

## Rapport technique

---

# VADEC SA

## PARCELLE N°12060 DU CADASTRE DE LA CHAUX-DE-FONDS



### Investigation technique préalable selon l'OSites

17N053 – Version 03 du 26.03.2019



# TABLE DES MATIERES

---

<b>1.</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
1.1	Contexte	4
1.2	Documents de base	4
1.3	Travaux réalisés	4
<b>2.</b>	<b>FORAGES</b>	<b>5</b>
2.1	Géologie	5
2.2	Constats organoleptiques	6
2.3	Caractéristiques des ouvrages	6
<b>3.</b>	<b>EAUX SOUTERRAINES</b>	<b>7</b>
3.1	Piézométrie / écoulements	7
3.1.1	Contexte hydrogéologique	7
3.1.2	Mesures effectuées	8
3.1.3	Interprétation	9
3.2	Prélèvements et paramètres physiques	10
3.2.1	Description des prélèvements	10
3.2.2	Constats organoleptiques	11
3.2.3	Paramètres physiques	11
3.3	Pompage de courte durée en F05	12
<b>4.</b>	<b>RÉSULTATS D'ANALYSES</b>	<b>12</b>
4.1	Echantillons solides	12
4.1.1	Généralités	12
4.1.2	HAP	12
4.1.3	Hydrocarbures C10-C40	13
4.1.4	Métaux lourds	13
4.1.5	TOC 400	13
4.1.6	Autres polluants	13
4.2	Eaux souterraines	14
4.3	Source de la Ronde	15
<b>5.</b>	<b>INFORMATION COMPLÉMENTAIRE</b>	<b>16</b>
<b>6.</b>	<b>INTERPRÉTATION</b>	<b>16</b>
6.1	Matériaux pollués	16
6.2	Qualité des eaux souterraines	17

<b>7.</b>	<b>EVALUATION DE LA MISE EN DANGER</b>	<b>17</b>
7.1	Besoin de surveillance ou d'assainissement	17
7.2	Pollution des eaux de la Ronde	18
7.3	Art. 3, OSites	19
<b>8.</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>19</b>

## Annexes

- I. Localisation des forages et piézomètres, carte piézométrique du 10.07.2018 et toit de la molasse – échelle 1:750
- II. Relevés des forages 2018
- III. Planches photos des forages 2018
- IV. Tableau de synthèse des analyses des échantillons solides
- V. Tableaux de synthèse des analyses des échantillons liquides
- VI. Protocoles de prélèvement des eaux souterraines
- VII. Rapports d'analyses du laboratoire, échantillons solides
- VIII. Rapports d'analyses du laboratoire, échantillons liquides
- IX. Protocoles des forages 2018

Auteurs :

Mathieu Boéchat  
Alice Badin  
Hubert Gault

Chef de projet  
Ingénieure de projet  
Ingénieur de projet

Géographe dipl.  
Ing. Chimiste, Dr ès sc (environnement)  
Ingénieur géologue

# 1. INTRODUCTION

---

## 1.1 CONTEXTE

La parcelle n° 12060 du ban de la Chaux-de-Fonds a, entre autres, supporté les activités de l'ancienne usine à gaz. En application de l'ordonnance fédérale sur l'assainissement des sites pollués (OSites), elle est répertoriée au cadastre neuchâtelois des sites pollués (CANEPO, site n°6421-E-0440) en tant que « site nécessitant une investigation afin de déterminer s'il requiert une surveillance ou un assainissement ».

L'investigation historique [1] avait mis en évidence plusieurs constats de pollution et identifié de nombreux secteurs à risques susceptibles de porter atteinte aux biens à protéger. Un cahier des charges de l'investigation technique a donc été proposé et approuvé par le Service cantonal de l'énergie et de l'environnement (SENE). Ce cahier des charges demeure partiel du point de vue de l'OSites. Il a été établi de manière à répondre en priorité aux attentes du maître d'ouvrage en regard de projets de constructions sur le site.

Les investigations ont ainsi conduit à la réalisation de 15 forages en partie équipés de piézomètres en juillet 2018, et à l'analyse d'échantillons solides et liquides. Cinq forages supplémentaires dont 2 équipés de piézomètres, ont en outre été réalisés en décembre 2018. Le présent rapport décrit les travaux réalisés et les résultats obtenus.

## 1.2 DOCUMENTS DE BASE

- [1] RWB Neuchâtel SA (04.05.2018) : Rapport technique. VADEC SA, Parcelle n°12060 du cadastre de la Chaux-de-Fonds. Investigation historique selon l'OSites.
- [2] Bourquin P. (1946) : Notice explicative de la feuille 15 de l'Atlas géologique de la Suisse, 1 :25000. Feuilles: 114 Biaufond, 115 Les Bois, 116 La Ferrière, 117 Saint-Imier avec les parties limitrophes des feuilles 83 Le Locle et 130 La Chaux-de-Fonds et le versant français de la vallée du Doubs. Commission géol. de la S. H. S. N. Berne, 56 p., 7 fig., 6 pl. En collaboration avec H. Suter et P. Fallot.
- [3] Burger A (1991) : Direction des services industriels Le Locle. Rapport sur l'essai de colorations multiples dans l'Oehningien du synclinal du Locle et de La Chaux-de-Fonds.

## 1.3 TRAVAUX RÉALISÉS

- Implantation et suivi de l'exécution 16 forages carottés (F01 à F05 et P01 à P11), équipement de 12 forages avec des piézomètres 3", prélèvements de 35 échantillons solides et analyse de 19 échantillons en laboratoire (juillet 2018).
- Relevé des niveaux piézométriques, prélèvements et analyses d'eaux souterraines à partir des 12 piézomètres au cours de deux campagnes (juillet et novembre 2018).
- Réalisation d'un essai de pompage de courte durée dans le piézomètre F05 (novembre 2018).
- Réalisation de deux prélèvements des eaux de la source de la Ronde (novembre et décembre 2018).
- Implantation et suivi de l'exécution 5 forages carottés supplémentaires (P12 à P16), équipement de 2 forages avec des piézomètres 3", prélèvements et analyses de 7 échantillons solides en laboratoire (décembre 2018).

## 2. FORAGES

### 2.1 GÉOLOGIE

La synthèse des informations géologique figurant dans l'investigation historique [1] prévoyait la présence de remblais reposant sur des dépôts palustres puis sur les marnes du Tortonien. Les forages ont été réalisés jusqu'à une profondeur moyenne de 3 à 4 m avec une profondeur maximale de 6 m. Ils ont recoupé les formations attendues jusqu'au marnes du Tortonien. Les relevés des forages peuvent être consultés en annexe II, les planches photos en annexe III et les protocoles de l'entreprise de forage en annexe IX. Les niveaux des formations recoupées par forage figurent dans le Tableau 1 ci-après.

Les remblais, globalement constitués de limons graveleux et contenant des déchets, sont systématiquement présents jusqu'à une profondeur de 1 à 3.6 m. Ils surmontent des dépôts palustres composés de tourbes et de limons généralement organiques. Ces formations sont globalement situées entre 1 et 4 m de profondeur et sont parfois absentes. Les remblais et les dépôts palustres recouvrent la molasse d'eau douce supérieure du Tortonien constituée de marnes argileuses et/ou limoneuses à légèrement sableuses, beiges et bleues. Le toit de la molasse est généralement altéré. La transition entre les limons palustres et les formations tertiaires sous-jacentes est fréquemment progressive. Une limite franche ne peut ainsi être distinguée. Les niveaux donnés sont donc indicatifs.

