

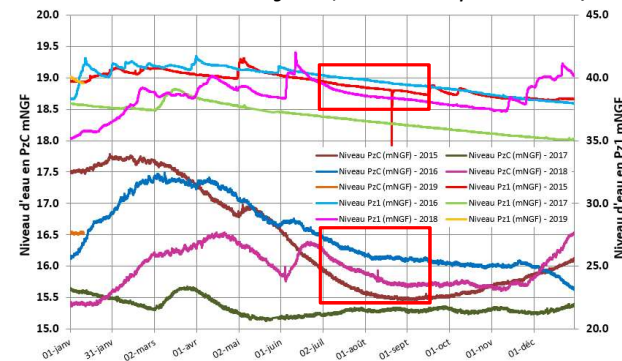


Figure 5 : Analyse comparative de l'évolution des niveaux en Pz1 et C lors des vidanges naturelles de 2015, 2016 et 2018

ette hypothèse est réaliste car l'année 2015 est moins défavorable en termes de pluviométrie que l'année 2018. Il est légitime de considérer que les prélèvements (et notamment les prélèvements agricoles) ont été équivalents voire plus importants en 2015 qu'en 2018.

2/ Estimation de l'amplitude des fluctuations naturelles de la nappe calcaire attendue en PzC en l'absence de sollicitation du plan d'eau de la carrière

Les niveaux enregistrés en début d'année 2019 sont intéressants car ils présentent la configuration suivante (cf figure 4, cadres rouges) :

- même condition de recharge naturelle de la nappe en 2015 et 2019 avec un écart notable enregistré dans la nappe des calcaires (écart de l'ordre de 4 m en PzB entre ces 2 années) ;
- condition de recharge naturelle de la nappe différente en 2016 et 2019 (respectivement +18.6 mNGF en 2016 et +19 mNGF en 2019).

Admettant les conclusions du point 1/ précédent, on s'aperçoit qu'un écart de 4 m dans la nappe des calcaires en PzB induirait 1 m de rabattement en PzC. Parallèlement un abaissement naturel de l'ordre de 2 m de la nappe de socle se traduit par un abaissement de l'ordre de 0.4 m en PzC.

3/ Corrélation entre débit de la source et niveau en PzC - Enseignement du suivi des débits sur 3 années hydrogéologiques (2015, 2016 et 2018) :

L'observation de l'évolution des débits de la source sur 3 années hydrogéologiques (hors année 2017 exceptionnellement sèche) montre une bonne corrélation des débits de la source avec les niveaux observés en PzC (cf figure 6). La charge enregistrée sur ce piézomètre PzC semble notablement conditionner le débit observé à l'exhaure de la source.

Le débit de la source évoluerait sensiblement linéairement entre 1 et 8 m<sup>3</sup>/h pour des niveaux en PzC compris respectivement entre +15.6 et +17.5 mNGF (nous n'avons pas d'observation de débit pour des niveaux de nappe supérieurs à +17.5 mNGF en PzC). L'écoulement de la source s'arrête pour un niveau en PzC proche de +15.5 à +15.3 mNGF.

Un rabattement de 1 m induit en PzC par la vidange du plan d'eau se traduirait alors par une baisse de débit de la source de l'ordre de 3 à 4 m<sup>3</sup>/h.

Selon l'ensemble de ces observations, étant donné le battement naturel de la nappe de socle enregistré en Pz1 de l'ordre de +41.5 à + 37.4 mNGF durant les 3 années hydrogéologiques moyennes 2015, 2016 et 2018, l'amplitude des fluctuations en PzC auraient dûes être de l'ordre de 0.8 m soit des niveaux attendus en étiage de l'ordre de +16.9 mNGF. Le débit théorique attendu à la source n'aurait donc pas du descendre en dessous de 5 à 7 m<sup>3</sup>/h pour ces années moyennes d'un point de vue hydrogéologique.

Pour comparaison les niveaux observés en PzC, lors de la phase de vidange du plan d'eau à +11 mNGF réalisée en 2015, a pu atteindre +15.5 mNGF. Cette différence de 1.4 m en PzC serait donc induit par la vidange du plan d'eau et correspondrait à une réduction du débit de la source de l'ordre de 4 à 5 m<sup>3</sup>/h ce qui pourrait expliquer l'arrêt de l'écoulement observé en 2015.

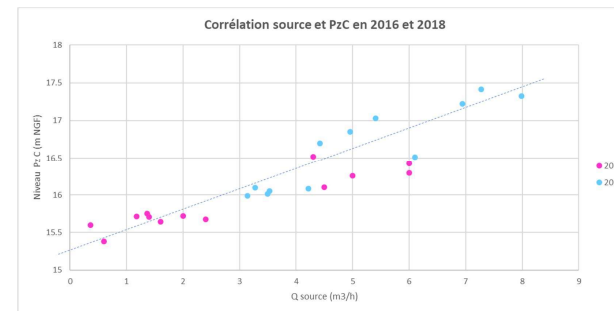
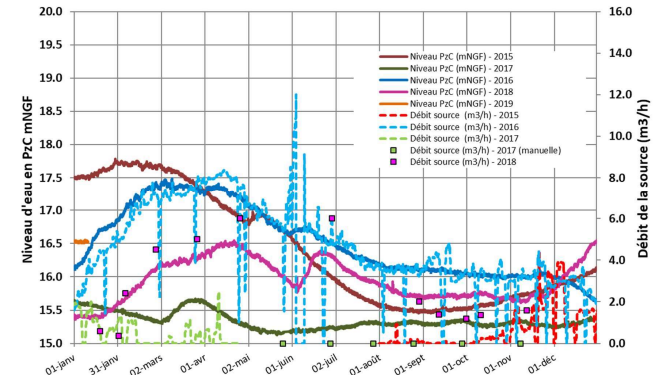


Figure 6 : Comparaison de l'évolution du débit de la source et des niveaux en PzC





## 6. Evolution de la qualité des eaux de la source

D'une manière générale, on notera que la température enregistrée au niveau de la source présente des fluctuations rapides (artefact) de l'ordre de 0.2 à 0.4 °C. Celles-ci sont très probablement liées à l'influence, sur la mesure, de la température extérieure entre le jour et la nuit (en raison également de la faible tranche d'eau dans laquelle est positionnée le capteur de mesure de température).

On notera également qu'aucune mesure de conductivité et température n'est disponible entre avril et septembre 2017 (absence d'écoulement et capteur dénoyé).

Les valeurs de température observées sont principalement influencées par la température de l'air extérieure (compte tenu de la faible tranche d'eau au dessus du capteur) et par le débit de la source (les faibles écoulements renforcent l'influence de la température extérieure).

Concernant la minéralisation, on constate que les variations de conductivité enregistrées par le capteur présentent un caractère cyclique de fréquence importante et plus ou moins régulier au cours du temps. Nous ne disposons pas d'information sur l'origine de ce phénomène. Des mesures manuelles régulières ont été réalisées pour compléter et vérifier les mesures automatiques. La conductivité reste sensiblement de l'ordre de 700 à 840 µS/cm. Ces mesures sont du même ordre de grandeur que les mesures de conductivité réalisées en laboratoire (843 à 804 µS/cm entre le 30/9 et le 07/10/15).

**Dans ces conditions, ces mesures n'apportent pas d'information sur les proportions des différents types d'eau (profonde et superficielle) alimentant la source.**

21/24

## 7. Interférences source-carrière observées par le passé

Parallèlement au suivi des niveaux d'eau réalisé sur le site depuis 2014, une recherche dans les archives de la MEAC a permis de mettre en évidence que la carrière a été vidangée en 1996 puis exploitée entre 1997 et fin 2001 (date de son arrêt effectif) avec un carreau maintenu à sec à une cote de l'ordre de +7 à 8 mNGF. Ces éléments sont présentés en **annexe 5** de la présente note.

Cette cote de +7 à +8 mNGF est située environ 2.5 à 3.5 m en dessous de la cote atteinte en fin de pompage en juillet 2015.

Parallèlement, la mémoire collective fait état d'un arrêt de l'écoulement à la source de Chaudfonds-sur-Layon uniquement durant l'année 1996.

**Dans ces conditions, il semblerait que la carrière ait pu être exploitée pendant plusieurs années, entre 1997 et fin 2001 avec un carreau à sec à + 7/8 mNGF, sans induire d'arrêt d'écoulement de la source.**

**Ce constat pourrait nous conduire à douter de la linéarité des effets du pompage de vidange du plan (mis en évidence dans la présente note) sur le débit de la source.** En effet, si les constats historiques sont avérés, un vecteur d'alimentation de la source, indépendant de l'aquifère calcaire impacté par la vidange du plan d'eau, pourrait expliquer que la source poursuive son écoulement malgré l'incidence du pompage de vidange du plan d'eau sur la nappe calcaire étudiée (et notamment malgré l'abaissement en Pzc en dessous de +15.3/15.5 mNGF). Ce vecteur d'alimentation indépendant, pourrait ne pas avoir été fonctionnel lors des étiages des cycles hydrogéologiques 2015-2016 et 2016-2017 qui ont été particulièrement sévères (comme le montre la figure 2 de la présente note). **Dans tous les cas de figure, le débit engendré par ce vecteur d'alimentation indépendant est probablement faible. Il n'en demeure pas moins qu'il pourrait toutefois être suffisant pour maintenir un écoulement de la source lors d'étiages moyens.**

Enfin, un changement des conditions d'exploitation de la ressource en eau à l'échelle du secteur (augmentation des prélèvements agricoles par exemple, ayant pu conduire à un affaissement du niveau général des nappes dans le secteur depuis 2001) pourrait aussi expliquer l'écoulement de la source entre 1997 et 2001 malgré un rabattement du plan d'eau de la carrière à des cotes bien inférieures à celles mises en œuvre dans le cadre de la présente étude.

22/24

## 8. Conclusion et recommandations

### 8.1. Conclusion

Le schéma conceptuel de fonctionnement du couple carrière / source proposé serait le suivant :

- La vidange du plan d'eau induit un rabattement de la nappe des calcaires à la périphérie proche de cette dernière. Cette incidence est bien observé au PzB ;
- L'incidence résultante en PzB se transmet à l'intérieur de la nappe des calcaires jusqu'en PzC. En période d'étiage, cette incidence vient s'ajouter à la baisse naturelle du niveau de la nappe calcaire en ce point. Pour des années hydrogéologiques moyennes telles que 2015, 2016 et 2018, ce rabattement additionnel entrainerait le niveau en PzC en dessous de la cote +15.3/15.5 mNGF qui constituerait la limite en dessous de laquelle la source s'arrêterait de couler ;
- Localement en amont immédiat de la source (PzD), le rabattement résultant de la baisse de niveau en PzC induit par l'abaissement du niveau dans la carrière n'est plus que de quelques dizaines de centimètres. Il est encore plus faible à la source. Il serait toutefois suffisant pour induire l'arrêt de l'écoulement de la source car la source fonctionne par débordement par un orifice aménagé dans la base du puits de la Madeleine.

Ainsi, pour des années moyennes d'un point de vue hydrogéologique telles que celles observées en 2015, 2016 et 2018, un rabattement du plan d'eau à une cote de +11 mNGF serait en mesure d'induire un rabattement suffisant dans la nappe des calcaires dans le secteur de PzC pour conduire à l'assèchement de la source lors de l'étiage. En effet, le manque de débit induit par ce rabattement additionnel (1.4 m de rabattement additionnel en PzC se traduisant par une baisse du débit de la source de 4 à 5 m<sup>3</sup>/h) est du même ordre de grandeur que le débit qui devrait s'écouler naturellement en l'absence de vidange du plan d'eau (estimé de 5 à 7 m<sup>3</sup>/h pour ces années moyennes d'un point de vue hydrogéologique).

En période de hautes eaux, si la recharge naturelle de la nappe permet une remontée du niveau en PzC à une cote altimétrique supérieure à + 15.3/15.5 mNGF, un écoulement à la source pourrait alors reprendre. Cet écoulement serait alors temporaire jusqu'à ce que la vidange naturelle du réservoir calcaire conduise de nouveau à une remise à l'équilibre avec le niveau imposé par la vidange du plan d'eau (en PzB et PzC).

Il est important de noter que ces observations sont conduites pour des rabattements du plan d'eau à +10.5 / 11 mNGF. D'après le schéma conceptuel de fonctionnement du couple carrière / source proposé ci-dessus, la mise à jour de l'ancien carreau de la carrière, situé vers + 7 mNGF, (et dans le futur à une cote encore inférieure permettant la poursuite de l'exploitation en dessous du carreau actuel de la carrière) devrait conduire à une incidence supérieure à celle déjà observée sur la nappe des calcaires en PzC, et donc en amont de la source et donc sur le débit de la source dans sa configuration de débordement actuelle. **Cependant, les constats historiques (voir chapitre 7) peuvent conduire à douter de la linéarité des effets du pompage de vidange du plan sur le débit de la source. En effet, un autre vecteur d'alimentation de la source, indépendant de l'aquifère calcaire impacté par la vidange du plan d'eau, pourrait justifier que la source ait pu poursuivre son écoulement malgré l'incidence de la vidange du plan d'eau sur la nappe calcaire étudiée. Le débit engendré par ce vecteur d'alimentation indépendant pourrait être suffisant pour maintenir un faible écoulement de la source lors d'étiages moyens.**

#### Enfin, il est important :

- Que le dimensionnement du dispositif de suivi permet à ce jour une bonne surveillance des incidences du pompage de vidange du plan d'eau de la carrière sur l'aquifère calcaire et sur la source de Chauffefonds.
- de rappeler la réversibilité du phénomène de tarissement dans l'hypothèse d'un impact avéré de la vidange du plan d'eau sur l'écoulement de la source. En effet, l'incidence d'un pompage s'arrête de fait à l'arrêt de ce pompage et un retour à l'équilibre se produit dans un temps plus ou moins long en fonction des caractéristiques du système aquifère et de la distance au point de pompage.

### 8.2. Recommandations

La mise en place d'un système permettant l'abaissement du seuil de la source en période d'étiage, pourrait être une solution envisageable pour permettre la vidange du niveau du plan d'eau de la carrière tout en maintenant un débit suffisant à la source. En effet, durant les périodes d'assèchement de la source de la Madeleine, il a été observé à plusieurs reprises que d'autres sources, situées plus bas topographiquement, présentaient toujours un écoulement.

L'amplitude du rabattement induit à la source (par la vidange du plan d'eau en condition d'exploitation de la carrière soit à une cote inférieure à +7 mNGF) devra toutefois être évalué pour savoir si :

- L'amplitude de l'abaissement du seuil actuel de la source est compatible avec l'altitude des aménagements avals alimentés par la source (lavoir) ;
- L'impact de l'abaissement du seuil actuel de la source est acceptable pour les autres sources (et leurs usages) situées à l'aval.

Afin de confirmer les observations de la présente note et notamment l'étalement de la courbe de corrélation entre niveau en PzC et débit de la source ainsi que les rabattements induits enregistrés à la source, il est recommandé de poursuivre le suivi actuel de la carrière pour cette année 2019.

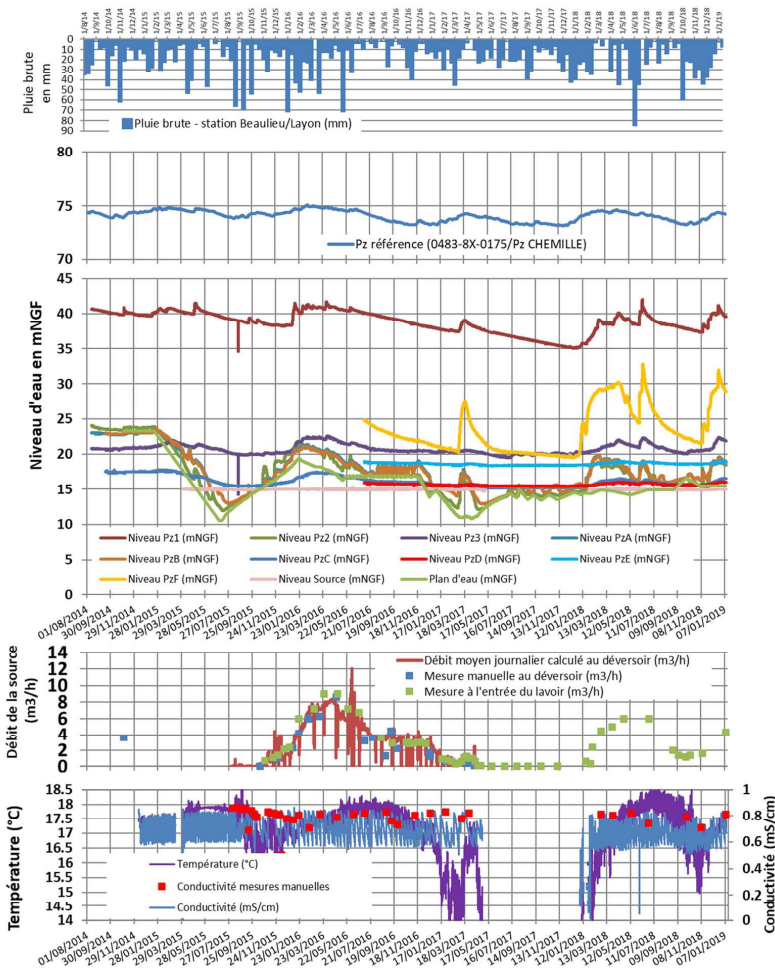
**ANNEXES**

**Annexe 1 : Graphiques de suivi**

Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière de l'Orchère à Chaudefonds-sur-Layon (49)



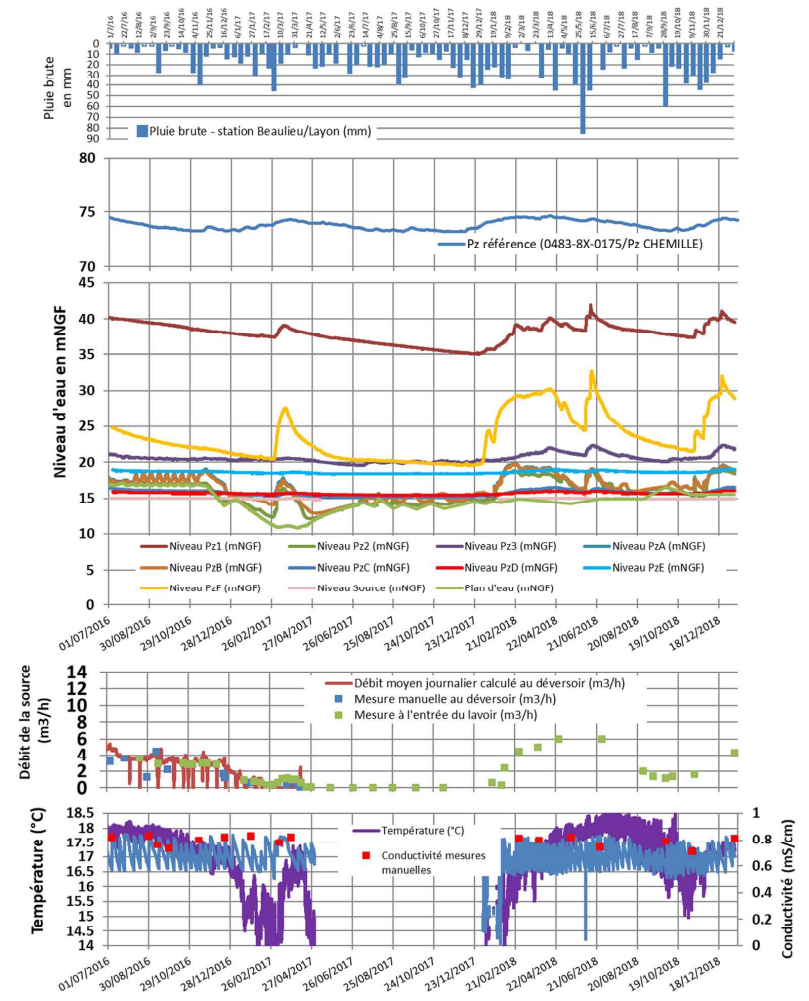
SUIVI A DECEMBRE 2018  
PDL180067



Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière de l'Orchère à Chaudefonds-sur-Layon (49)



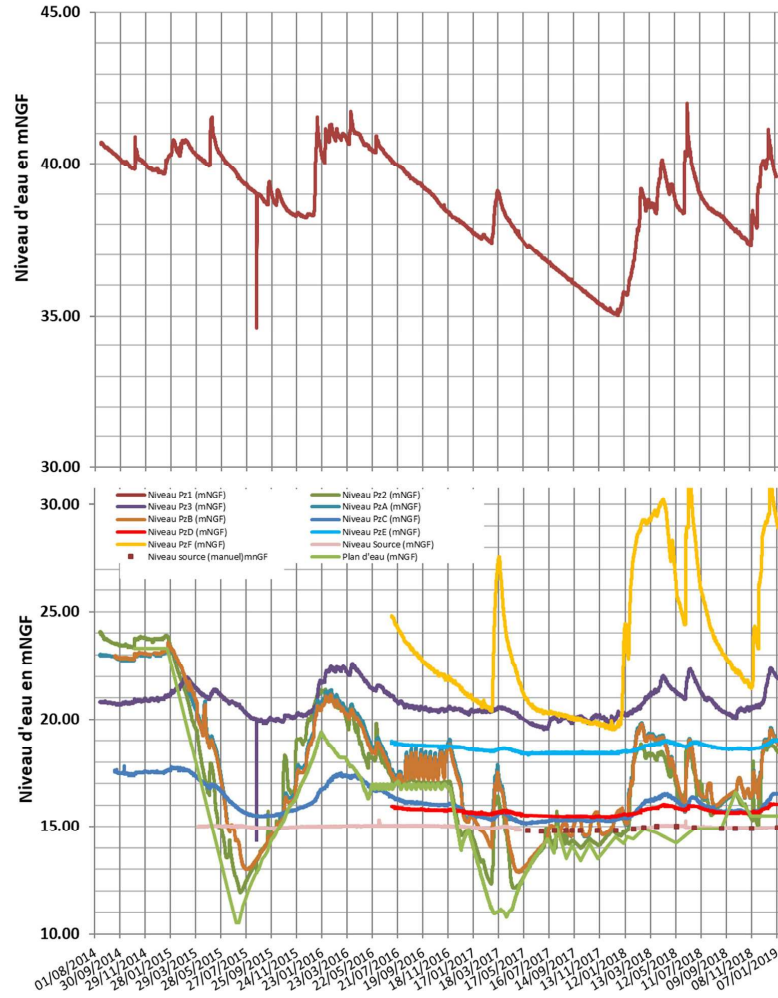
SUIVI A DECEMBRE 2018  
PDL180067



Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière de l'Orchère à Chauffefonds-sur- Layon (49)



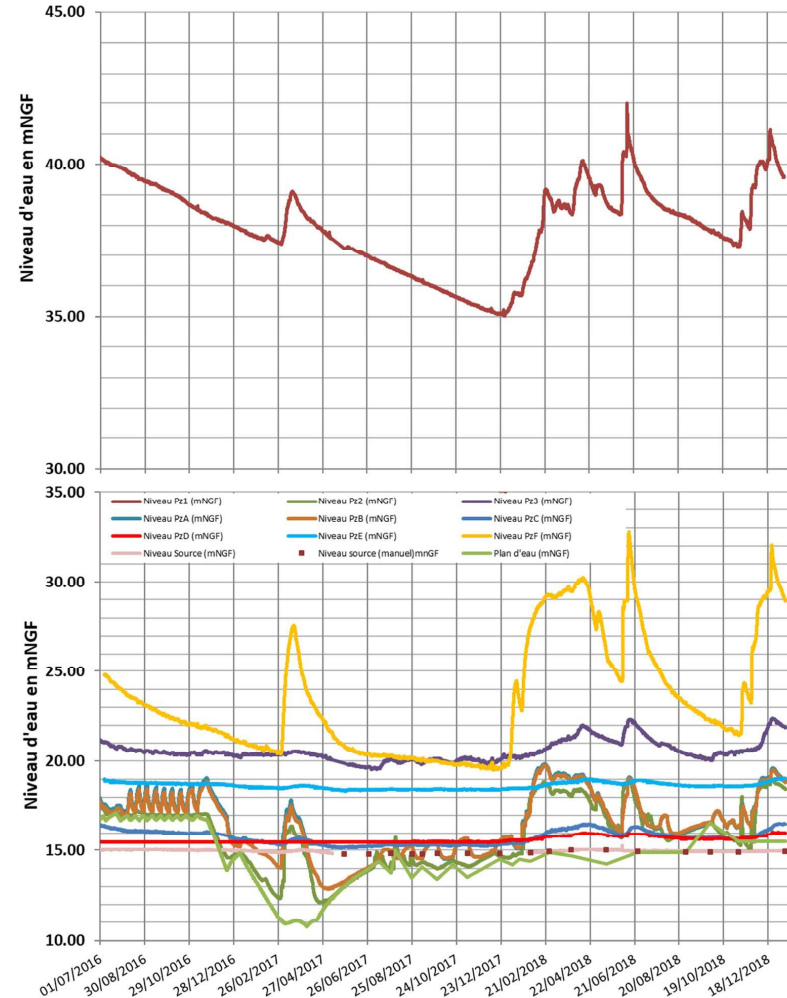
SUIVI A DECEMBRE 2018  
PDL180067



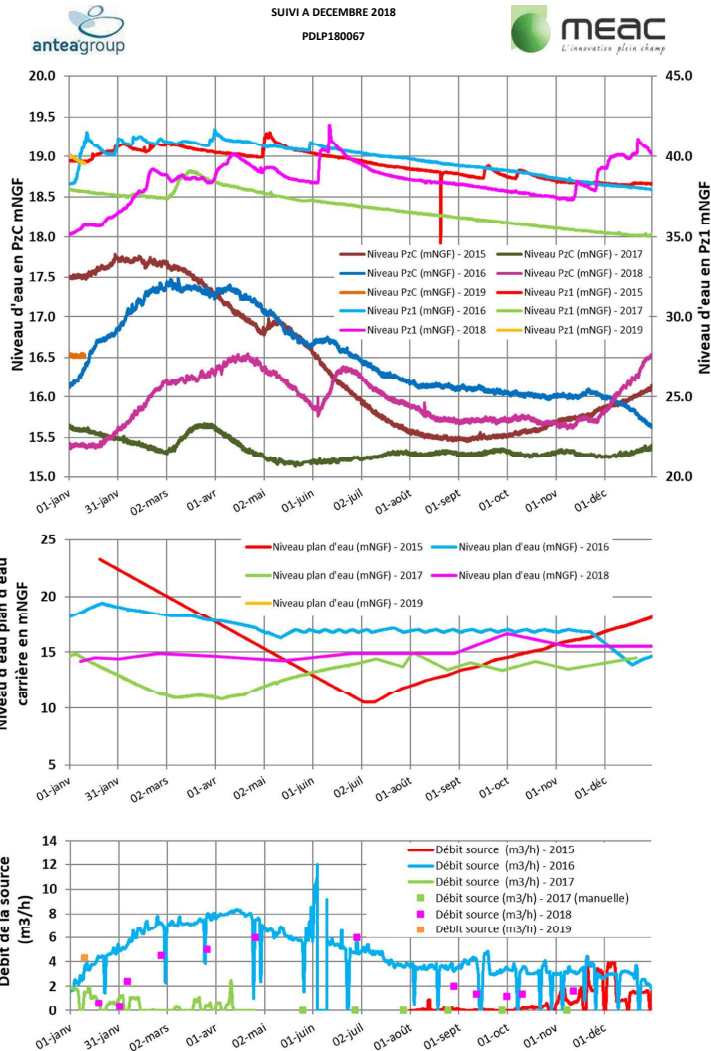
Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière de l'Orchère à Chauffefonds-sur- Layon (49)



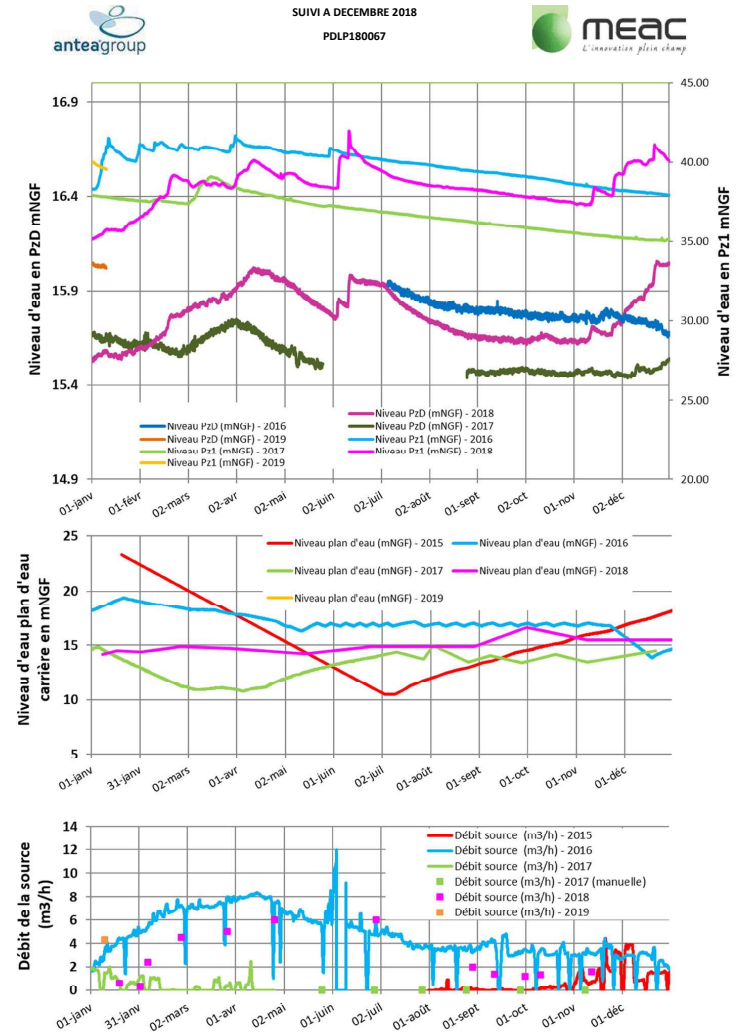
SUIVI A DECEMBRE 2018  
PDL180067



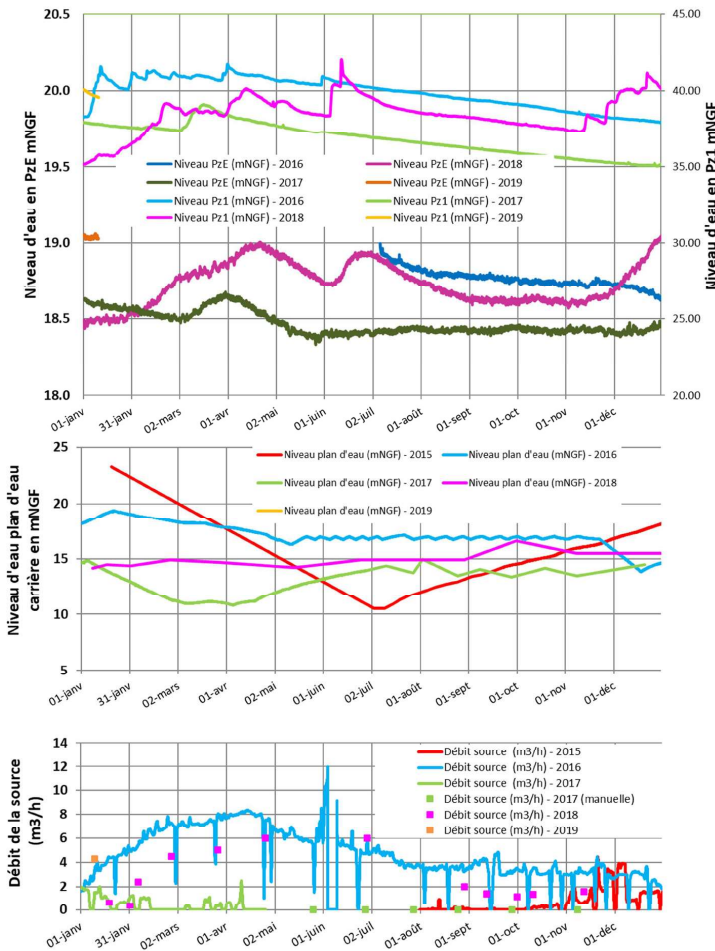
Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière de l'Orchère à Chaudefonds-sur-Layon (49)