Forage	Equipement	Remblais	Dépôts palustres (Quaternaire)	Tortonien (Tertiaire)
F01	-	0 - 1.25	1.25 - 1.4	1.4 - 3
F02	-	0 - 2.6		2.6 - 3
F03	-	0 - 2.9	2.9 - 3.2	3.2 - 4
F04	-	0 - 2.9	2.9 - 3.5	3.5 - 4
F05	Piézomètre 3"	0 - 3.4	3.4 - 5	5 - 6
F06	-	0 - 3.6	3.6 - 3.9	3.9 - 5
P01	Piézomètre 3"	0 - 2.6		2.6 - 4
P02	Piézomètre 3"	0 - 2	2 - 4	
P03	Piézomètre 3"	0 - 2.2		2.2 - 4
P04	Piézomètre 3"	0 - 2.8		2.8 - 4
P05	Piézomètre 3"	0 - 1.5	1.5 - 1.9	1.9 - 3
P06	Piézomètre 3"	0 - 2.2		2.2 - 4
P07	Piézomètre 3"	0 - 1.1	1.1 - 3.7	3.7 - 4
P08	Piézomètre 3"	0 - 1.9	1.9 - 4	4 - 5
P09	Piézomètre 3"	0 - 2.8		2.8 - 4
P10	Piézomètre 3"	0 - 2.3	2.3 - 3.1	3.1 - 4
P11	Piézomètre 3"	0 - 2		2 - 4
P12	-	0 - 3		3 - 4
P13	-	0 - 2	2 - 3.2	3.2 - 4
P14	-	0 - 4.1		4.1 - 5
P15	Piézomètre 3"	0 - 3.9		3.9 - 5
P16	Piézomètre 3"	0 - 1.6	1.6 - 3.3	3.3 - 5

Tableau 1 : Niveau des formations par forage

Le niveau du toit de la molasse est représenté sur la carte de l'annexe I. Nous précisons qu'une partie des forages n'a pas été prise en compte pour générer la carte. Tel est le cas lorsque que la partie supérieure de la molasse a manifestement été excavée pour les constructions et aménagements sur le site.

Le toit de la molasse suit globalement la pente topographique. Toutefois, le niveau relevé dans le forage F05 tend à montrer un approfondissement en direction du sud, probablement en direction de la source de la Ronde. Pour ce même forage, les dépôts palustres généralement constitués de limons argileux, présentaient ici des niveaux légèrement sableux et humides. Le forage a ainsi été poussé plus en profondeur. Des niveaux constitués de sables limoneux, légèrement graveleux et saturés ont été mis au jour entre 3.8 et 4.5 m de profondeur. Les marnes du Tortonien sont recoupées à partir de 5 m de profondeur. Vu ces constats, le forage F05 qui devait initialement être rebouché a finalement été équipé d'un piézomètre. Nous rendons ainsi le lecteur attentif à l'existence d'un piézomètre dénommé F05 et un autre P05. Compte tenu du fait que la partie supérieure du forage F05 est située dans l'ancien gazomètre jusqu'à 2.4 m de profondeur, les crépines du piézomètre ont été placées entre 3 et 4.5 m de profondeur.

## 2.2 CONSTATS ORGANOLEPTIQUES

Les remblais ont presque systématiquement présenté des déchets inertes tels que morceaux de béton ou de terre cuite. Des scories et des déchets de production organiques sous la forme de goudrons sont présents dans la partie supérieure du site, sous la place des services électriques. Des odeurs de HAP et d'hydrocarbures s'en dégagent régulièrement. Ces dépôts sont mélangés à des niveaux graveleux et/ou limoneux. Des colorations noirâtres et des odeurs d'hydrocarbures et de HAP ont également été constatées dans les forages complémentaires P14 et P15 dans le toit de la molasse, et en P16 dans des déchets de démolition.

Les dépôts palustres sont constitués de tourbe et de limons organiques. Ces niveaux sont associés à des odeurs de HAP dans la partie aval du site, en P07 et P08.

## 2.3 CARACTÉRISTIQUES DES OUVRAGES

Numéro	X	Y	Z couvercle / terrain	Z tube piézo / réf	Alt. Toit molasse	Profondeur forage (m)	Niveau crépines (m)
F01	2'554'079.34	1'217'598.02	988.58	-	987.18	3	-
F02	2'554'090.67	1'217'589.74	988.38	-	985.78	3	-
F03	2'554'096.84	1'217'577.24	988.13	-	984.93	4	-
F04	2'554'108.75	1'217'588.64	988.03	-	984.53	4	-
F05	2'554'114.28	1'217'524.92	984.65	984.54	979.65	6	3 - 4.5
F06	2'554'143.67	1'217'526.88	984.91	-	981.01	4	-
P01	2'554'043.73	1'217'581.91	990.35	990.26	987.75	4	1 - 2.8
P02	2'554'101.74	1'217'547.29	986.79	986.75	-	4	2 - 4
P03	2'554'116.53	1'217'604.03	987.75	987.71	985.55	4	1 - 2
P04	2'554'126.02	1'217'574.31	986.84	986.71	984.04	4	1 - 3
P05	2'554'143.61	1'217'516.29	984.82	984.74	982.92	3	1 - 3
P06	2'554'162.39	1'217'532.11	984.87	984.77	982.67	4	1 - 3
P07	2'554'204.27	1'217'500.27	984.80	984.70	981.10	4	2 - 4
P08	2'554'229.79	1'217'524.55	984.53	984.39	980.53	5	2 - 4
P09	2'554'214.64	1'217'594.38	985.02	984.90	982.22	4	1 - 2.8
P10	2'554'234.14	1'217'570.91	985.04	984.93	981.94	4	2 - 3
P11	2'554'254.87	1'217'546.41	984.09	984.01	982.09	4	1 - 2
P12	2'554'175.73	1'217'559.19	985.17		982.17	4	
P13	2'554'195.72	1'217'576.27	985.06		981.86	4	
P14	2'554'179.17	1'217'541.10	985.14		981.04	5	
P15	2'554'192.67	1'217'553.20	985.18	985.07	981.28	5	3.5 - 4.5
P16	2'554'213.38	1'217'572.81	985.26	985.17	981.96	5	2.5 - 3.5

Tableau 2 : Caractéristiques des forages et piézomètres

## 3. EAUX SOUTERRAINES

### 3.1 PIÉZOMÉTRIE / ÉCOULEMENTS

#### 3.1.1 Contexte hydrogéologique

Pour rappel, le site se trouve au pied du versant sud de la vallée synclinale de la Chaux-de-Fonds orientée nord-est sud-ouest. La base du synclinal est tapissée de lehms et de sédiments palustres reposant sur la molasse d'eau douce supérieure (Tortonien), constituant un aquiclude régional. Le site se trouve en secteur A<sub>u</sub> et A<sub>o</sub> de protection des eaux (cf. Figure 1). Le fond de la vallée est probablement drainé par les alluvions et/ou le collecteur d'eaux mixtes en direction du nord-est. L'exutoire principal des eaux souterraines et des eaux de surface est constitué par la perte karstique de la Ronde située à l'entrée de la Combe des Moulins à 1 km au nord-est du site. Les eaux mixtes sont quant à elles acheminées à la STEP située dans la combe des Moulins. Un cours d'eau se forme à l'aval de la Combe des Moulins, constitué en majorité des rejets de la STEP.

Ainsi, les biens à protéger sont à la fois les eaux souterraines et les eaux de surface. Toutes deux sont susceptibles de s'infiltrer dans le réseau karstique dans le secteur de la perte de la Ronde, ou de rejoindre le réseau d'eaux mixte par drainage de ce dernier pour aboutir à la STEP.

La source de la Ronde se situe à une quarantaine de mètres au sud du site d'étude. D'après Bourquin P. (1946) [2], elle constitue vraisemblablement l'exutoire de la nappe aquifère formée dans les calcaires d'eaux douces de l'Oeningien présents sous la Chaux-de-Fonds et reposant sur les marnes rouges. L'essai de traçage réalisé en 1991 par l'injection de colorant aux Eplatures au sud-ouest de la Chaux-de-Fonds a confirmé la relation avec la source de la Ronde [3]. Les eaux de cette résurgence sont ainsi représentatives des eaux s'écoulant sous la Chaux-de-Fonds. La source est captée par Vadec et utilisée comme eau de refroidissement. Les eaux non captées partent vraisemblablement intégralement dans le collecteur d'eaux mixtes.