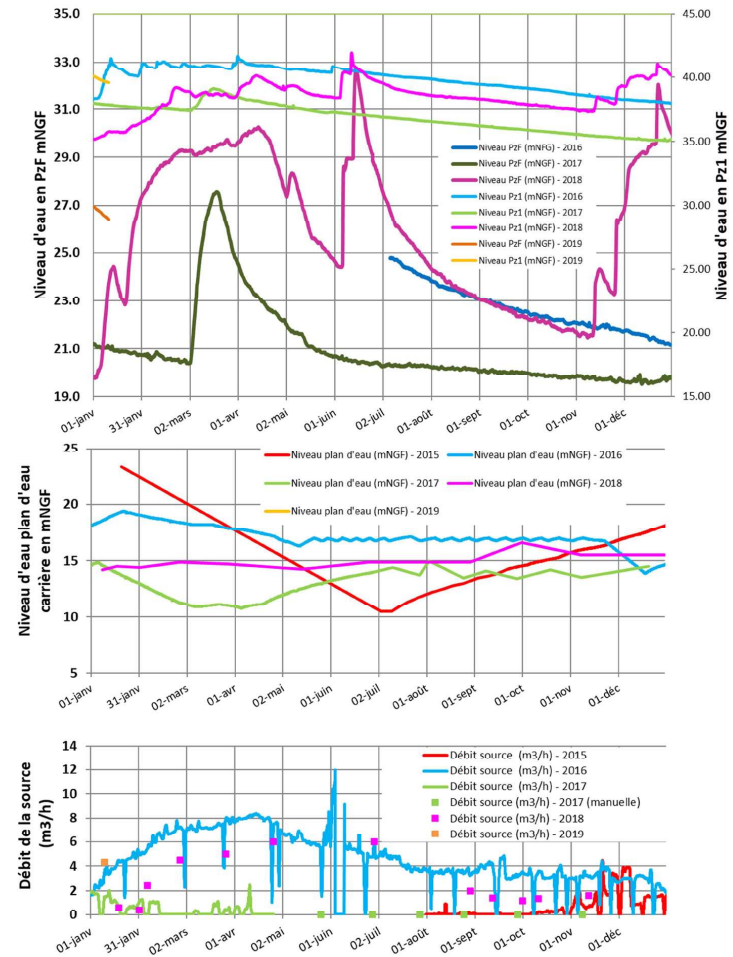
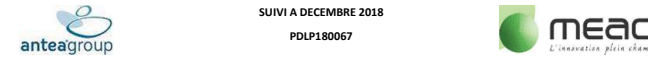
Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière de l'Orchère à Chaudefonds-sur-Layon (49)



Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière de l'Orchère à Chaudefonds-sur-Layon (49)



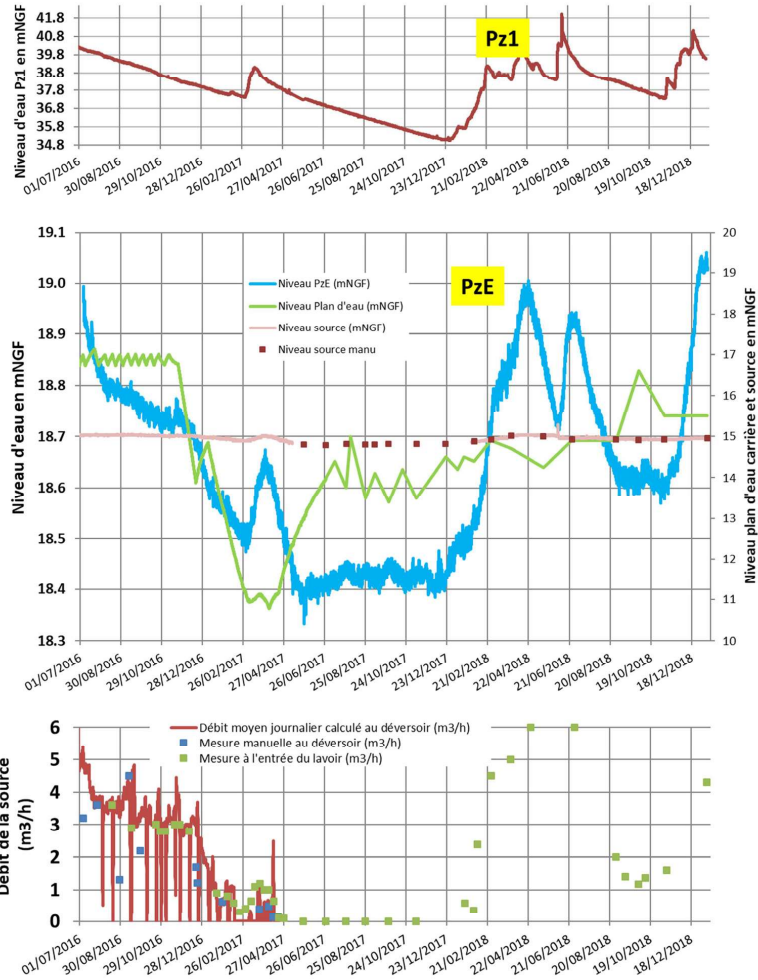
Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière de l'Orchère à Chaudefonds-sur-Layon (49)



Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière de l'Orchère à Chaudefonds-sur-Layon (49)



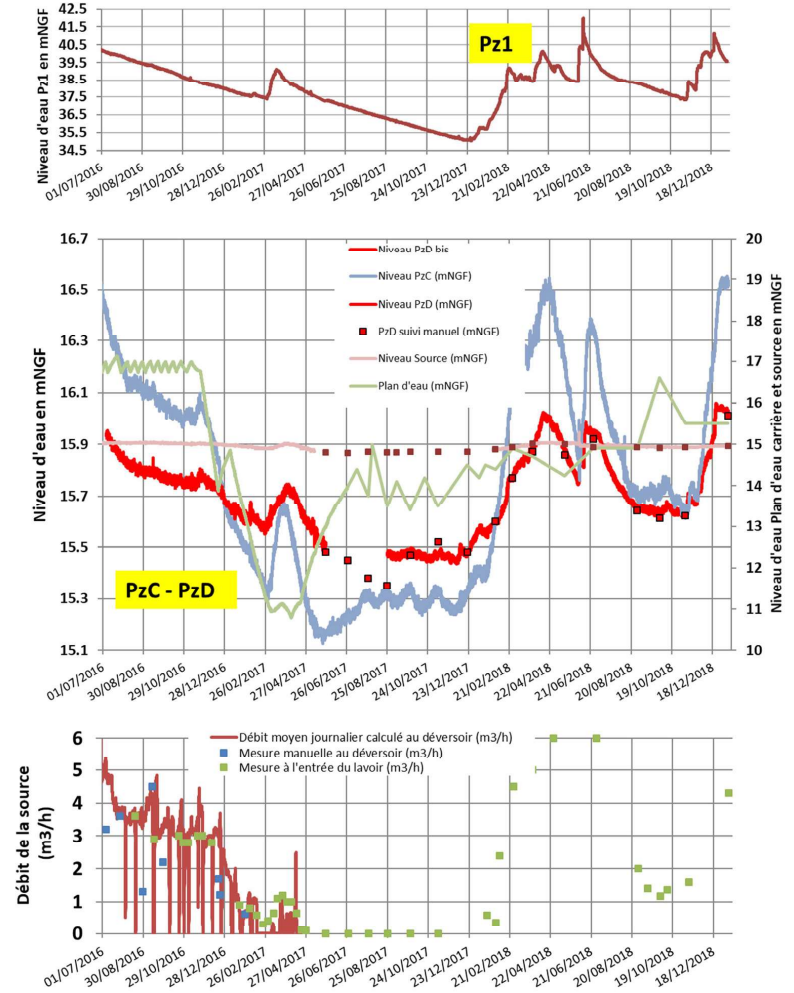
SUIVI A DECEMBRE 2018  
PDL180067



Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière de l'Orchère à Chaudefonds-sur-Layon (49)



SUIVI A DECEMBRE 2018  
PDL180067

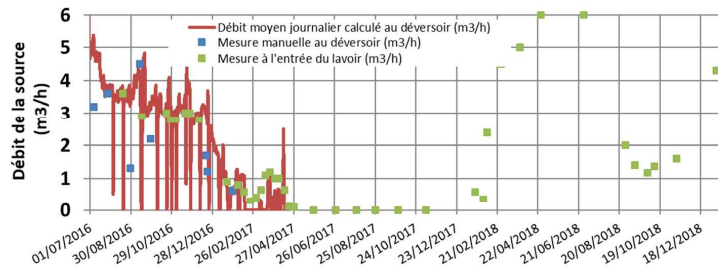
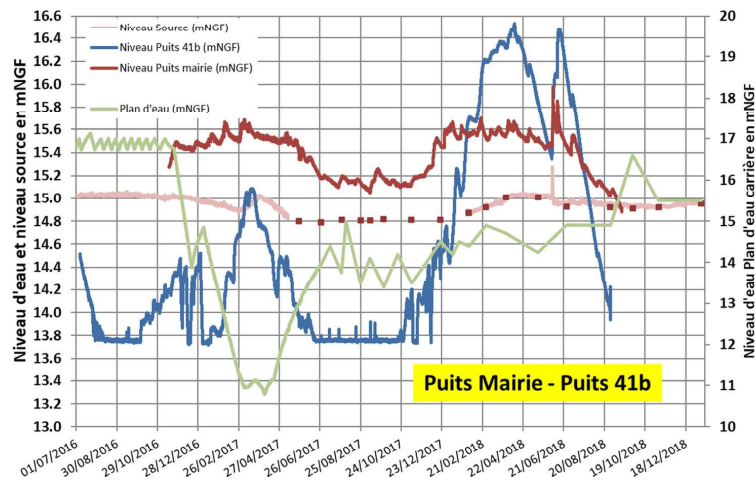
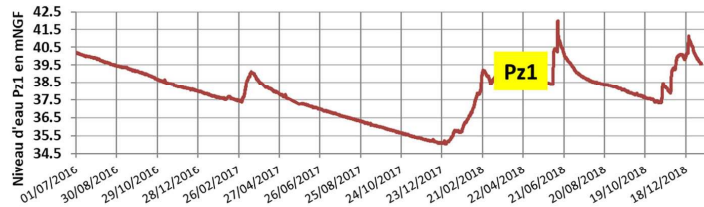




Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière de l'Orchère à Chaudefonds-sur-Layon (49)



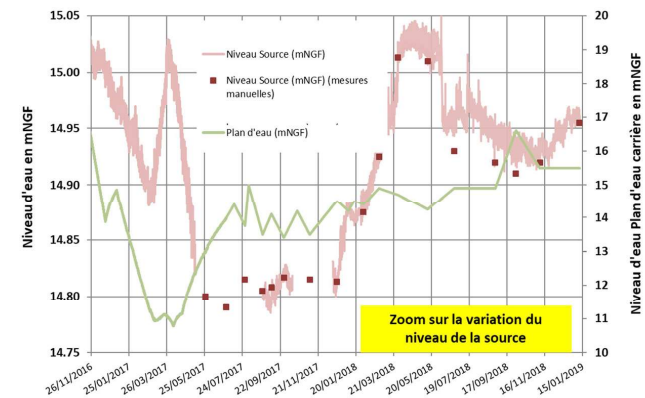
SUIVI A DECEMBRE 2018  
PDL180067



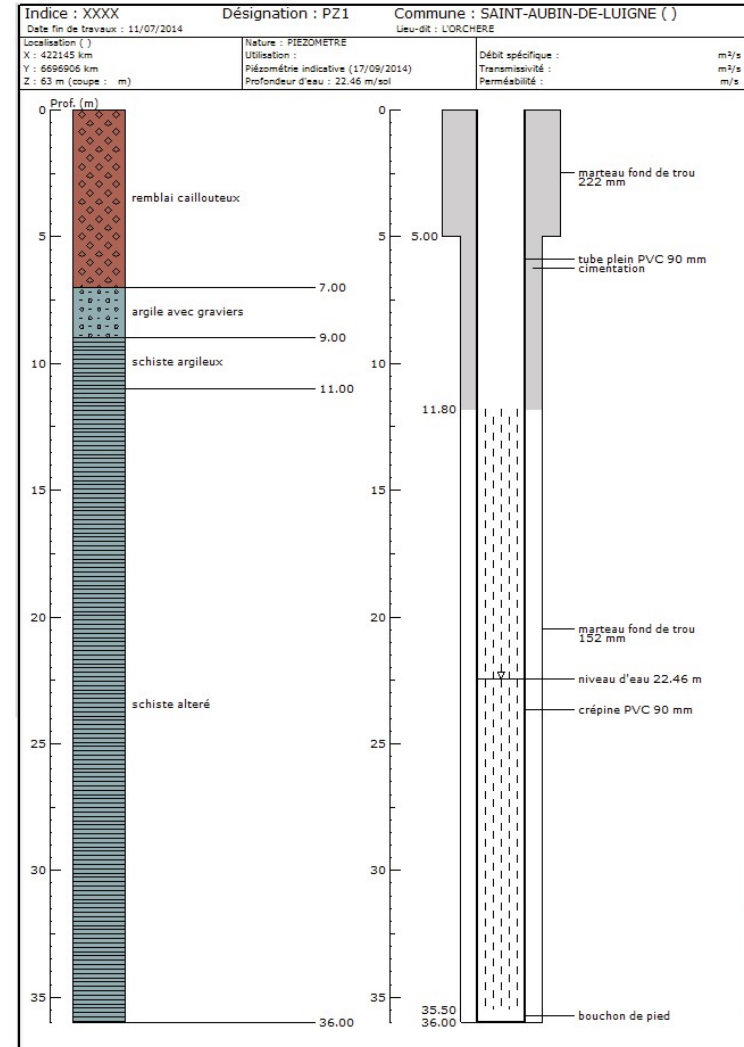
Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière de l'Orchère à Chaudefonds-sur-Layon (49)