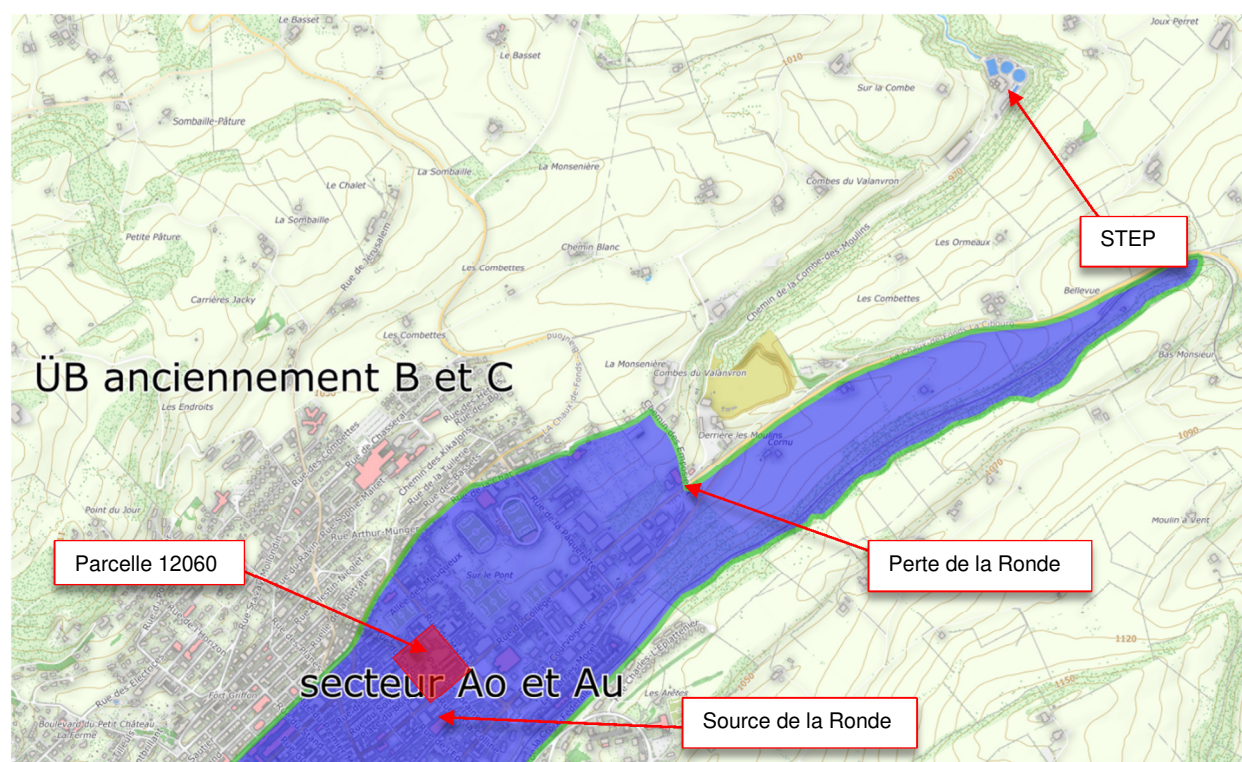


Figure 1 : Extrait de la carte de protection des eaux du Canton de Neuchâtel (Fond de plan : © SITN – Swisstopo DV 5704000630-5704000640 - Openstreetmap)



### 3.1.2 Mesures effectuées

Des relevés piézométriques complets ont été effectués le 10.07.2018 à la suite d'une période sans précipitation majeure, et le 14.11.2018, immédiatement après les premières maigres précipitations qui ont marqué la fin de la longue période de sécheresse qui a prévalu durant le second semestre 2018 (cf. Tableau 3 et Figure 2). Des mesures limitées à quelques ouvrages ont également été réalisées le 10.10.2018. L'ensemble des mesures ont ainsi été réalisées en situation de basses-eaux.

Dans la partie amont du site, le niveau statique se situe globalement dans les 50 derniers centimètres des remblais. Il descend au niveau des dépôts palustres à l'aval du site (P07 et P08). Dans la partie est, le niveau statique est inférieur au niveau de la molasse (cf. annexe I). En effet, les niveaux mesurés en P09, P10 et P11 étaient inférieurs au niveau des crépines. Les isopièzes ont donc été interrompues dans ce secteur sur les cartes piézométriques dès lors que le niveau de la molasse est supérieur aux niveaux des eaux.

Les mêmes tendances sont observées en juillet et en novembre 2018. Des différences variant de 0.01 m (P07) à 0.43 m (P02) sont mesurables entre les deux campagnes, excepté pour P08 où une différence de 1.21 m apparaît. Cette différence importante est confirmée par les mesures effectuées en cours d'échantillonnage en juillet et par la mesure effectuée le 10.12.2018. Les niveaux mesurés en novembre sont au-dessous de ceux mesurés en juillet dans 6 des ouvrages et au-dessus dans 3 ouvrages. Les niveaux dans les piézomètres P09, P10 et P11 sont à nouveau inférieurs au niveau du toit de la molasse et non pris en compte ici. Globalement, les niveaux piézométriques sont supérieurs dans la partie amont du site et inférieurs dans la partie aval en novembre.

Numéro	10.07.2018	14.11.2018	10.12.2018	Remarque
`-	986.80			Niveau eau dans fouille chantier Nord (2'554'149.39 / 1'217'675.24)
F05	982.78	982.97	983.06	
P01	988.04	988.16		
P02	983.59	983.16		
P03	986.13	986.17		
P04	984.78	984.50		
P05	983.07	982.94		
P06	983.04	982.75		
P07	981.88	981.87	980.89	
P08	981.92	980.71	980.59	
P09	981.15	981.63		
P10	981.00	981.60		
P11	Sec	981.26		