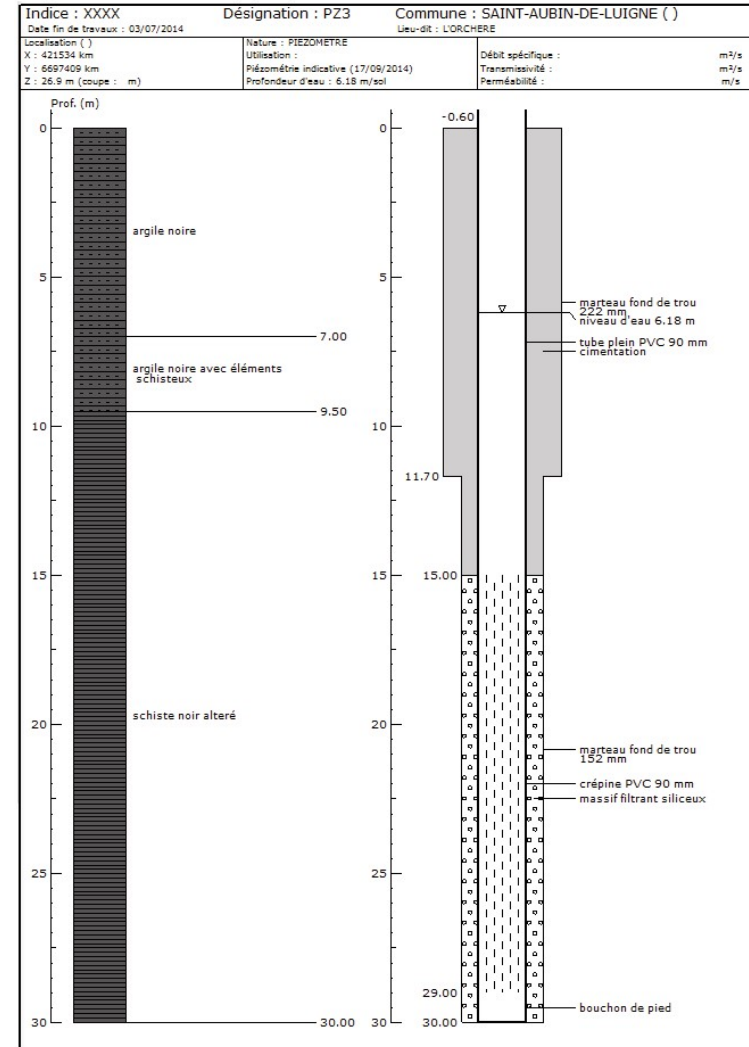
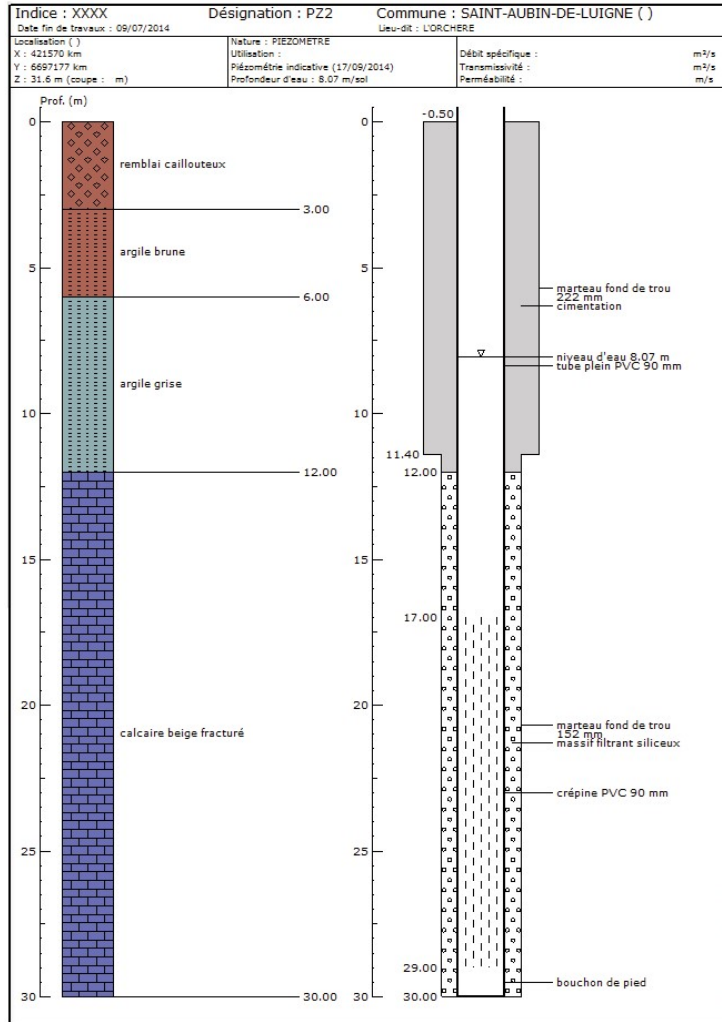


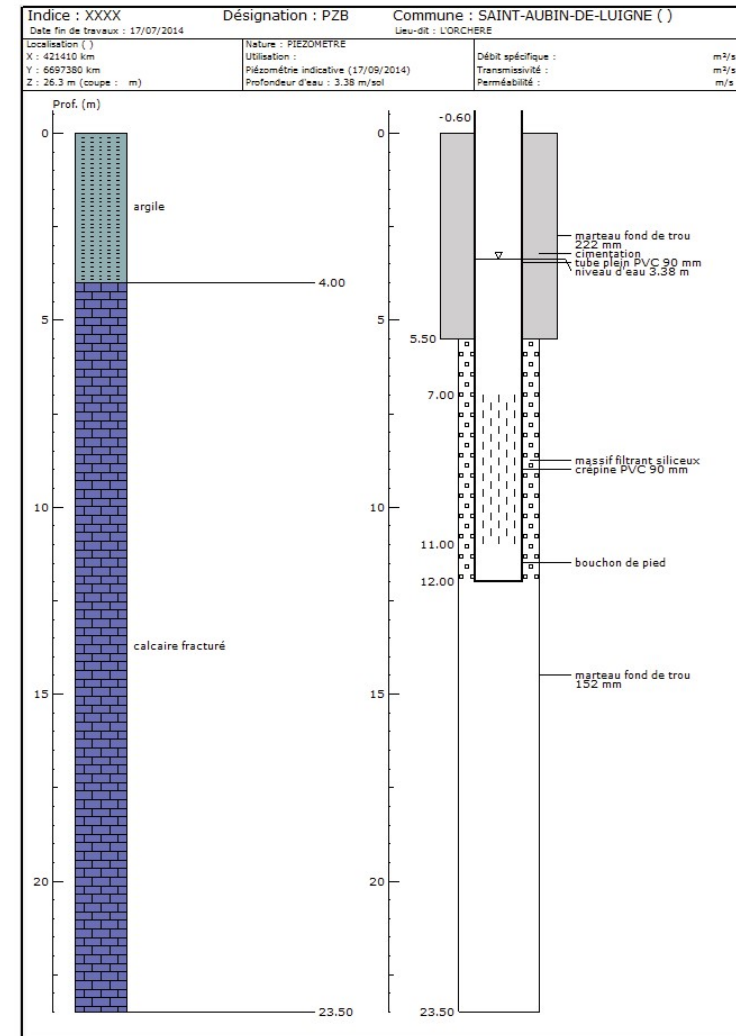
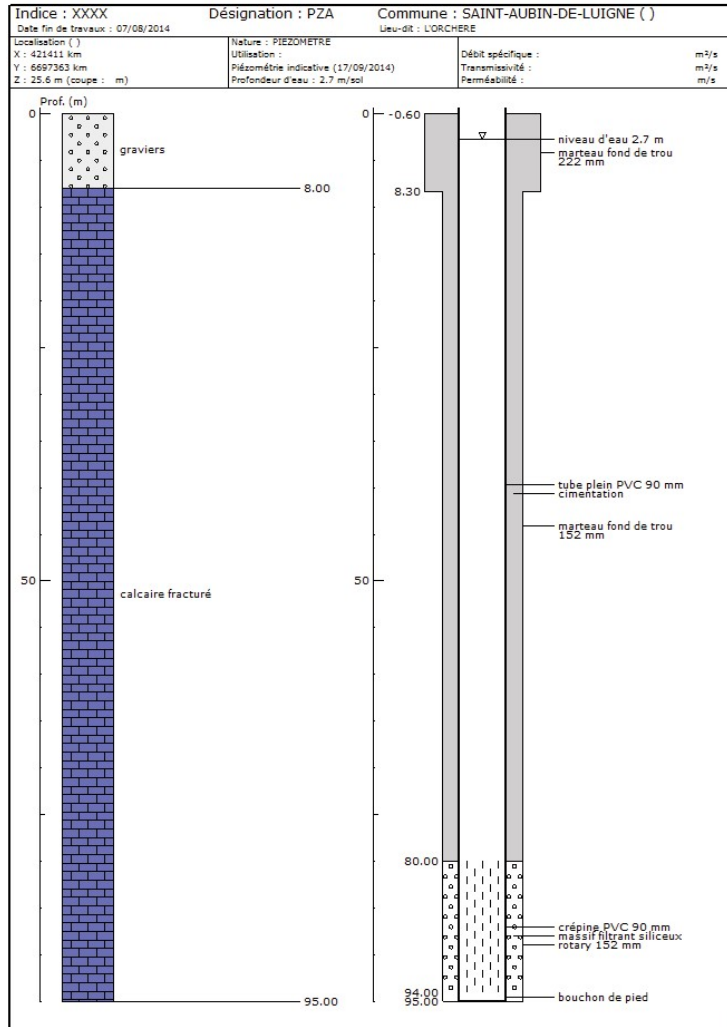
SUIVI A DECEMBRE 2018  
PDL180067

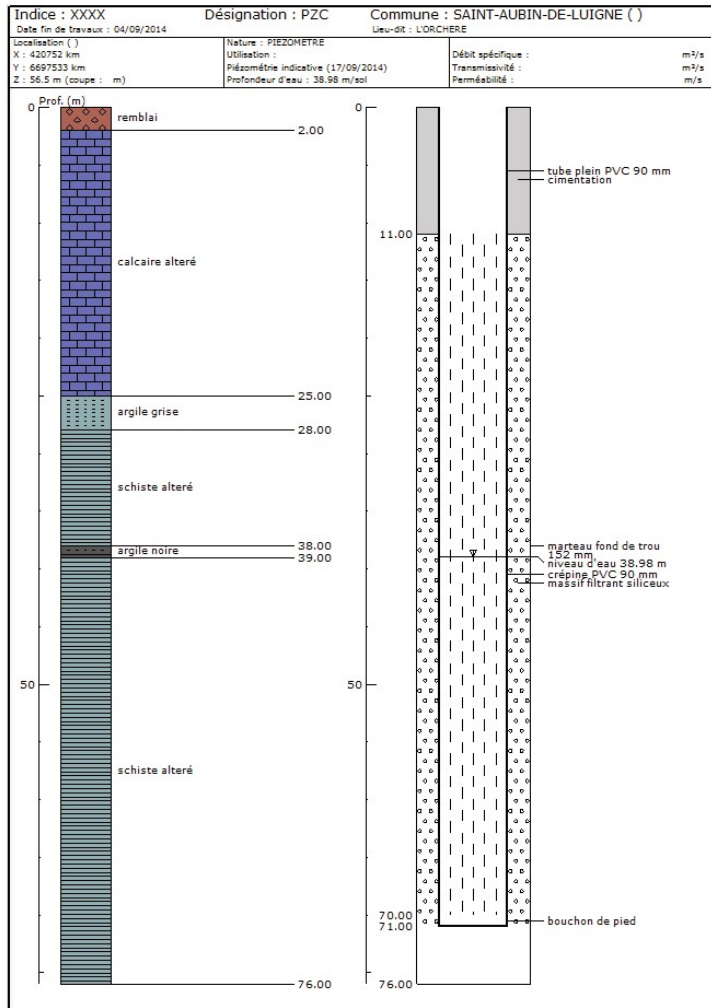


## Annexe 2 : Coupes géologiques et techniques des piézomètres





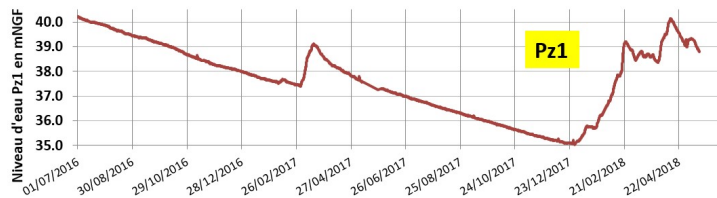




**Annexe 3 : Principales observations et conclusions portées dans les notes précédentes**

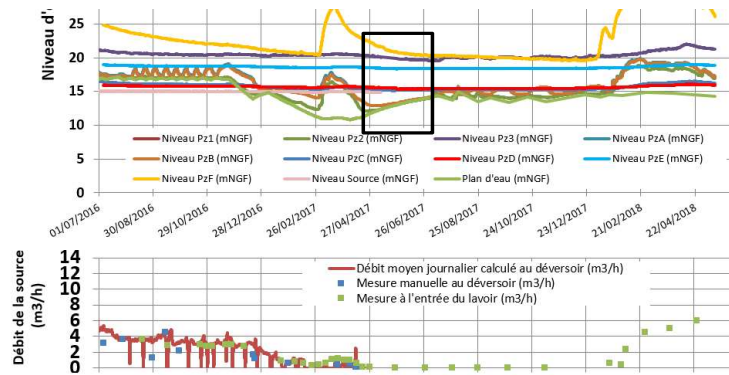
## Pz1

Synthèse des observations précédentes	<p>Pas d'incidence identifiable de la vidange du plan d'eau sur le niveau en Pz1.</p> <p>Exceptées les variations rapides liées à la pluviométrie, le niveau en Pz1 reste globalement stable jusqu'à mi avril 2016 avec un niveau à +41 mNGF. Il décroît ensuite progressivement jusqu'à +38 mNGF au 19/12/2016.</p> <p>La baisse progressive se poursuit au même rythme en février 2017 (léger ressaut à mi-février). Le niveau atteint +37.4 mNGF à fin février.</p> <p>Début de recharge de la nappe à partir du 02/03/2017 avec une remontée du niveau de +37.38 à +39.10 mNGF (valeur atteinte le 17/03/2017). Le début de la recharge est plus tardif que celui observé au piézomètre de référence 0483-8X-0175 (qui a lieu à partir du 15/01/2017). L'augmentation de niveau en Pz1 est de l'ordre de 1.7 m.</p> <p>En avril et mai 2017, après la recharge de mars, la tendance est à la baisse sur ce piézomètre. Le niveau atteint +37.25 mNGF le 26/05/2017.</p> <p>En juin, juillet, août et septembre 2017, la baisse se poursuit sensiblement au même rythme qu'en avril et mai pour ce piézomètre.</p> <p>D'octobre 2017 à mai 2018 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le niveau d'étiage le plus bas observé sur Pz1 est atteint à la fin du mois de décembre 2017 à +35 mNGF. Il s'agit du niveau le plus bas observé sur cet ouvrage depuis le début des suivis piézométriques sur ce point de mesure.</li> <li>- La recharge se met en place et permet de retrouver des niveaux proches de +40 mNGF tels que ceux observés en fin d'année 2014 alors qu'aucun pompage sur le plan d'eau n'était en œuvre.</li> </ul>
---------------------------------------	---