Tableau 3 : Relevés piézométriques



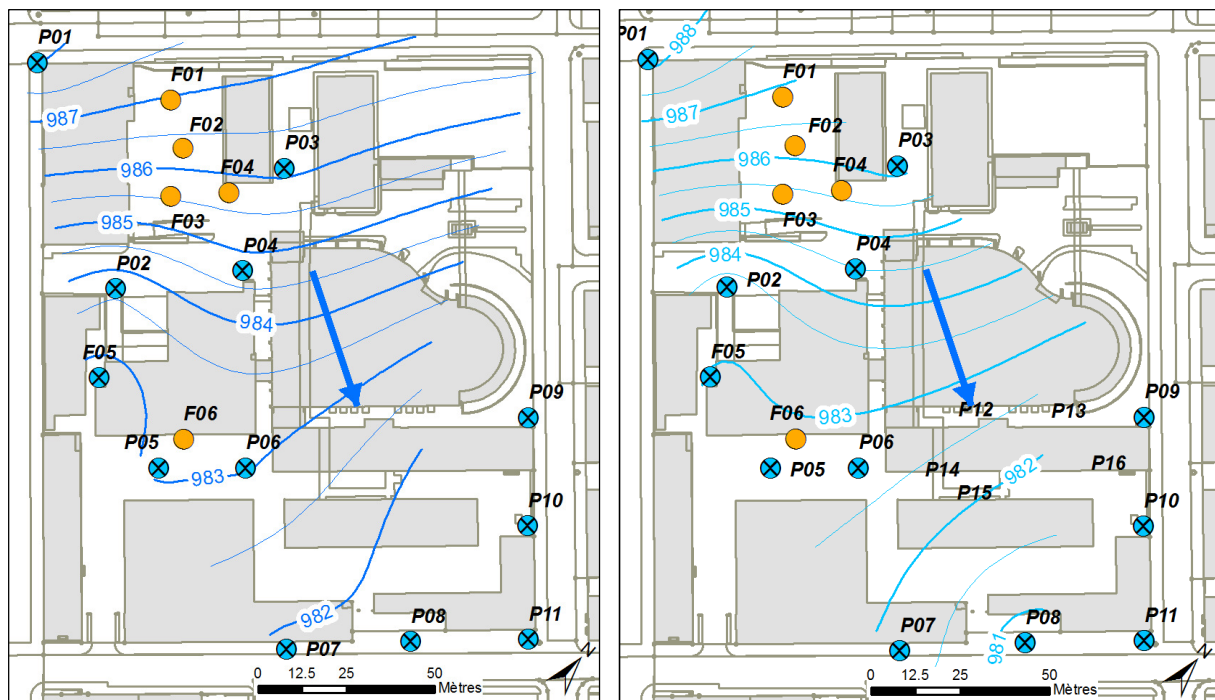


Figure 2 : Cartes piézométriques des relevés du 10.07.2018 (à gauche) et du 14.11.2018 (à droite)

### 3.1.3 Interprétation

L'interpolation montre des directions d'écoulements orientées vers le sud-est dans la partie amont du site. A partir des piézomètres P02 et P04, les lignes d'écoulement se séparent pour s'orienter, d'une part, vers le sud en direction de F05, et d'autre part vers l'est en direction de P08.

Dès la campagne de prélèvement de juillet 2018, le piézomètre F05 avait montré une relativement bonne perméabilité, clairement distincte des autres ouvrages caractérisés par une faible perméabilité. Les eaux présentes dans cet ouvrage montrent également des caractéristiques distinctes de celles prélevées dans les autres ouvrages (cf. 3.2). La carte piézométrique du 10.07.2015 montre un appel en direction du sud à partir de F05. Cette tendance est également apparente en supprimant F05 lors de l'interpolation et est cohérente avec l'approfondissement du toit de la molasse observé dans ce secteur. Nous pouvons dès lors admettre que les niveaux hydrostatiques entre F05 et la partie amont du site sont en relation, malgré la faible perméabilité observée dans la majorité des points.

Cet appel en direction du sud à partir de F05 nous a incités à vérifier la relation éventuelle avec la source de la Ronde, prise en compte lors de la seconde campagne de prélèvement. Il en ressort qu'une connexion est possible. En effet, le niveau des eaux dans F05 situé à une distance de 130 m de la source était 1.4 m supérieur au niveau du bassin de captage de la source le 14.11.2018. Qui plus est, le captage de la source provient du sud-est. Selon toute vraisemblance, le trop plein se déverse dans le collecteur communal dont le radier se situerait au moins 1 m plus bas. Il est ainsi probable que l'ensemble des eaux souterraines dans le secteur soient drainées par le collecteur communal.

Au sujet du réseau d'évacuation des eaux, celui présent sur la parcelle 12060 est situé à plus de 2 m de profondeur. Il est donc susceptible de drainer une partie des eaux souterraines, voire de contaminer les eaux souterraines. De même, les sous-sols des bâtiments et les fosses des déchets de l'ancienne et de la nouvelle usine d'incinération peuvent contraindre les directions d'écoulement. Ces éléments ne sont pas pris en compte au stade actuel des investigations.

## 3.2 PRÉLÈVEMENTS ET PARAMÈTRES PHYSIQUES

### 3.2.1 Description des prélèvements

Les eaux souterraines ont été prélevées au cours de 2 campagnes, en juillet 2018 et novembre 2018. Les paramètres physico-chimiques ont été suivis en continu durant la purge des piézomètres. La synthèse des mesures peut être consultée dans le Tableau 4 ci-après. Les protocoles de prélèvement figurent en annexe VI.

Date	Piézomètre	Volume pompé	T°C	K (25°C)	pH	O2 mg/l	O2 %	Remarques
10-11.07.18	P01	16	17	642	9	7.22	84.1	lég. trouble
10-11.07.18	P02	6	15.3	835	8.1	0.76	8.6	trouble
10-11.07.18	P03	11	15.4	676	7.5	0.43	4.8	
10-11.07.18	P04	24	16.6	441	8.9	7.1	82.1	trouble
10-11.07.18	P05	10	13.8	883	9.2	1.24	14.8	chargé, brun, irisé
10-11.07.18	P06	18	16	911	9.2	5.5	63	O2 pas fiable
10-11.07.18	P07	6	15.7	1203	8.7	0.78	8.7	boueux, irisé
10-11.07.18	P08	7.5	14.8	2115	8.6	0.7	7.8	trouble, brun, sec
10-11.07.18	P09	1.5	16.8	1229	11.6			claire / pas de renouvellement
10-11.07.18	P10	1	15.3	458	8.7			pas de renouvellement
10-11.07.18	P11	Sec						
10-11.07.18	F05	52	11.9	1734	10.8	<ld	-/-	clair
14-19.11.18	P01	4	16.3	489	8.1	0.09	1.0	trouble gris puis clair, lég. irisé
14-19.11.18	P02	4	15.8	864	7.7	0.47	4.8	lég. trouble, gris, lég. irisé
14-19.11.18	P03	12	17.2	406	7.4	0.16	1.9	Lég. trouble, gris
14-19.11.18	P04	12.5	14.9	247	7.77	5.81	63.9	Lég. trouble, gris
14-19.11.18	P05	10	17.5	841	7.5	0.47	5.3	Très lég. trouble
14-19.11.18	P06	12	19.5	811	7.6	-	-	clair puis trouble, beige-gris
14-19.11.18	P07	10	16.9	1561	7.3	-	-	boueux / clair / boueux
14-19.11.18	P08	2	14.9	2270	7.1	1.28	14.1	boueux
14-19.11.18	P09	Sec						
14-19.11.18	P10	3	14.2	565	7.5	4.80	57.2	clair, odeur de soufre
14-19.11.18	P11	Sec						
14-19.11.18	F05	726	10.5	1102	9.5	1.76	17.5	clair
14-19.11.18	La Ronde	source	10.4	720	8.6	0.64	6.4	clair
10.12.2018	La Ronde	source	10.7	565	8.5			clair

Tableau 4 : Paramètres physiques mesurés au cours des campagnes de juillet et novembre 2018

Lors des deux campagnes, à l'exception du piézomètre F05 (cf. chap. 3.3), il n'a pas été possible de réaliser les prélèvements à partir d'un pompage en continu en raison du trop faible renouvellement. Le volume de purge s'est parfois avéré insuffisant pour garantir un prélèvement représentatif des eaux souterraines. Les ouvrages ont dans certains cas dû être prélevés entre 1 et 5 jours après avoir été purgés afin d'avoir suffisamment d'eau à échantillonner. Les purges ont été réalisées avec une pompe immergée en juillet et avec une pompe péristaltique en novembre. Les prélèvements ont quant à eux été réalisés avec une pompe immergée ou au moyen d'un bailleur à usage unique. Le volume d'eau prélevé s'est parfois avéré insuffisant pour réaliser tout ou partie du programme d'analyses prévu (P08, P09, et P10 en juillet ; P02, P04, P05, P08, P09, P10). Seul le piézomètre P11 était sec en juillet tandis que les piézomètres P09 et P11 étaient secs en novembre.

### 3.2.2 Constats organoleptiques

Les eaux pompées ont parfois présenté des odeurs d'hydrocarbures ou putrides lors de la campagne de juillet, ainsi que des irisations. Le bailer utilisé pour l'échantillonnage en P02 est remonté couvert d'une patine jaune, que nous associons à de l'huile, lors de la campagne de juillet 2018. Les hydrocarbures C10-C40 y ont été analysés.

Lors de la campagne de novembre 2018, les eaux de P01 et P02 ont présenté des reflets irisés, celles de P10 une odeur de soufre.

Les eaux de la Ronde prélevées lors de la campagne de novembre et décembre 2018 étaient claires et ne présentaient pas de particularités.

### 3.2.3 Paramètres physiques

Lors des prélèvements du mois de juillet 2018 en situation d'été, la température de l'eau était élevée et se situait entre 15 et 17°C. Les eaux prélevées sont proches de la surface et sont vraisemblablement principalement composées d'eaux de percolation. Une influence des installations de distribution de chaleur enterrées sur le site est par ailleurs très probable. Elle est manifeste dans le cas du piézomètre P06 dans lequel des eaux ont été pompées en milieu d'après-midi à une température de 21°C (cf. annexe VI). A l'opposé, avec une température de 11.9 °C, les eaux pompées dans le piézomètre F05 montrent une origine distincte du reste du réseau de surveillance.

Ces tendances sont confirmées par la campagne de novembre. En effet, les températures des eaux souterraines sont généralement relativement élevées (14 à 17°C) et la température mesurée en P06 est anormalement élevée (19.5°C). La température mesurée en F05 (10.5°C) est à nouveau nettement distincte du reste des piézomètres, confirmant ainsi l'origine distincte des eaux prélevées à ce point de prélèvement. Nous relevons que la température mesurée en F05 est similaire à celle mesurée à la source de la Ronde (10.4 °C).

Lors de la campagne de juillet 2018, la conductivité montre d'importants écarts avec des valeurs mesurées de 441 à 2115 µS/cm. Les valeurs basses en P01 (642 µS/cm), P03 (676 µS/cm) et P04 (441 µS/cm), illustrent probablement un lien rapide avec les eaux météoriques. Des orages avaient lieu en fin de journée lors des prélèvements en juillet. Les valeurs élevées mesurées en P06 (911 µS/cm), P07 (1203 µS/cm) et P08 (2115 µS/cm) peuvent être associées à la forte turbidité des échantillons. La valeur de 1229 µS/cm en P09 a été mesurée dans de l'eau claire stagnante au fond du piézomètre, en l'absence de renouvellement. Les 1734 µS/cm mesurés en F05 après une purge de plus de 50 l illustrent à nouveau les anomalies dans les eaux issues de cet ouvrage. Ces tendances sont à nouveau confirmées lors de la campagne de novembre. Des conductivités particulièrement hautes par rapport au reste des points sont effectivement observées en P07 et P08 où les eaux sont très mal renouvelées. L'anomalie en F05 est également confirmée par une conductivité élevée à 1102 µS/cm. Bien que la Ronde se distingue comme F05 du reste des piézomètres du point de vue de sa température, sa conductivité se trouve dans l'intervalle des valeurs mesurées sur le site.

Le pH est globalement élevé avec les valeurs en majorité proches ou supérieures à 9 lors de la campagne de juillet. Elles sont très élevées en P09 (11.6) en l'absence de renouvellement, ainsi qu'en F05 (10.8) après renouvellement. Le pH est généralement plus bas lors de la campagne de novembre bien qu'il reste basique. La valeur supérieure en F05 (10.8 et 9.5) apparaît cependant clairement lors des deux campagnes. La Ronde elle-même présente un pH relativement élevé (8.5).

Finalement, les faibles teneurs en oxygène lors des deux campagnes illustrent des conditions globalement anoxiques. En F05, la teneur en oxygène était en dessous de la limite de détection de la sonde en juillet. A l'opposé, les valeurs élevées en P01 en juillet (7.22 mg/l / 84.1%) et P04 (7.1 mg/l / 82.1% resp. 5.81

mg/l / 63.9% en novembre) sont corrélées à la faible conductivité et renforcent l'hypothèse du lien rapide avec les eaux météoriques. Les eaux de la Ronde sont quant à elles anoxiques (0.64 mg/l / 6.4%).

### **3.3 POMPAGE DE COURTE DURÉE EN F05**

Le piézomètre F05 présente une particularité. Tel que décrit au chap. 2.1, les crépines de cet ouvrage se situent à la base des remblais et dans des dépôts palustres sableux. Un prélèvement avec pompage en continu a pu y être réalisé lors des deux campagnes. Lors de la campagne de novembre, un premier prélèvement après stabilisation des paramètres a été effectué. Le pompage a ensuite été poursuivi durant 35 minutes afin d'appréhender les conditions hydrogéologiques. Un second prélèvement a été effectué à l'issue du pompage.

Le débit de pompage était de 20 l/min. Le niveau piézométrique s'est rapidement stabilisé à 4 cm en dessous du niveau statique (voir protocole de prélèvement, annexe VI). Ces résultats confirment la bonne perméabilité et la productivité des formations au droit de cet ouvrage.

## **4. RÉSULTATS D'ANALYSES**

---

### **4.1 ECHANTILLONS SOLIDES**

#### **4.1.1 Généralités**

Les rapports du laboratoire figurent en annexe VII. Le tableau de synthèse peut être consulté en annexe IV. Les résultats y sont comparés aux valeurs limites et filières de valorisation selon l'ordonnance fédérale sur les déchets (OLED). Le programme d'échantillonnage et d'analyses a été déterminé sur la base du cahier des charges de l'investigation et adapté selon les constats organoleptiques. Les principaux paramètres analysés sont les hydrocarbures aliphatiques C5-C10 et C10-C40, les HAP, les métaux lourds, les PCB et le TOC 400. De manière générale, des matériaux fortement pollués sont présents dans la grande majorité des sondages.

#### **4.1.2 HAP**

Les HAP, résidu typique de la production de gaz de houille, sont largement présents et en fortes concentrations sur le site. Les résultats sont comparés aux valeurs limites fixées à la fois pour la somme des 16 HAP et pour le benzo(a)pyrène. Outre leur représentation sur le tableau de l'annexe IV, les concentrations en HAP et benzo(a)pyrène figurent sur les levés des forages en annexe II.

Les HAP se trouvent en concentrations correspondant à des déchets de type E ou des déchets spéciaux dans les remblais constitués de scories et/ou de limons organiques dans la partie amont et dans la partie intermédiaire du site. Les analyses effectuées dans les matériaux en place sous-jacents montrent que ces derniers ne sont pas pollués.

Dans la partie aval du site, les HAP ont migré dans les dépôts palustres en P08 et jusque sur le toit de la molasse en P07. Les concentrations mesurées en font des déchets spéciaux. Les analyses effectuées sur 3 échantillons entre 2 et 3.4 m de profondeur en P08 montrent que les concentrations tendent à diminuer rapidement avec la profondeur.

#### 4.1.3 Hydrocarbures C10-C40

Les concentrations en hydrocarbures totaux sont globalement corrélées avec les concentrations en HAP. Les résultats obtenus figurent également sur les levés des forages en annexe II.

#### 4.1.4 Métaux lourds

Les teneurs en métaux lourds montrent fréquemment des anomalies, mais correspondent globalement à de faibles concentrations. Nous notons la présence fréquente d'arsenic, polluant typique des usines à gaz, dans des concentrations correspondant à des déchets de type B.

Nous relevons par ailleurs la teneur élevée en plomb (1'600 mg/kg, DTE) dans les déchets présents en F02 entre 110 et 170 cm de profondeur ainsi que du chrome hexavalent (0.52 mg/kg, DS) en P04 entre 260 et 280 cm de profondeur.

#### 4.1.5 TOC 400

Le carbone organique libérable jusqu'à 400°C a été analysé sur une sélection d'échantillons prélevés dans les remblais dans la partie amont du site. Un échantillon provient des limons en place. Les résultats montrent en majorité de teneurs élevées classant les matériaux en décharge de type E (> 20'000 mg/kg) ou en déchets spéciaux (> 50'000 mg/kg). Les échantillons correspondant montraient une forte coloration noirâtre.