## Pz2, PzA et PzB

Synthèse des observations précédentes	<p>Abaissement rapide et avéré des niveaux dans les piézomètres concomitant à la vidange du plan d'eau réalisée en 2015.</p> <p>Après la reprise du pompage de maintien du niveau du plan d'eau, l'abaissement du niveau observé en Pz2, PzA et PzB se poursuit de façon globalement régulière. On notera quelques ressauts liés à de forts épisodes pluvieux dont les plus importants ont eu lieu au début du mois d'avril et début juin 2016 (débordement du Layon jusqu'au lavoir, dans le bourg de Chaudefond). Durant le mois de juin 2016, les niveaux sur ces piézomètres poursuivent leur baisse malgré la stabilisation du niveau du plan d'eau à fin mai. A fin juin/début juillet 2016, ces trois ouvrages possèdent un niveau sensiblement identique de l'ordre de +17.5 mNGF.</p> <p>Les niveaux sont ensuite stabilisés à +17 mNGF sur Pz2 depuis la fin du mois de juillet 2016.</p> <p>Les niveaux en PzA et B varient de façon cyclique entre deux valeurs sensiblement constantes (+17.2 et +18.8 mNGF) depuis fin à juillet/début août. Ces variations sont à rapprocher des cycles d'arrêt/marche de la pompe de vidange du plan d'eau (apport d'eau de pompage via le ruisseau des Buhards). Avant la reprise du pompage le niveau est sensiblement stabilisé à +17 mNGF.</p> <p>Evolution du niveau étroitement liée à l'évolution du niveau dans le plan d'eau confirmée depuis la reprise de la vidange du plan d'eau de novembre 2016.</p> <p>Le 27/02/2017, les niveaux ont atteint un minima à +12.3 mNGF en Pz2 et +14.05 mNGF en PzB (évolutions toujours très similaires pour ces deux piézomètres). Le signal en PzA est sensiblement confondu avec le PzB lorsque le capteur de PzA n'est pas dénoyé (piézomètre court proche du ruisseau des Buhards). Il s'agit des niveaux les plus bas observés en 2017 avant l'arrivée de la recharge naturelle des nappes.</p> <p>Cette recharge entraîne une remontée de niveau jusqu'au 16/03/17. Elle est de l'ordre de 4 m et 3.3 m respectivement sur Pz2 et PzB (niveau à +16.4 sur Pz2 et +17.41 mNGF sur PzB). Ensuite, une nouvelle tendance à la baisse s'installe jusqu'à l'arrêt du pompage du 19/04/2017.</p> <p>Les niveaux se stabilisent à partir du 22/04 et 03/05/2017 respectivement sur Pz2 (+12.12 mNGF) et PzB (+12.92 mNGF).</p> <p>Ensuite, les niveaux remontent progressivement pour atteindre au maximum +14.83 mNGF le 09/07/2017 sur Pz2 et +15 mNGF en Pz B le 19/07/2017.</p> <p>Le PzB subit l'effet du rejet des eaux pompées (réalimentation via le ruisseau des Buhards) et le Pz2 subit l'effet des variations cycliques de niveaux du plan d'eau. Entre le 11/07/2017 et le 28/09/2017, les niveaux évoluent entre +13.95 et +15.70 mNGF pour Pz2 et entre 14.40 et +15.25 mNGF pour PzB. On notera que les épisodes pluvieux de fin juillet ont pu également amplifier la remontée observée en Pz2.</p> <p>D'octobre 2017 à mai 2018 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les niveaux d'eau en Pz2 et PzB réagissent bien à la recharge <u>malgré le maintien du niveau du plan d'eau à une cote proche de +14 mNGF</u>. Les niveaux ont pu atteindre +19 mNGF sur Pz2 et +20 mNGF sur PzA et PzB.</li> <li>- La recharge arrive légèrement plus tard sur ces piézomètres que sur Pz1.</li> <li>- A partir de mi avril 2018, on note une tendance à la vidange de la nappe calcaire avec des niveaux en baisse qui atteignent des valeurs proches de +17 mNGF sur les 3 ouvrages de suivi.</li> <li>- <b>En période d'étiage, les niveaux de la nappe des calcaires à proximité de la carrière sont imposés par le plan d'eau (on observe bien ce phénomène après la recharge de mars 2017 lorsque le niveau du plan d'eau remonte et que les niveaux de Pz2/A/B suivent sensiblement cette remontée alors que la vidange naturelle de la nappe est en cours. En période de recharge naturelle, les niveaux de la nappe calcaire divergent du niveau du plan d'eau car le pompage dans ce dernier n'est pas suffisant pour imposer son influence durant ces périodes. En l'absence de recharge naturelle, les niveaux de la nappe des calcaires à proximité de la carrière tendent de nouveau vers le niveau du plan d'eau.</b></li> </ul>
---------------------------------------	--

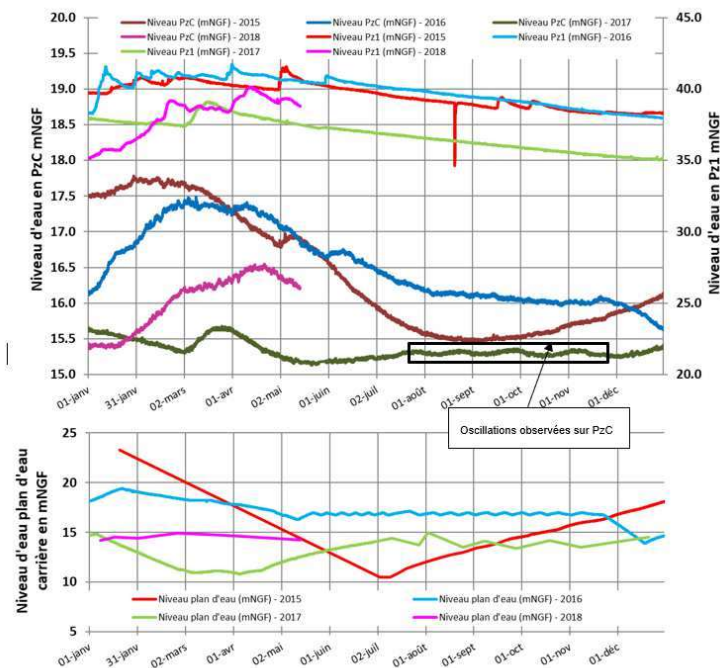


Pz3

<p>Synthèse des observations précédentes</p>	<p>Pas d\'incidence identifiable de la vidange du plan d\'eau sur le niveau en Pz3.</p> <p>Le niveau en Pz3 atteint son maximum à début avril 2016 avec un niveau de l\'ordre de +22.6 mNGF. Une baisse régulière s\'amorçe ensuite pour atteindre + 21 mNGF à début juillet 2016. Les fortes pluies de fin mai 2016 ont marqué le signal d\'une légère remontée de niveau à cette date (recharge de la nappe par la pluie). Les niveaux poursuivent leur baisse pour se stabiliser quasiment autour de +20.4 mNF depuis le début du mois de septembre.</p> <p>Légère tendance à la hausse du niveau d\'eau en mars 2017 pour atteindre +20.48 mNGF (augmentation de 8 cm).</p> <p>En avril 2017, après la recharge et le maximum atteint en mars, la tendance est à la baisse sur ce piézomètre.</p> <p>La baisse se poursuit au début du mois de juin à un rythme moins soutenu qu\'en avril et en mai pour ce piézomètre.</p> <p>A partir de la deuxième partie du mois de juin et jusqu\'au 13/07/2017, le niveau est sensiblement stable à +19.6 mNGF. Il s\'agit du niveau le plus bas observé sur cet ouvrage depuis le début de la période de suivi.</p> <p>Entre le 13 et le 19/07/2017, le niveau augmente et atteint + 20.0 mNGF pour rester stabilisé ensuite autour de cette cote altimétrique. Cette remontée est liée au rejet d\'exhaure du pompage de maintien du niveau du plan d\'eau qui a repris le 11/07/2017.</p> <p>En Août et septembre 2017, le niveau est globalement stable autour de +20 mNGF. Il évolue cycliquement entre +19.8 et +20.1 mNGF en fonction des cycles d\'arrêt marche du pompage de maintien du niveau du plan d\'eau à +14 mNGF. Le niveau en Pz3 est à +20.1 mNGF le 28/09/2017.</p> <p>D\'octobre 2017 à mai 2018 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le Pz3 est toujours influencé par les cycles d\'arrêt marche de la pompe sans tendance notable à l\'augmentation ou à la baisse avant la recharge de fin d\'année 2017 (niveau sensiblement entre +20 et +20.1 mNGF).</li> <li>- La recharge naturelle de la nappe conduit à des niveaux proches de +22 mNGF à mi avril 2018 puis une décréue s\'amorçe. Le niveau atteint +21.2 mNGF le 14/5/18.</li> </ul>
--	--

PzC

Synthèse des observations précédentes	<p>Une remontée de niveau sur PzC s'observe à partir du 06/09/15 soit environ 2 mois après l'arrêt du pompage et avant l'épisode de recharge du 13/09/15 observables en Pz1, 2, 3 et B. Cela semblerait donc confirmer que la baisse observée en PzC était bien partiellement ou totalement liée au pompage dans la carrière. <b>L'influence du rabattement du plan d'eau de la carrière sur PzC semble donc établie (pour une part difficilement quantifiable mais probablement faible).</b></p> <p>Le niveau en PzC suit sensiblement les mêmes tendances que le piézomètre Pz3, mais avec des amplitudes moindres. Le niveau maximum de 2016 (hautes eaux 2016) est atteint à la mi mars 2016, soit légèrement plus tôt que sur Pz3. Puis, le niveau d'eau baisse sensiblement de +17.5 à +16.4 mNGF entre mars et juin 2016.</p> <p>Le niveau en PzC poursuit ensuite une baisse régulière jusqu'à début Août 2016 (+16.1 mNGF) puis la baisse ralentit jusqu'à mi novembre.</p> <p>Après un léger ressaut entre le 14 et le 22/11/2016, la baisse du niveau en PzC s'accélère par rapport à celle observée entre août et novembre 2016. Le niveau en PzC atteint environ +15.3 mNGF à fin février 2017 (niveau le plus bas observé depuis le début de la période de suivi). <b>Plusieurs ruptures de pente sont observées, elles ont été discutées dans la note de janvier 2017.</b></p> <p>A partir du 02/03/17, on observe une remontée notable du niveau piézométrique qui passe de +15.3 à +15.6 mNGF (soit une hausse de 30 cm). Ce niveau est atteint le 20/03/2017.</p> <p>En avril 2017, après la recharge de mars, la tendance est à la baisse.</p> <p>Une stabilisation du niveau s'observe à partir de fin mai 2017 (+15.12 mNGF). Elle est suivie d'une tendance faible à la remontée du niveau durant les mois de juin et juillet 2017. Le niveau atteint +15.29 mNGF le 28/07/2017.</p> <p>D'octobre 2017 à mai 2018 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La tendance générale est à la stabilisation sur ce piézomètre entre Août et mi-janvier 2018, autour de +15.30 mNGF. Dans le détail, on observe des cycles de hausses et de baisses du niveau de PzC sensiblement entre +15.26 et +15.36 mNGF. Ces cycles sont comparables à ceux observés en Pz3 et PzA/B mais avec une amplitude altimétrique moindre (de l'ordre de 8 à 10 cm pour des fluctuations de l'ordre de 1 m en PzB). Ils sont donc induits par les cycles d'arrêt marche du pompage de maintien du niveau du plan d'eau à +14 mNGF. <b>La présence de ces oscillations confirme le lien direct entre les niveaux de la nappe calcaire à proximité de la carrière et les niveaux en PzC.</b></li> <li>- Etant donnée que, en l'absence de période de recharge, les variations de la nappe en PzB sont très influencées par le niveau imposé dans le plan d'eau, <b>il semblerait que les abaissements rapides de niveau observés en PzC qui suivent les phases de pompage sur le plan d'eau (janvier-juillet 2015, décembre2016-mars2017) soient liées à l'influence du pompage dans la carrière sur le niveau de la nappe calcaire</b> (cette observation confirme l'analyse portée dans la note de janvier 2017 selon laquelle les ruptures de pentes observées en PzC sont liées aux variations du niveau du plan d'eau).</li> <li>- Parallèlement, l'effet de la vidange naturelle de la nappe sur PzC pourrait être de l'ordre de quelques dizaines de centimètres. Cette contribution naturelle à l'abaissement du niveau en PzC mérite d'être confirmée compte tenu des niveaux d'étiage très sévères atteints en fin d'année 2017. En effet, le niveau atteint en PzC, lors de la stabilisation du plan d'eau à +14 mNGF est plus bas que le niveau atteint lors de l'abaissement du niveau à +10.5 mNGF atteint en 2015. Cela pourrait s'expliquer par l'effet de l'étiage plus sévère en fin d'année 2017 que les années précédentes. Egalement, les niveaux atteints en PzC pour les 2 sollicitations similaires de la nappe des calcaires en mai 2017 et septembre 2015 (atteinte d'un niveau à +13 mNGF sur PzB) conduisent à des niveaux différents en PzC (différence de l'ordre de 30 cm).</li> <li>- Ce point pourrait être précisé en maintenant le niveau du plan d'eau constant à +14 mNGF sur une partie de la prochaine vidange naturelle de la nappe si les niveaux d'étiage sont différents en 2018 de ceux observés en 2017.</li> </ul>
---------------------------------------	--





Piézomètres PzD et PzE

Synthèse des observations précédentes

Evolution du niveau d'eau comparable à celle observée en PzC : baisse régulière jusqu'à début Août 2016 puis la baisse ralentit jusqu'à mi novembre.

Après un léger ressaut entre le 14 et le 22 novembre 2016, la baisse du niveau en PzD et E s'accélère par rapport à celle observée entre août et novembre 2016. Plusieurs ruptures de pente présentant des similitudes avec celles observées en PzC sont notées, **elles sont discutées dans la note de janvier 2017**. Les niveaux sont respectivement à +15.55 mNGF en PzD et +18.5 mNGF en PzE à fin février, avant le début de la recharge.

Sur le PzD, la remontée du niveau s'amorce à partir du 27/02/2017 soit plusieurs jours avant les autres piézomètres et la source. Le niveau augmente progressivement pour atteindre son maximum le 01/04/2017 avec +15.75 mNGF (recharge de la nappe). Durant les mois d'avril et mai 2017, le niveau de ce piézomètre PzD décroît progressivement pour atteindre +15.5 mNGF, le 28/05/2017.

Sur le PzE, on observe un léger début de remontée dès le 27/02/2017 puis une remontée plus franche à partir du 07/03/2017. Le niveau maximum est atteint le 30/03/2017 avec +18.67 mNGF. Durant les mois d'avril et mai 2017, le niveau de ce piézomètre PzE décroît progressivement pour atteindre +18.38 mNGF, le 29/05/2017.

On note ensuite une très légère tendance à l'augmentation du niveau en juin et juillet 2017 puis une relative stabilisation en Août 2017 (+18.43 mNGF).

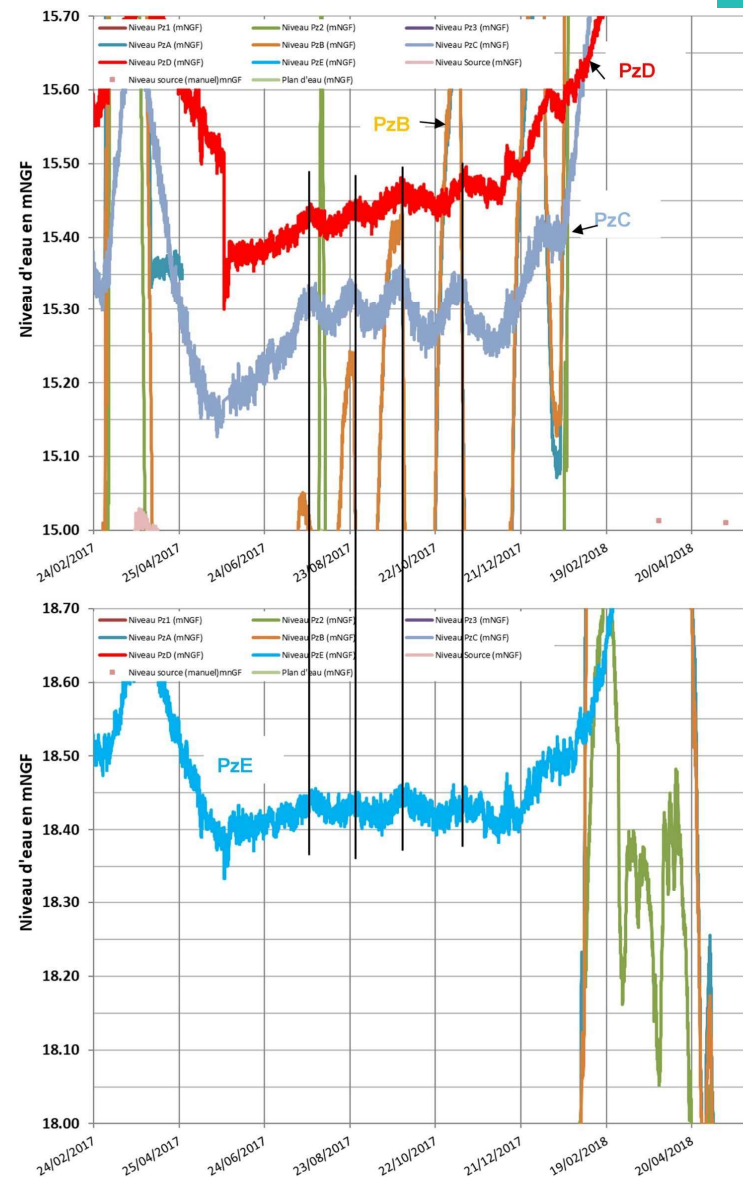
D'octobre 2017 à mai 2018 :

- **PzD** : la période de stabilisation des niveaux du plan d'eau à +14 mNGF met en évidence, sur ce piézomètre, des oscillations semblables à celles observées sur le PzC. Ces oscillations sont amorties en amplitude (amplitude de l'ordre de 4 cm) et présentent un léger déphasage par rapport à PzC. **La présence de ces oscillations en PzD confirme le lien direct entre, d'une part, les niveaux de la nappe calcaire à proximité de la carrière et en PzC et, d'autre part, les niveaux de la nappe calcaire en PzD.**

*Nota : Une incertitude sur le bon fonctionnement du capteur existe entre fin mai et début septembre 2017. Les valeurs enregistrées deviennent de nouveau fiables à partir de début septembre 2017.*

- **PzE** : De la même façon que pour PzD, on note qu'une légère oscillation cyclique de très faible amplitude (de l'ordre de 2 à 5 cm) est présente sur ce capteur. **La présence de ces oscillations en PzE confirme le lien direct entre, d'une part, les niveaux de la nappe calcaire à proximité de la carrière et en PzC et, d'autre part, les niveaux de la nappe calcaire en PzD et en PzE.**

On notera que le PzE reste bien plus haut altimétriquement que les PzC et D, ce qui traduirait un maintien du dôme piézométrique entre la carrière et la source.