Le TOC400 analysé dans les échantillons prélevés dans la partie intermédiaire du site (forages P14 et P15) montre des faibles valeurs de concentrations (max 5600 mg/kg MS), bien que les HAP et les hydrocarbures soient présents en fortes concentrations. Les échantillons correspondant, bien que présentant des odeurs manifestes de HAP et d'hydrocarbures, ne présentaient pas une forte coloration noirâtre.

Ainsi, la présence de matière organique peut clairement être associée à la coloration des matériaux. Les fortes concentrations mesurées ont manifestement deux origines. La matière organique provient d'une part des scories et déchets de production auxquels sont également associées les fortes teneurs en HAP et en hydrocarbures. D'autre part, elle provient de la matière organique naturellement présente en forte concentration dans la tourbe et les dépôts palustres.

#### 4.1.6 Autres polluants

Les **hydrocarbures C5-C10** et les **BTEX** ont été analysés uniquement sur un échantillon prélevé en F06 entre 3.7 et 3.9 m de profondeur. Ces analyses ont révélé la présence de benzène en traces (0.037 mg/kg).

**COV élargis** ont été analysés sur l'échantillon P15 3.6-3.9. Tous les paramètres mesurés sont inférieurs à la limite de détection, à l'exception du naphthalène (0.23 mg/kg MB) et du pseudocumène (0.011 mg/kg MB).

Les **PCB** ont été analysés sur 7 échantillons. Ils ont été détectés uniquement à la base des remblais en P04 entre 2.6 et 2.8 m de profondeur, mais dans une concentration impliquant une élimination en décharge de type E. Pour rappel, ce même échantillon présente une teneur élevée en chrome VI.

Le **cyanure total** dépasse régulièrement la valeur limite fixée pour des matériaux non pollués.

Le **cyanure libre** analysé dans les échantillons prélevés en F02, F04, F06 et P03 ne montre pas de concentration problématique en lixiviation. Nous précisons que ce dernier paramètre a été analysé à titre de contrôle sur ces échantillons de manière complémentaire plusieurs mois après l'échantillonnage. Les concentrations mesurées peuvent ainsi être sous-estimées. Ceci est d'autant plus probable que le cyanure

libre montre des dépassements des valeurs admissibles en décharge de type B dans les échantillons prélevés en P14 et en P15, pour lesquels il a été analysé aussitôt après le prélèvement.

Enfin, **l'ammonium** et **le nitrite** ont été analysés sur les lixiviats d'échantillons de limons organiques, de remblais et du toit de la molasse en F06, P14 et P15. Les valeurs pour une élimination en décharge de type B sont dépassées dans les matériaux en place.

## 4.2 EAUX SOUTERRAINES

Les analyses d'eaux souterraines ont été réalisées lors de deux campagnes en juillet et en novembre 2018 à partir des piézomètres présents sur le site. Les résultats sont présentés ci-après. Les eaux de la source de la Ronde ont fait l'objet de deux prélèvements. Les résultats concernant ces prélèvements sont présentés au chapitre suivant.

Comme indiqué au chapitre 3.2, les conditions de prélèvement sont liées à un faible renouvellement des eaux dans les piézomètres. Le programme d'analyses n'a ainsi pas pu être réalisé dans son intégralité et peut différer d'une campagne à l'autre. Néanmoins, les résultats obtenus entre les deux campagnes sont globalement cohérents. Ils figurent en synthèse dans les tableaux de l'annexe V. Les valeurs sont mises en forme selon les limites OSites pour les eaux souterraines (en rouge) et pour les eaux de surface (en bleu) en secteur A de protection des eaux. Nous rappelons que deux prélèvements successifs ont été réalisés sur le piézomètre F05 lors de la campagne de novembre. Les rapports du laboratoire peuvent être consultés en annexe VIII.

Des dépassements des valeurs limites de surveillance et d'assainissement pour les eaux souterraines et pour les eaux de surface sont mesurés à de multiples emplacements sur le site et pour différents paramètres. Nous relevons les éléments suivants :

- Parmi les **métaux lourds**, l'antimoine dépasse les limites de surveillance pour les eaux souterraines au milieu (F05) et en aval du site (P08). L'arsenic dépasse les limites de surveillance pour les eaux souterraines en amont (P01), au milieu (P06) et en aval du site (P08). Le chrome dissout dépasse les limites de surveillance pour les eaux souterraines en aval du site (P08). Le chrome hexavalent ne montre pas d'anomalie. La limite de détection de la méthode pour ce paramètre est toutefois supérieure à la limite de surveillance pour les eaux souterraines.
- **L'ammonium** dépasse la valeur de surveillance pour les eaux de surface en P03, P06, P07 (novembre) et en F05. Ce paramètre n'a pas été analysé à l'aval du site en P08 en raison du manque d'eau.
- Le **nitrite** excède la valeur de surveillance pour les eaux de surface en P06 et légèrement la valeur d'assainissement pour les eaux de surface en F05 (1.1 mg/l en juillet, 1.1 / 0.71 mg/l en novembre).
- Le **cyanure libre** excédait légèrement la valeur d'assainissement pour les eaux souterraines en P06 (0.027 mg/l) et la valeur de surveillance en F05 (0.006 mg/l) lors de la campagne de juillet. Il n'a pas été détecté sur ces mêmes points lors de la campagne de novembre (< 0.005 mg/l).
- Le **benzène** dépasse la valeur limite de surveillance pour les eaux souterraines en P02 (3.0 µg/l en juillet) et F05 (3.0 µg/l en juillet et 1.4 / 1.8 µg/l en novembre).
- Le **toluène** et les **xylènes** sont régulièrement présents en traces.
- Des **composés organochlorés** ont été mesurés en concentrations significatives a plusieurs emplacements. La concentration en **perchloréthylène** excède légèrement la valeur limite de surveillance en amont du site en P01 (5.3 µg/l) en juillet. Ce composé n'a plus été détecté en P01 lors de la campagne de novembre. En F05, le perchloréthylène excède également de peu la limite de surveillance pour les eaux souterraines lors des deux campagnes (4.5 en juillet, 4.0 µg/l et 3.2 µg/l en novembre). Il a été mesuré en traces à l'aval du site en P08, ainsi qu'en P09 et est régulièrement associé à la présence en traces de **trichloréthylène**. La concentration en **chlorure**

**de vinyle** dépasse la valeur d'assainissement en F05 (0.47 µg/l) en juillet et n'excède plus que la valeur de surveillance (0.20 / 0.1 µg/l) en novembre.

- Les **HAP** avaient initialement été détectés en teneurs importantes dans la majorité des points de prélèvements et notamment en amont du site lors de la campagne de juillet. Sollicité à ce sujet, le laboratoire a reproduit les analyses après centrifugation des échantillons. Au final, seuls P06 et F05 présentaient des HAP en traces lors de la campagne de juillet. Pour ces analyses, la méthode prévoit une décantation simple. Lors de la première analyse, celle-ci n'aurait pas été réalisée sur une durée suffisante par le laboratoire ou n'apparaît pas suffisante pour les échantillons chargés en matière en suspension.

Lors de la campagne de novembre, la décantation a été réalisée telle que prévue par la méthode. Des HAP sont présents en traces dans les échantillons prélevés en P03, P07 et F05. La valeur d'assainissement est atteinte pour le Dibenzo(ah)anthracène (0.025 µg/l). Ces résultats doivent être interprétés avec prudence du fait du faible renouvellement des eaux dans les ouvrages et d'échantillons fréquemment chargés en matière en suspension. Nous considérons comme significatifs uniquement les résultats obtenus dans le piézomètre F05 après un renouvellement suffisant des eaux. Les résultats globaux indiquent néanmoins que des HAP sont présents dans les matériaux de manière généralisée sur le site, y compris en amont en P01.

- L'analyse des **HC C10-C40** a révélé la concentration de 39 mg/l en P02.
- Les **composés nitrés** et les **phénols** n'ont été mesurés qu'en traces ou n'ont pas été détectés.

### 4.3 SOURCE DE LA RONDE

La source de la Ronde a fait l'objet de prélèvements le 15 novembre et le 10 décembre 2018. Le premier prélèvement avait pour objectif d'apprécier la relation éventuelle entre la Ronde et le site d'étude. Les résultats d'analyses du premier prélèvement sont présentés sur le tableau de synthèse en annexe V. Les rapports du laboratoire peuvent être consultés en annexe VIII. Ils n'indiquent pas de contamination qui puisse être mise directement en relation avec les activités de l'ancienne usine à gaz. Une importante contamination de la source par des solvants organochlorés a par contre été mise au jour. Le second prélèvement a ainsi eu pour objectif de confirmer les premiers résultats obtenus. Les teneurs en solvants chlorés mesurées figurent dans le tableau ci-dessous.

Date	Unité	15.11.2018	10.12.2018
Chlorure de vinyle	µg/l E/L	<0.1	0,16
Dichlorométhane	µg/l E/L	<0.1	<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/l E/L	<0.1	14
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l E/L	0,45	0,24
Trichlorométhane	µg/l E/L	0,66	0,24
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l E/L	0,56	3,4
Tétrachlorométhane	µg/l E/L	<0,1	<0,1
Trichloroéthylène	µg/l E/L	16	25
Tétrachloroéthylène	µg/l E/L	256	400
<b>Somme des COHV</b>	µg/l E/L	<b>274</b>	<b>440</b>

Tableau 5 : teneurs en composés organochlorés mesurés dans la Ronde

Le prélèvement du 14.11.2018 a été effectué immédiatement après les premières maigres précipitations qui ont marqué la fin d'une longue période de sécheresse. Les eaux dans le bassin de captage ne montraient pas un écoulement significatif. Le prélèvement du 10.10.2018 a été réalisé après des précipitations significatives. Les eaux du bassin s'écoulaient dans la surverse.

Les teneurs en perchloréthylène (Tétrachloroéthylène) dépassent largement la valeur d'assainissement fixée à 20 µg/l en secteur A de protection des eaux souterraines et mettent en évidence la présence d'un ou plusieurs sites contaminés dans le bassin versant de la source. Nous précisons pour la bonne forme que ces polluants ne sont pas en lien avec les activités qui ont eu cours sur la parcelle de Vadec.



## 5. INFORMATION COMPLÉMENTAIRE

---

Dans la notice explicative de la carte géologique de 1946 [2], p. 49, l'auteur signale les éléments suivants : *« on observe, dans la Combe du Valanvron en amont du Moulin de la Roche [557,5/220,7], dans les dépôts récents, des intercalations de goudron provenant de l'évacuation des déchets de la distillation de la houille du début de la fabrication du gaz »* (p. 19).

## 6. INTERPRÉTATION

---

### 6.1 MATÉRIAUX POLLUÉS

Les constats et analyses réalisés ont montré la présence de déchets et de matériaux pollués à de multiples emplacements sur le site. En particulier, des scories et des déchets de production de l'usine à gaz sont associés aux remblais jusqu'à 3 m de profondeur dans la partie amont à l'ouest du site, correspondant à la place exploitée par les services électrique (F01 ; F02 ; F03 ; F04 ; P02 ; P03 ; P04). Des teneurs en hydrocarbures et HAP ont été mesurées dans des concentrations impliquant les filières d'élimination en décharge de type E ou en déchets spéciaux. De même, de très fortes teneurs en matière organique sont mesurées, associées à la fois aux polluants et à la fois aux teneurs naturellement présentes dans des matériaux palustres contenant de la tourbe. Ces teneurs élevées en matière organique conditionnent également les possibilités de valorisation des matériaux. Une stratégie de tri devra être élaborée en cas de terrassement dans ce secteur de manière à optimiser les montants et les filières d'élimination des matériaux.

Sur le côté sud-ouest du site, le forage F05 a été implanté à travers un ancien gazomètre dont le radier a été retrouvé à 2.4 m de profondeur. Un ancien sol reconstitué reposant sur le radier contient des HAP (DTE). Des odeurs de HAP émanaient également des 30 premiers centimètres de graviers sous le radier.

Dans la partie intermédiaire du site, côté sud-ouest (F06 ; P05 ; P06), les remblais contiennent une faible part de déchets inertes et montrent peu ou pas d'indices de pollution. Les analyses effectuées sur des limons organiques à priori pollués ont montré une faible pollution (F06 330-350). La teneur élevée en matière organique est confirmée, associée à la présence d'ammonium.

Dans la partie intermédiaire du site, côté nord-est (P14, P15 et P16), des HAP et des hydrocarbures sont présents en fortes concentrations dans et à la base des remblais. Les concentrations mesurées en font des déchets spéciaux.

Dans la partie aval du site (P08 ; P09), les dépôts palustres sont imprégnés d'hydrocarbures et de HAP résultant probablement d'une migration de ces polluants depuis l'amont. Les concentrations mesurées en font des déchets spéciaux.

Finalement, les forages réalisés à l'est du site (P09 ; P10 ; P11), bien que contenant localement des déchets inertes, n'ont pas montré d'indice de pollution.

En synthèse des matériaux pollués généralement liés à la présence de goudrons sont présents sur la grande majorité de la parcelle. De plus, vu les constats de pollution à la base des alluvions dans les forages P08 et P08, associés aux informations fournies au chapitre 5, l'on peut s'attendre à la présence de goudrons le long de l'ancien lit de la Ronde depuis le site d'étude au moins jusqu'à la hauteur du Moulin des Roches.

## **6.2 QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES**

Les paramètres physiques montrent une grande variabilité de la conductivité, un pH globalement élevé et des conditions anoxiques.

Les eaux souterraines sur le site montrent la présence de polluants variés qui peuvent être mis en relation avec les activités de production de gaz de houille. Les résultats obtenus sont cohérents avec les résultats d'analyses des échantillons solides. Il s'agit en particulier des HAP, des métaux lourds, des cyanures et du benzène. L'origine de l'ammonium et du nitrite est ambivalente. Ils peuvent à la fois provenir du traitement des gaz, de fuites du réseau d'eaux usées, mais également de la charge organique naturellement présente sur le site en présence de tourbe. Les traces de solvants chlorés mesurées sont sans lien avec les activités qui ont eu cours sur le site et proviennent sans doute de l'amont.

Les concentrations mesurées indiquent des dépassements des valeurs de surveillance et quelques fois des valeurs d'assainissement OSites au droit des points de prélèvement et répartis de manière éparse sur le site. De tels dépassements sont ainsi avérés pour l'arsenic, l'antimoine, l'ammonium, le nitrite, le cyanure libre, le benzène, les solvants chlorés et le Dibenzo(ah)anthracène.

Finalement, les prélèvements ont été réalisés en situation de basses-eaux. Les concentrations mesurées sont susceptibles d'augmenter en situation de hautes-eaux par l'augmentation du contact entre les eaux et les matériaux pollués. Il n'est néanmoins pas démontré à ce jour que les niveaux hydrostatiques puissent monter de manière significative, ceux-ci étant probablement contraints par les niveaux des collecteurs d'eaux mixtes.

## **7. EVALUATION DE LA MISE EN DANGER**

---

### **7.1 BESOIN DE SURVEILLANCE OU D'ASSAINISSEMENT**

Les relevés des forages et les prélèvements montrent que les eaux souterraines sur le site correspondent, d'une part, aux eaux présentes à la base des remblais pollués, et d'autre part, aux eaux présentes dans les dépôts palustres reposant sur la molasse imperméable. Les remblais et les dépôts palustres présentent une faible perméabilité confirmée par le gradient élevé. Les résultats des analyses sont hétérogènes et caractéristiques de faibles circulations.