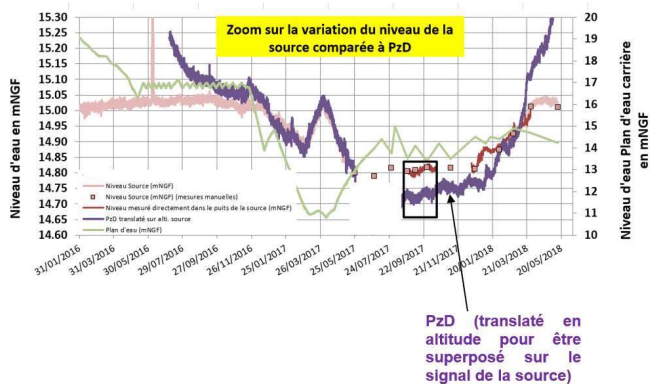


## Piézomètre PzF

Synthèse des observations précédentes	<p>Baisse notable et assez régulière du niveau depuis le début de la mise en place du suivi. Le niveau passe de +24.8 mNGF à début Juillet 2016 à +20.8 mNGF à fin janvier 2017. Poursuite de la baisse du niveau d'eau à un rythme légèrement moins soutenu en février. (niveau à +20.5 mNGF à fin février 2017)</p> <p>Remontée de niveau rapide entre le 02 et le 19/03/2017 (le niveau atteint alors +27.5 mNGF, soit une remontée de 7 m). Le niveau baisse ensuite rapidement pour atteindre +25.5 mNGF le 27/03/2017. Ce piézomètre présente la plus grande amplitude de variation du niveau piézométrique.</p> <p>En avril, le niveau de ce piézomètre décroît progressivement et rapidement. La baisse se poursuit au mois de mai avec une tendance à la stabilisation en fin de mois. On notera un abaissement plus rapide du niveau entre le 12 et le 15/05. Le niveau atteint + 20.85 mNGF le 26/05/2017.</p> <p>En juin, juillet et aout 2017, le vitesse de la baisse du niveau décroît progressivement et l'on se rapproche d'une tendance à la stabilisation du niveau. Le niveau atteint +20.17 mNGF le 25/08/2017.</p> <p>De septembre à décembre 2017, la stabilisation du niveau n'est pas atteinte et le tarissement se poursuit au même rythme qu'en Aout. Le niveau atteint + 19.6 mNGF début janvier 2018 avant la recharge naturelle puis le niveau atteint +30.1 mNGF le 14/04/2018. Après cette date, on observe une baisse rapide du niveau à +26.05 mGF le 14/05/2018.</p>
---------------------------------------	---

## Source de Chaudefonds (niveau)

Synthèse des observations précédentes	<p>Niveau stable autour de +15 mNGF avec légère inflexion de l'ordre de 10 cm entre Juillet et Octobre 2015 apparemment suffisante pour produire une forte diminution de débit.</p> <p>Le niveau enregistré à la source est marqué par une augmentation ponctuelle de l'ordre de 20 cm entre le 5 et le 8 Juin 2016 (cruée du Layon).</p> <p>Après la reprise du pompage de vidange le 22/11/2016, le niveau est stable jusqu'au 17/12/2016 autour de +15 mNGF puis baisse légère mais progressive pour atteindre +14.88 mNGF à fin février 2017</p> <p>On observe ensuite un début de remontée de niveau à partir du 03/03/2017 puis une franche remontée à partir du 06/03/2017. Cette remontée se poursuit ensuite régulièrement pour atteindre +15.02 mNGF le 29/03/2017. L'augmentation est donc de 14 cm depuis le début de la remontée.</p> <p>A partir du 29/03/2017, le niveau de la source décroît progressivement pour atteindre de nouveau +14.88 mNGF, le 27/04/2017 (valeur égale à celle de fin février 2017 avant recharge).</p> <p><b>La cote fixée de +14.88 mNGF a été atteinte en avril 2017 et le pompage a donc été volontairement stoppé conformément au programme annoncé dans la note de mars 2017.</b></p> <p>En mai 2017, le niveau de la source a continué à baisser alors que le pompage est arrêté depuis 1,5 mois et que le niveau d'eau dans la carrière est remonté d'environ 2 m. Au 26/05/2017, le niveau de la source se situe en dessous du seuil de débordement qui permet l'alimentation gravitaire du lavoir. Le capteur de niveau, conductivité et température est dénoyé. Une mesure manuelle réalisée par la MEAC, directement dans le puits de la source, permet d'estimer le niveau de la source à +14.80 mNGF, le 26/05/2017.</p> <p>En juin 2017, la baisse du niveau de la source s'est poursuivie mais à un rythme moins soutenu qu'en mai. Le niveau de la source atteint +14.79 mNGF le 28/06/2017.</p> <p>La tendance générale est à la hausse du niveau de la source depuis fin juin 2017. Le niveau a atteint +14.82 mNGF le 28/09/2017 soit une augmentation de l'ordre de 3 cm par rapport au niveau le plus bas observé fin juin 2017.</p> <p>D'octobre 2017 à mai 2018 :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Le niveau de la source est globalement stabilisé jusqu'à la fin du mois de décembre 2018. La recharge naturelle de nappe de début janvier 2018 fait rapidement remontée le niveau de la source qui retrouve des valeurs supérieures à +15 mNGF à partir de fin mars 2018.</li><li>- On notera que le niveau de la source présente les mêmes oscillations que celles observées sur le PzD avec une légère atténuation (amplitude de l'ordre de 2-3 cm à la source). <b>La présence de ces oscillations à la source confirme la présence d'un lien direct entre les niveaux de la nappe calcaire à proximité de la carrière et le niveau de la source.</b></li><li>- <b>Cependant</b>, compte tenu :<ul style="list-style-type: none"><li>o de la complexité du système étudié (non linéarité de ce type de milieu hétérogène), il est difficile de déduire l'incidence que peut avoir un rabattement de plusieurs mètres sur le plan d'eau à partir des résultats pour une oscillation de 1 m au niveau du PzB ;</li><li>o <b>de l'influence de l'étiage qui est encore mal défini dans le contexte particulier d'étiage très sévère de fin d'année 2017 ;</b></li></ul></li><li>- <b>Le maintien du niveau du plan d'eau à +14 mNGF pendant la dernière recharge de début janvier 2018 apporte une information supplémentaire : la reprise de l'écoulement de la source indépendamment du maintien du niveau du plan d'eau à +14 mNGF peut s'expliquer par la mise en charge de la nappe calcaire en amont de la source (cf. considérations sur Pz2/A/B)</b></li></ul>
---------------------------------------	---



Source de Chauffonds (Débit)

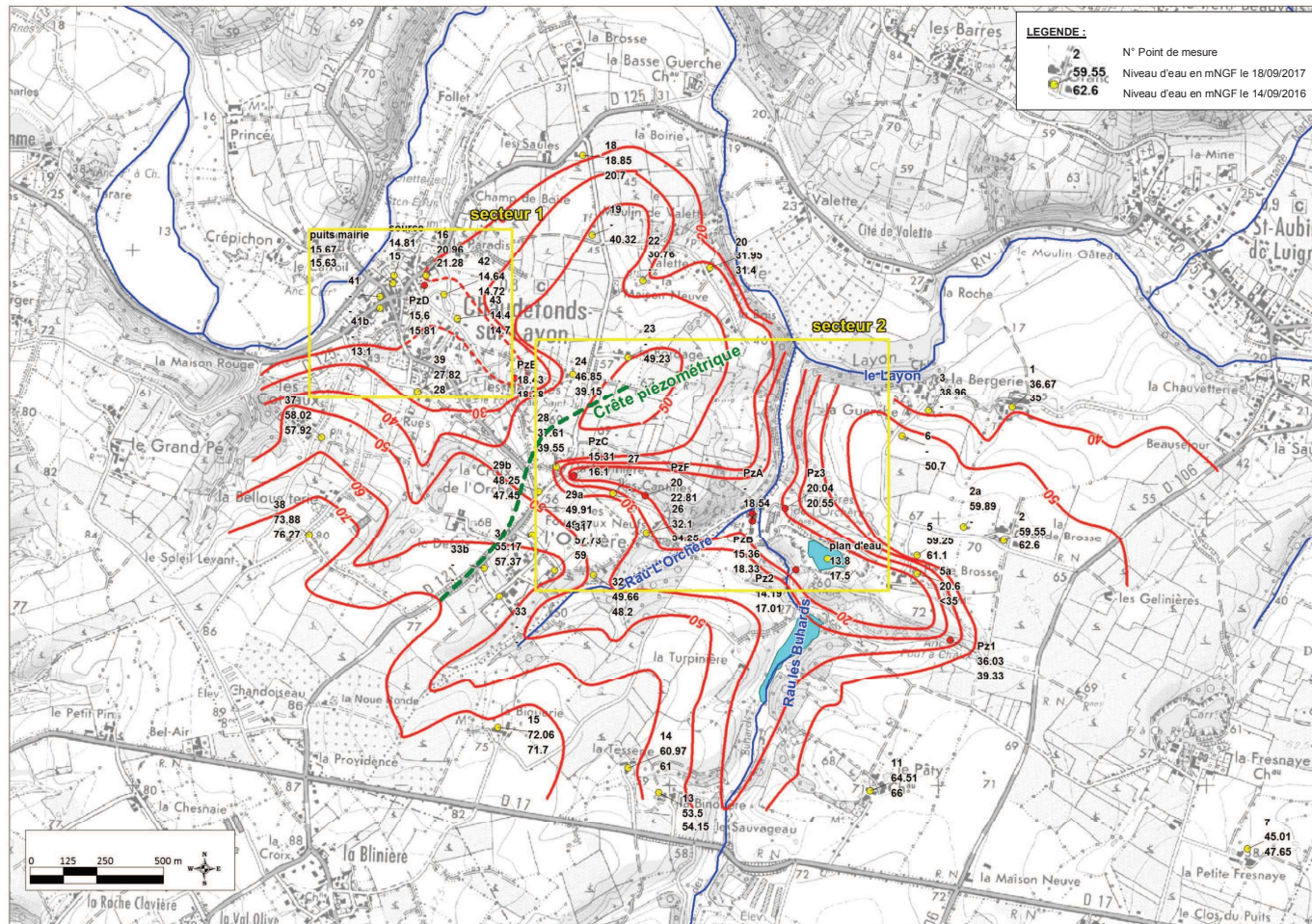
<p>Synthèse des observations précédentes sur le débit de la source</p>	<p>Entre Août et mi-October 2015, le débit de la source est resté inférieur à 0.2 m<sup>3</sup>/h. De mi-October 2015 à début Janvier 2016, le débit a augmenté progressivement jusqu'à 2 m<sup>3</sup>/h. A partir de début Janvier 2016, le débit augmente rapidement pour se stabiliser à environ 6-7 m<sup>3</sup>/h durant le mois de Mars 2016. A fin Mars, une nouvelle augmentation progressive se produit et le débit atteint 8 à 8.5 m<sup>3</sup>/h.</p> <p>De fin Mars à fin Juin 2016, la tendance est à une décroissance progressive du débit jusqu'à 4 à 5 m<sup>3</sup>/h. Ensuite, le débit de la source continue de décroître progressivement pour atteindre 2.8 à 3 m<sup>3</sup>/h à fin septembre 2016 où il reste stabilisé jusqu'à fin décembre 2016.</p> <p>De fin décembre 2016 jusqu'au 19/01/2017, le débit de la source décroît régulièrement pour atteindre environ 0.9 m<sup>3</sup>/h. Le débit reste ensuite relativement stable jusqu'au 03/02/17 (0.8 m<sup>3</sup>/h) puis amorce une nouvelle baisse pour atteindre 0.3 m<sup>3</sup>/h le 22/02/2017.</p> <p>La première mesure du mois de mars 2017 montre une légère augmentation de débit (0.42 m<sup>3</sup>/h). Au cours du mois de mars, le débit de la source augmente ensuite progressivement pour atteindre un maximum de 1.2 m<sup>3</sup>/h, le 23/03/2017.</p> <p>A partir du 30/03/2017, le débit de la source décroît pour atteindre 0.1 m<sup>3</sup>/h, le 27/04/2017.</p> <p>Les observations de mai à fin décembre 2017 montrent une absence d'écoulement de la source à son point de mesure (entrée lavoir). Cela est cohérent avec l'absence de débordement du puits de la source dans le chenal alimentant le lavoir.</p> <p>Le 19/01/2018, un écoulement de 0.6 m<sup>3</sup>/h est constaté. Le débit de la source augmente ensuite progressivement pour atteindre 6 m<sup>3</sup>/h en avril 2018.</p>
--	---

## Annexe 4 : Carte piézométrique de septembre 2017

Etude hydrogéologique de la carrière de l'Orchère à Chaudefonds-sur-Layon (49)

n° d'affaire : PDLP160662

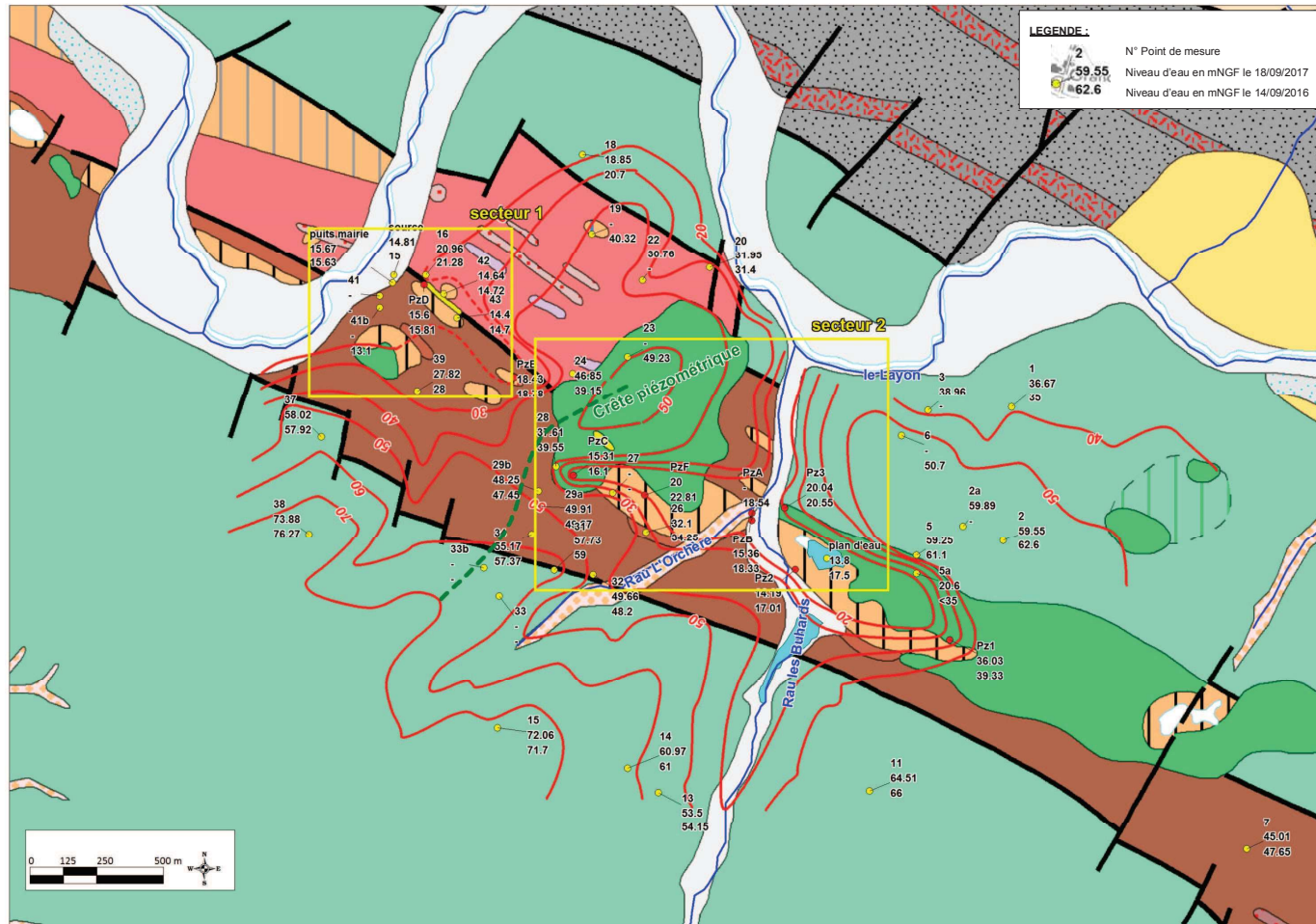
NOTE du 19/10/2017- Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière - Suivi à fin Septembre 2017



Etude hydrogéologique de la carrière de l'Orchère à Chaufonds-sur-Layon (49)

n° d'affaire : PDLP160662

NOTE du 19/10/2017- Surveillance des eaux souterraines associée à la vidange du plan d'eau de la carrière - Suivi à fin Septembre 2017

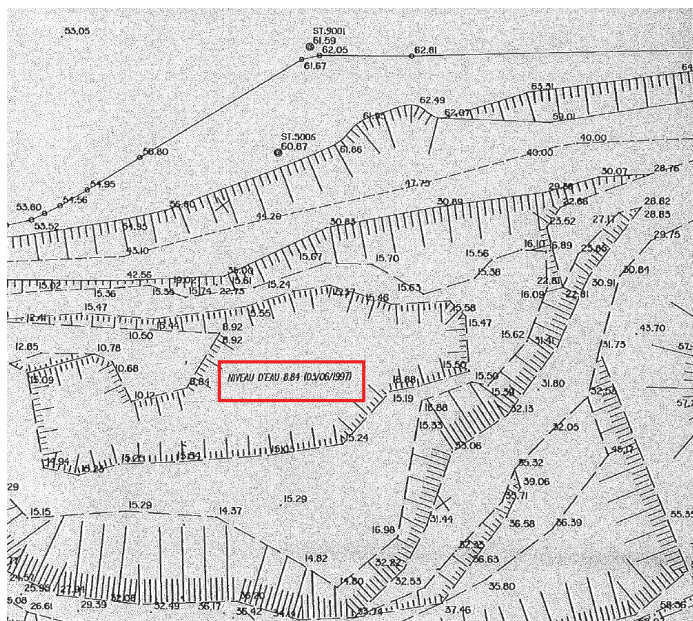


2

## Annexe 5 : Documents d'archive MEAC

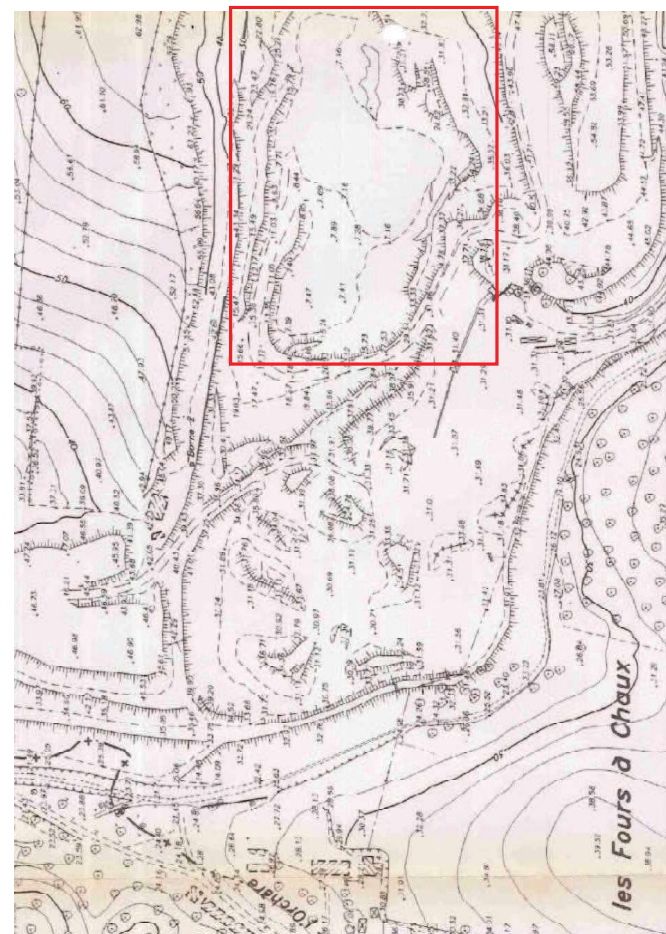
EXTRAIT PLAN DE GEOMETRE DE 06/1997 (source archive MEAC, modifié Antea Group)

indique une cote de niveau d'eau dans la carrière à +8,84 mNGF le 03/06/97



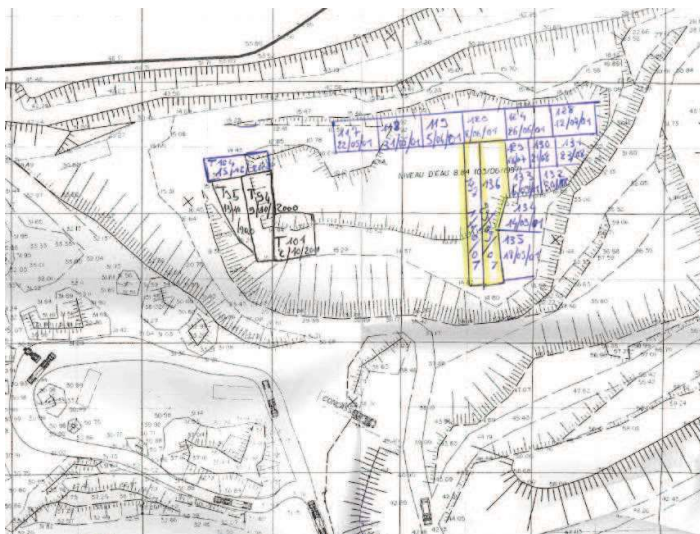
EXTRAIT PLAN PHOTOGRAMMETRIE AERIENNE DU 21/12/2000 (source archive MEAC, modifié Antea Group)

indique un fond de fouille à environ +7 mNGF





EXTRAIT DE PLAN MENTIONNANT DES TIRS DE MINES DURANT LES ANNEES 2000 ET 2001 (source archive MEAC)





MEAC GROUPE OMYA

## Carrière de l'Orchère à Saint-Aubin de Luigné (49)

Note technique PDL200290 – NT01B  
Etude évaporation du plan d'eau

Version	Date	Etablissement	Vérification	Secrétariat	Commentaire
NT01A	08/06/2020	C.JULLIEN Y.BAUNY	C.SUBIAS	K. LE FOL	Version initiale
NT01B	23/06/2020	C.JULLIEN Y.BAUNY	C.SUBIAS	K. LE FOL	Version validée



Direction Régionale Grand-Ouest – Pôle Eau  
8 bd Albert Einstein – 44300 NANTES  
Tel : 02.28.01.32.32 – Fax : 02.28.01.30.93  
Email : secretariat.nantes-fr@anteagroup.com

MEAC GROUPE OMYA  
Carrière de l'Orchère à Saint-Aubin de Luigné (49)  
Note NT01 – Etude évaporation plan d'eau

Page 2

## SOMMAIRE

1. Contexte.....	3
2. Localisation du projet.....	3
3. Contexte géologique et hydrogéologique .....	4
4. Définition du volume d'eau évaporé à la surface du plan d'eau .....	6
4.1. Définitions.....	6
4.2. Données Météo France utilisées.....	6
5. Démarche retenue pour l'évaluation de l'incidence de l'évaporation sur l'ouverture de plan d'eau.....	7
6. Définition sommaire du rabattement induit sur la nappe et les ouvrages proches du projet .....	8
6.1. Débit fictif retenu.....	8
6.2. Incidence des prélèvements sur la ressource en eau et les ouvrages environnants.....	8
7. Conclusions .....	11

### Liste des figures

Figure 1 : Situation actuelle du plan d'eau .....	3
Figure 2: Situation du plan d'eau après travaux de remise en état.....	4
Figure 3: Cadre structural régional d'après la carte géologique à 1/50 000 n°483- Chemillé (ed. BRGM 1998).....	5
Figure 4: Localisation de la station Météo France de référence pour l'étude .....	6
Figure 5 : Représentation simplifiée du pompage (pompage = action simulée de l'évaporation liée à l'ouverture du plan d'eau) dans le plan d'eau des calcaires entouré par les schistes (Limites étanches L1 et L2) avec les points d'observation (Pz1 et Pz2) .....	9

### Liste des tableaux

Tableau 1 : Rabattements aux points de pompage et points d'observation .....	9
--	---



PDL200290-NT01-Note du 08/06/2020

1. Contexte

Dans le cadre de son projet de reprise d'exploitation, la DDT demande à la MEAC de justifier l'impact de l'évaporation du plan d'eau de la carrière de l'Orchères sur le niveau de la nappe d'eau souterraine.

Remarque de la DDT : « Concernant l'impact de l'évaporation du plan d'eau résiduel sur le niveau de la nappe, ce dernier n'est toujours pas réellement quantifié. La surface du plan d'eau résiduel passe de 1 à 4 ha. La baisse du niveau du plan d'eau lié à l'évaporation pourrait entraîner une arrivée d'eaux souterraines supplémentaires, d'où un rabattement de la nappe. Cet impact potentiel doit être évalué pour démontrer qu'il est négligeable. »

L'objectif de cette note est de répondre à cette question sur la base des données existantes et du projet défini à ce jour.

2. Localisation du projet

La surface du plan d'eau à l'état actuel est de 12 490 m<sup>2</sup> et devrait passer à 32 423 m<sup>2</sup> après le réaménagement.

Les figures ci-dessous présentent l'évolution du plan d'eau : la situation actuelle (Figure 1) et la situation future (Figure 2).

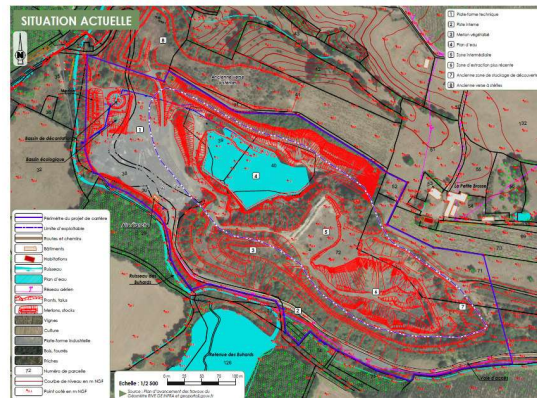


Figure 1 : Situation actuelle du plan d'eau

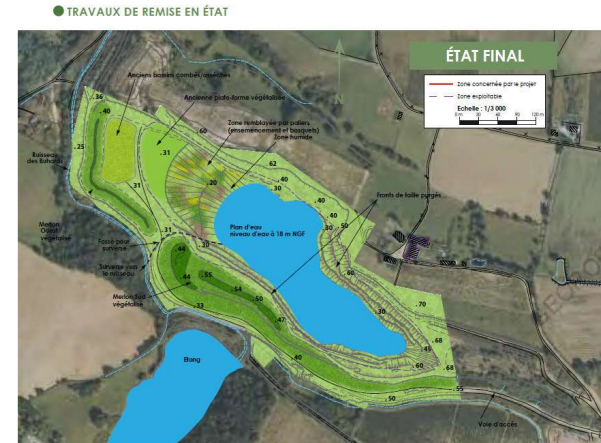
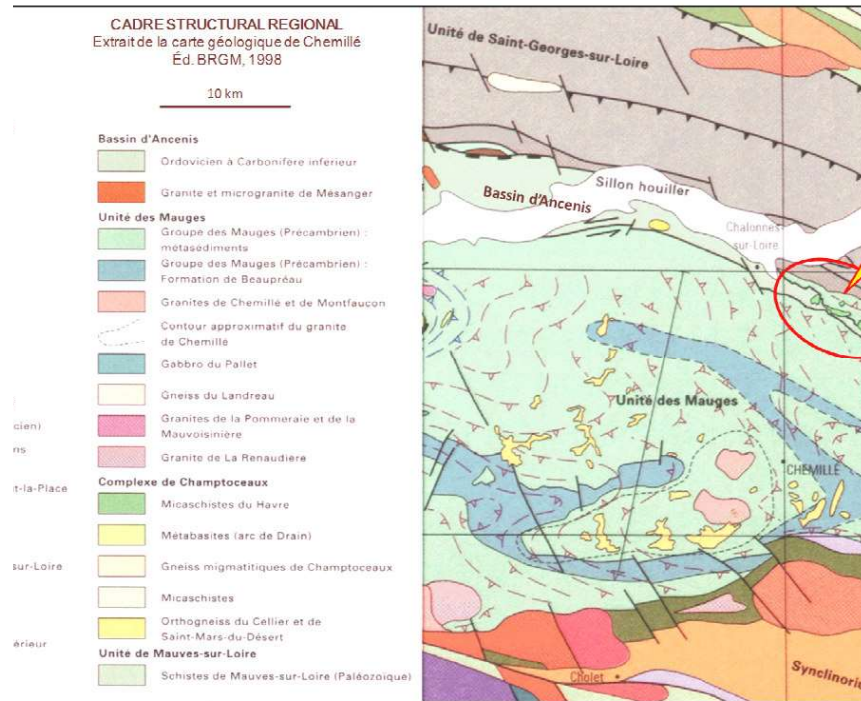


Figure 2: Situation du plan d'eau après travaux de remise en état

3. Contexte géologique et hydrogéologique

Le plan d'eau étudié est situé à l'intérieur d'une lentille calcaire enchâssée dans le schiste encaissant peu perméable. Le fonctionnement hydrogéologique de ces lentilles calcaires a déjà été étudié dans le cadre de l'évaluation de l'impact de la vidange du plan d'eau de l'Orchère sur la source de Chaudefonds/Layon située à environ 3 km à l'aval du site (rapport Antea A81578/B de décembre 2015 et notes de suivi hydrogéologique de la carrière de 2015 à 2018).

Ces études ont permis d'estimer les paramètres hydrodynamiques de la nappe des calcaires et de la nappe des schistes qui seront réutilisés dans la présente note. Elles ont mis en évidence un fonctionnement hydrogéologique complexe avec la présence de relations hydrauliques complexes entre la lentille calcaire accueillant la carrière (et le plan d'eau) et certaines lentilles calcaires situées plus à l'aval (la lentille calcaire étudiée s'inscrit dans un chapelet de lentilles calcaires discontinues d'orientation sensiblement sud-est/nord-ouest, cf. annexe 2 et figure 3). Enfin, on notera que ces études ont mis en évidence une réalimentation du plan d'eau de la carrière de l'ordre de 30 à 40 m<sup>3</sup>/h.