Les forages P07 et P08 sont situés en position aval par rapport aux directions d'écoulement. Les analyses d'eaux souterraines montrent que les valeurs de surveillance pour l'ammonium sont dépassées en novembre 2018 en P07. Les valeurs de surveillance pour les métaux lourds sont dépassées en juillet en P08. Aucune valeur d'assainissement n'est atteinte ou dépassée. Néanmoins, les analyses des échantillons solides y ont démontré la présence de HAP en fortes concentrations. Par conséquent, ces deux ouvrages ne sont pas représentatifs de « l'aval à proximité du site » nécessaire à l'évaluation des besoins de surveillance ou d'assainissement selon l'OSites. L'aval à proximité du site devrait ainsi être recherché plus loin dans la direction d'écoulement des eaux souterraines.

A ce sujet, les eaux percolant à la base des remblais et des dépôts palustres sont probablement drainées par le collecteur situé sous la rue du Collège et acheminées en direction de la STEP. Si tel n'est pas le cas, elles rejoindront les eaux souterraines à la base du synclinal et se dirigeront en direction de la perte de la Ronde à 1 km au nord-est du site.

Enfin, le piézomètre F05 se distingue des autres points de prélèvement étant donné qu'il s'agit de l'unique ouvrage productif présent sur le site.

Au vu de ces éléments, nous relevons les éléments d'appréciations suivants :

- Compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques du site, à l'exception du piézomètre F05, les ouvrages de surveillance sur le site ne sont pas représentatifs des eaux souterraines au sens de l'OSites.
- Le réseau de surveillance des eaux souterraines en place n'est pas représentatif de « l'aval à proximité du site ».
- Malgré l'inscription du site en secteur A<sub>u</sub> et A<sub>o</sub> de protection des eaux, l'impact de la pollution sur les biens à protéger, pour autant qu'il puisse être démontré, est a priori minime au vu des faibles perméabilités en présence. En effet, les concentrations mesurées dans les eaux au droit du site ne montrent que de faibles dépassements des valeurs d'assainissement. Les concentrations mesurées dans les piézomètres P07 et P08, situés en position aval mais encore dans le site, montrent uniquement des dépassements des valeurs de surveillance. Ainsi, les concentrations mesurées à l'aval à proximité du site seront par conséquent très probablement inférieures à ces valeurs de référence. De même, les maigres effluents en provenance du site qui rejoindront les eaux de surface ou la nappe phréatique éventuellement présente à la base du synclinal seront rapidement mélangés aux apports du reste du bassin versant. La démonstration des atteintes effectives apparaît ainsi techniquement difficilement quantifiable. Il est en outre probable que la majorité des effluents en question rejoignent en définitive le réseau d'évacuation des eaux usées et non le milieu naturel.
- Dans le cas de F05, les valeurs d'assainissement sont dépassées 1x pour le chlorure de vinyle et lors des deux campagnes pour le nitrite. Les valeurs de surveillance sont dépassées lors des deux campagnes pour l'antimoine, des solvants chlorés et le benzène. Comme indiqué au chapitre 6.2 l'origine du nitrite peut être associée à la fois aux déchets de l'usine à gaz, aux fuites des eaux usées ou être naturelle et les solvants chlorés ne proviennent vraisemblablement pas du site. Seul le benzène pourrait être distinctement associé aux activités de l'usine à gaz (épuration des gaz de houille ou craquage d'essence). Bien que l'essai de pompage ait démontré une bonne perméabilité, les conditions anoxiques, mises en évidence par la présence de nitrite et de produits de dégradation des solvants chlorés, démontrent un faible renouvellement de ces eaux. Cet ouvrage n'est pas non plus représentatif de l'aval à proximité du site.
- **Il apparaît dès lors peu probable que l'impact du site sur le bien à protéger justifie un besoin de surveillance ou d'assainissement pour les eaux souterraines ou pour les eaux de surface au sens de l'OSites.**
- La démonstration de l'impact effectif du site nécessiterait la réalisation d'études géologiques et hydrogéologiques complémentaires à l'aval du site, ainsi que la caractérisation du réseau d'évacuation des eaux. Vu l'importante pollution des eaux de la Ronde mise au jour au cours de la présente investigation, et dont l'origine n'est pas en lien avec les activités de l'usine à gaz, ces démarches doivent être réalisées dans le cadre d'investigations menées à l'échelle régionale.

## 7.2 POLLUTION DES EAUX DE LA RONDE

Les analyses d'eaux de la Ronde montrent une importante pollution par des solvants chlorés, qui n'est pas en lien avec le site d'étude. Ces résultats mettent en évidence la présence de sites contaminés dans le bassin versant de cette ressource. Des études à l'échelle régionale devront être engagées par les autorités de surveillance.

### 7.3 ART. 3, OSITES

L'art.3, OSites, stipule les dispositions suivantes :

*Les sites pollués ne peuvent être modifiés par la création ou la transformation de constructions et d'installations que:*

- a. s'ils ne nécessitent pas d'assainissement et si le projet n'engendre pas de besoin d'assainissement; ou*
- b. si le projet n'entrave pas de manière considérable l'assainissement ultérieur des sites ou si ces derniers, dans la mesure où ils sont modifiés par le projet, sont assainis en même temps.*

En d'autres termes, les possibilités d'aménagement ou de construction sur un site pollué ou une partie de ce dernier demeurent limitées tant que l'on ne peut exclure que des mesures d'assainissement seront nécessaires dans le périmètre du projet. A défaut, des mesures appropriées, voire un assainissement, seront entrepris dans le cadre du projet.

Les conclusions présentées au chapitre 7.1 montrent qu'un assainissement du site n'est a priori pas nécessaire. Dans ce sens, seule la gestion appropriée des matériaux d'excavation pollués sera requise conformément à l'ordonnance fédérale sur les déchets (OLED). La qualité des éventuelles eaux pompées en fond de terrassement devra également être vérifiée avant rejet.

## 8. CONCLUSION

---

La parcelle n° 12060 du ban de la Chaux-de-Fonds a supporté les activités de l'ancienne usine à gaz. Il en résulte la présence généralisée sur le site de résidus de productions, notamment des goudrons, caractérisés principalement par de fortes teneurs en HAP et en hydrocarbures. Ces déchets sont associés à de la tourbe naturellement présente et conduisant à de fortes teneurs en matière organique. Par ailleurs, des résidus de goudrons se trouvent probablement au-delà de la parcelle étudiée le long de l'ancien lit de la Ronde.

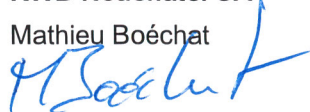
Les eaux souterraines sont présentes en très faible quantité sur le site, dans des formations peu perméables et en conditions anoxiques. Les analyses réalisées montrent un impact significatif des polluants en présence sur les eaux souterraines, avec des dépassements locaux des valeurs de surveillance et de faibles dépassements de valeurs d'assainissement. Le réseau de surveillance en place n'a pas permis d'obtenir des échantillons représentatifs de l'aval à proximité du site. Les conditions géologiques et hydrogéologiques locales rendent cependant peu probable un besoin de surveillance ou d'assainissement vis-à-vis de la protection des eaux souterraines ou des eaux de surface.

Une importante pollution des eaux de la source de la Ronde par des solvants chlorés a été mise au jour. Cette pollution est sans lien avec le site d'étude. Ainsi, l'éventuelle caractérisation des atteintes effectives du site devrait le cas échéant être réalisée dans le cadre d'investigations à mener à l'échelle régionale.

Neuchâtel, le 26 mars 2019

**RWB Neuchâtel SA**

Mathieu Boéchat



Alice Badin