Le cadre structural régional d'après la carte géologique à 1/50 000 n°483- Chemillé (ed. BRGM)

PDL200290

#### 4. Définition du volume d'eau évaporé à la surface du plan d'eau

##### 4.1. Définitions

Les termes **évaporation** et **évapotranspiration** désignent tous deux au départ des pertes en eau par retour direct à l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau. Ces pertes comportent l'évaporation des nappes d'eau libre, lacs, cours d'eau, du stockage de surface dans les cavités naturelles de sol, l'évaporation de l'eau contenue dans le sol et la transpiration des végétaux.

On a pris l'habitude d'appeler évaporation les pertes en eau subies sous forme de vapeur par les nappes d'eau libre et évapotranspiration les pertes complexes provenant de l'évaporation du sol, de l'interception par les feuilles des arbres et autres obstacles d'une partie des précipitations qui n'atteint jamais le sol et peut rarement être étudiée séparément, et de la consommation en eau des végétaux, surtout par transpiration (Source : Hydrologie de surface, Chapitre II).

##### 4.2. Données Météo France utilisées

Dans le cadre de cette étude les données utilisées et achetées à Météo France sont celles de l'évaporation pour la station n°49020001 situé à Beaucouzé sur la période de janvier 2010 à janvier 2020. La station de Beaucouzé est située à 18 km au Nord-Est de la zone d'étude.



Figure 4: Localisation de la station Météo France de référence pour l'étude

Les données d'évapotranspiration sont présentées en Annexe 1.

La valeur moyenne annuelle d'évaporation prise en compte est de 850 mm.

PDL200290-NT01-Note du 08/06/2020

**5. Démarche retenue pour l'évaluation de l'incidence de l'évaporation sur l'ouverture de plan d'eau**

Dans cette note, le volume évaporé sera assimilé à un prélèvement par pompage sur la nappe.

L'application de ce pompage fictif sur la nappe permettra de calculer un rabattement induit fictif qui donnera accès à un ordre de grandeur de l'incidence de l'évaporation supplémentaire liée à l'ouverture du plan d'eau.

Dans la réalité, les phénomènes hydrogéologiques en jeu sont bien plus complexes (et difficilement modélisables compte tenu de la complexité du système hydrogéologiques en présence). En effet, l'étude du plan d'eau, conduite notamment lors de sa vidange, a mis en évidence une réalimentation du plan d'eau de l'ordre de 30 à 40 m<sup>3</sup>/h. Dans ces conditions, les faibles prélèvements d'eau résultant de l'évaporation supplémentaire se trouveront rapidement compenser par ces apports d'eau de réalimentation et le niveau du plan d'eau ne devrait donc pas varier malgré l'évaporation supplémentaire.

Malgré ce constat, les calculs de la présente note ont toutefois été réalisés car ils permettent d'approcher l'incidence maximale de l'évaporation supplémentaire (en l'absence de réalimentation).

**6. Définition sommaire du rabattement induit sur la nappe et les ouvrages proches du projet****6.1. Débit fictif retenu**

Le raisonnement suivi pour travailler sur un débit de prélèvement est le suivant :

L'évapotranspiration moyenne annuelle obtenue via les données Météo France a été rapportée à la surface du plan d'eau à l'état actuel (surface de 12 490 m<sup>2</sup>) et à la surface du plan d'eau après le réaménagement (surface de 32 423 m<sup>2</sup>).

La différence de ces deux débits correspond au surplus de débit prélevé sur la nappe après le réaménagement.

	Situation actuelle	Situation future
Volume (m <sup>3</sup> )	V1= 10 617	V2= 27 560
Débit (m <sup>3</sup> /h)	Q1= 1	Q2= 3

Le débit supplémentaire prélevé sur la nappe dans la situation du plan d'eau après le réaménagement sera de 2 m<sup>3</sup>/h par rapport à la situation actuelle.

**6.2. Incidence des prélèvements sur la ressource en eau et les ouvrages environnants**

Dans le cadre du contexte hydrogéologique local, la nappe des calcaires draine la nappe des schistes.

Un calcul d'incidence du rabattement de la nappe des calcaires induit par l'augmentation de l'évaporation en situation future (soit Q<sub>2</sub>-Q<sub>1</sub> soit 2 m<sup>3</sup>/h) permet de mettre d'approcher, en première approximation, l'impact sur le niveau de la nappe pour des forages environnants, en situation future.

Etant donné le contexte géologique complexe du site, la formule de Theis, applicable pour les aquifères isotrope d'extension infinie, peut être appliquée en première approximation en prenant la précaution de fixer des limites étanches.

En effet la lentille de calcaires estimée à 900 m de long et de 130 m de large, est enchâssée dans les schistes peu perméables dont les paramètres hydrodynamiques sont différents. Dans ces conditions, le calcul de rabattement réalisé a pris en compte :

- la Transmissivité T de 5.10<sup>-3</sup>m<sup>2</sup>/s et le Coefficient d'emmagasinement S de 5.10<sup>-1</sup> pour les calcaires ;
- la présence de 2 limites étanches latérales représentant les schistes dont la Transmissivité T et le Coefficient d'emmagasinement S sont plus faibles (10<sup>-5</sup><T<10<sup>-6</sup>m<sup>2</sup>/s et 5.10<sup>-2</sup>< S <5.10<sup>-4</sup>). Ces 2 limites étanches permettent de simuler la limitation géographique de la nappe contenue dans les calcaires par les schistes encaissants peu perméables.

Les rabattements induits sont calculés en deux points d'observation : l'un « Pz01 » situé à 80 m du pompage fictif (Pge) et un second Pz2 situé à environ 450 m du pompage fictif.

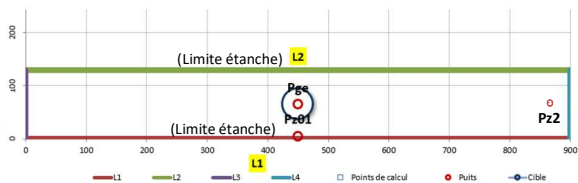


Figure 5 : Représentation simplifiée du pompage (pompage = action simulée de l'évaporation liée à l'ouverture du plan d'eau) dans le plan d'eau des calcaires entouré par les schistes (Limites étanches L1 et L2) avec les points d'observation (Pz1 et Pz2)

	1 j	5 j	15 j	30 j	60 j	90 j	180 j	365 j	x(m)	Y(m)
Page	0,13	0,19	0,27	0,35	0,46	0,54	0,73	1,01	450	65
Pz01	0,04	0,08	0,11	0,23	0,30	0,43	0,64	0,91	450	5
Pz2	0,00	0,01	0,02	0,11	0,20	0,28	0,46	0,73	395	65

Tableau 1 : Rabattements aux points de pompage et points d'observation

A la lecture de ces résultats, le rabattement le plus important observé sur la nappe des calcaires sera au maximum de l'ordre du mètre au bout d'un an au niveau du plan d'eau et inférieur à 1 m à la limite schiste/calcaire (pour un pompage de 2 m<sup>3</sup>/h supplémentaire par rapport à la situation actuelle).

**Nota :** Les rabattements induits ne sont pas calculés au-delà de 365 j car la recharge annuelle naturelle de la nappe par la pluie (qui est bien supérieure à l'évaporation créée par l'ouverture du plan d'eau sur son bassin d'alimentation) viendra réalimenter le système aquifère et ainsi compenser ce rabattement. Les rabattements théoriques calculés dans la présente note sont donc surestimés.

La localisation des ouvrages recensés dans le secteur est présentée en **annexe 2**.

A noter que les ouvrages le plus proches du plan d'eau sont les piézomètres mis en place dans la lentille calcaire dans le cadre de la surveillance de la carrière (PzA, PzB, Pz1 et Pz2). Ces ouvrages n'ont pas d'autres usages que la surveillance des niveaux d'eau de la nappe.

Les ouvrages privés les plus proches implantés dans la lentille calcaire sont les puits 26 et 27 (lieux dits Fourneaux Neufs et Cantine à l'ouest de la carrière). Ces ouvrages sont d'anciens puits maçonnés appartenant à des particuliers. L'ouvrage n°27 n'est pas utilisé. L'ouvrage 26 est associé à une maison en cours de rénovation lors de notre dernier passage sur site en octobre 2018. A cette date cet ouvrage n'était pas utilisé. **Théoriquement, compte tenu des hypothèses de calcul posées dans la présente note, l'incidence du projet sur le niveau d'eau de ces ouvrages sera donc inférieure à 0.73 m.**

## 7. Conclusions

L'incidence de l'évaporation supplémentaire du projet de réaménagement du plan d'eau a pu être quantifiée avec les données d'évapotranspiration de Météo France (station de Beaucouzé). Le débit fictif supplémentaire calculé dû à l'extension du plan en situation future serait de l'ordre de 2 m<sup>3</sup>/h.

Ce débit de prélèvement supplémentaire induirait une incidence inférieure à 0.73 m sur l'ouvrage le plus proche situé dans la nappe des calcaires à environ 700 m du plan d'eau.

A noter que ce résultat est sécuritaire car il ne tient pas compte de la recharge annuelle naturelle de la nappe.

Compte tenu de la très faible perméabilité de la nappe de socle (10<sup>-6</sup> - 10<sup>-7</sup> m/s) et de la faible différence de charge imposée à la nappe de socle (calculée plus avant de l'ordre de 1 m voire inférieure), le rabattement induit sur la nappe de socle par l'évaporation supplémentaire liée à l'ouverture de plans d'eau sera très rapidement négligeable en s'éloignant de la limite calcaire-socle (au bout de quelques dizaines de mètres au maximum).

**Au vu de ces résultats, il peut être considéré que le projet d'extension du plan d'eau aura un impact faible à négligeable sur les ouvrages sollicitant les nappes d'eau souterraines des calcaires et du socle.**

On notera également que, compte tenu du faible rabattement théorique calculé au droit du plan d'eau (de l'ordre de 1 m), aucune incidence sur le débit de la source de Chauffonds-sur-Layon n'est à prévoir.

Les conclusions présentées ci-dessus résultent d'une approche sécuritaire simplificatrice du problème (cf. Chapitre 5 : *Démarche retenue pour l'évaluation de l'incidence de l'évaporation sur l'ouverture de plan d'eau*). **Dans la réalité, les phénomènes hydrogéologiques en jeu sont bien plus complexes** (et difficilement modélisables compte tenu de la complexité du système hydrogéologiques en présence). En effet, l'étude du plan d'eau, conduite notamment lors de sa vidange, a mis en évidence une réalimentation du plan d'eau de l'ordre de 30 à 40 m<sup>3</sup>/h. **Dans ces conditions, les faibles prélèvements d'eau résultant de l'évaporation supplémentaire se trouveront rapidement compenser par ces apports d'eau de réalimentation et le niveau du plan d'eau ne devrait donc pas varier malgré l'évaporation supplémentaire.**

## Annexes

### Annexe 1 : Données Météo France

STATION	NOM	LAMBER TX	LAMBER TY	ALTITU DE	DATE	ETP	Somme annuelle ETP (mm)
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	janvier 2010	11,0	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	février 2010	26,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mars 2010	59,5	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	avril 2010	97,1	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mai 2010	117,4	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juin 2010	134,2	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juillet 2010	163,0	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	août 2010	122,9	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	septembre 2010	81,7	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	octobre 2010	37,9	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	novembre 2010	14,7	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	décembre 2010	5,9	871,6
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	janvier 2011	9,6	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	février 2011	20,6	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mars 2011	49,7	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	avril 2011	100,2	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mai 2011	135,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juin 2011	142,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juillet 2011	140,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	août 2011	112,5	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	septembre 2011	80,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	octobre 2011	41,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	novembre 2011	16,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	décembre 2011	12,4	860,6

STATION	NOM	LAMBER TX	LAMBER TY	ALTITU DE	DATE	ETP	Somme annuelle ETP (mm)
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	janvier 2012	13,8	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	février 2012	19,8	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mars 2012	58,8	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	avril 2012	80,1	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mai 2012	120,2	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juin 2012	125,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juillet 2012	135,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	août 2012	134,4	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	septembre 2012	81,4	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	octobre 2012	34,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	novembre 2012	17,4	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	décembre 2012	16,9	837,7
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	janvier 2013	8,9	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	février 2013	22,0	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mars 2013	47,5	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	avril 2013	82,4	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mai 2013	98,5	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juin 2013	120,6	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juillet 2013	156,1	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	août 2013	131,7	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	septembre 2013	79,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	octobre 2013	43,1	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	novembre 2013	15,7	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	décembre 2013	11,9	817,7
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	janvier 2014	12,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	février 2014	32,8	



MEAC GROUPE OMYA  
Carrière de l'Orchère à Saint Aubin de Luigné (49)  
Note NT01 – Etude évaporation plan d'eau

Page 15

STATION	NOM	LAMBER TX	LAMBER TY	ALTITU DE	DATE	ETP	Somme annuelle ETP (mm)
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mars 2014	56,4	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	avril 2014	83,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mai 2014	113,5	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juin 2014	145,8	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juillet 2014	141,9	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	août 2014	110,8	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	septembre 2014	82,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	octobre 2014	42,2	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	novembre 2014	15,8	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	décembre 2014	7,9	845,0
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	janvier 2015	9,5	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	février 2015	21,5	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mars 2015	46,8	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	avril 2015	91,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mai 2015	110,2	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juin 2015	144,5	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juillet 2015	155,0	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	août 2015	118,8	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	septembre 2015	73,4	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	octobre 2015	38,1	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	novembre 2015	19,6	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	décembre 2015	15,7	844,4
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	janvier 2016	14,9	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	février 2016	26,7	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mars 2016	51,2	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	avril 2016	72,9	



PDLP200290-NT01-Note du 08/06/2020

MEAC GROUPE OMYA  
Carrière de l'Orchère à Saint Aubin de Luigné (49)  
Note NT01 – Etude évaporation plan d'eau

Page 16

STATION	NOM	LAMBER TX	LAMBER TY	ALTITU DE	DATE	ETP	Somme annuelle ETP (mm)
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mai 2016	101,8	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juin 2016	104,7	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juillet 2016	143,6	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	août 2016	135,9	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	septembre 2016	82,2	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	octobre 2016	37,2	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	novembre 2016	17,5	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	décembre 2016	6,7	795,3
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	janvier 2017	9,8	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	février 2017	24,8	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mars 2017	55,2	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	avril 2017	88,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mai 2017	127,0	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juin 2017	157,6	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juillet 2017	139,2	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	août 2017	123,4	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	septembre 2017	72,1	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	octobre 2017	38,0	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	novembre 2017	14,6	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	décembre 2017	11,4	861,4
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	janvier 2018	14,7	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	février 2018	20,4	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mars 2018	48,8	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	avril 2018	77,1	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mai 2018	119,9	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juin 2018	131,3	



PDLP200290-NT01-Note du 08/06/2020

STATION	NOM	LAMBER TX	LAMBER TY	ALTITU DE	DATE	ETP	Somme annuelle ETP (mm)
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juillet 2018	157,9	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	août 2018	129,5	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	septembre 2018	85,5	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	octobre 2018	39,6	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	novembre 2018	14,0	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	décembre 2018	12,6	851,3
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	janvier 2019	15,1	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	février 2019	22,5	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mars 2019	63,1	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	avril 2019	86,2	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	mai 2019	117,2	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juin 2019	147,2	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	juillet 2019	177,9	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	août 2019	126,4	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	septembre 2019	89,6	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	octobre 2019	44,7	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	novembre 2019	14,3	
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	décembre 2019	13,7	917,9
490200 01	BEAUCOUZE(MN)	3776	22796	50	janvier 2020	12,0	
					Moy		850,29
					Max		917,9
					Min		795,3

## Annexe 2 : Localisation des ouvrages proches et géologie du secteur