

**Syndicat intercommunal des eaux de la
région de Vatan (36)**

**Etude hydrogéologique et environne-
mentale préalable à l'instauration des
périmètres de protection des captages
d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2**

Rapport

Mars 2011 – A 53913/A

**S.I.E. DE LA REGION DE VATAN
Mairie
36150 VATAN**

AGENCE PARIS – CENTRE - NORMANDIE

**ZAC du Moulin - 803, boulevard Duhamel du Monceau – 45160 OLIVET
Téléphone : 02.38.23.22.21 – Fax : 02.38.23.22.30**



Sommaire

1. Contexte et objectifs.....	6
2. Renseignements généraux sur les captages Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte	7
2.1. Situation géographique des captages	7
2.2. Renseignements généraux sur le captage Seigneur 1.....	12
2.3. Renseignements généraux sur le captage Seigneur 2.....	16
2.4. Renseignements généraux sur le sondage de reconnaissance de Seigneur 2.....	19
2.5. Renseignements généraux sur le captage de Font Morte.....	22
3. Contexte géologique et hydrogéologique d'après les données disponibles.....	25
3.1. Contexte géologique général.....	25
3.2. Contexte géologique local.....	28
3.3. Contexte hydrogéologique général	30
3.4. Données de la carte piézométrique de la nappe des calcaires de Buzançais (juillet 1987)	31
3.5. Données de la carte piézométrique de la nappe des calcaires de Buzançais (octobre-novembre 1987)	33
4. Réalisation de trois piézomètres de reconnaissance géologique et hydrogéologique	35
4.1. Localisation	35
4.2. Coupes techniques.....	35
4.3. Coupes lithologiques.....	37
4.4. Résultats des profils diagraphiques de radioactivité naturelle.....	42
4.5. Résultats des profils diagraphiques de production.....	47
4.6. Résultats des profils diagraphiques de température et conductivité	50
4.7. Résultats et interprétation des pompages d'essai dans les trois piézomètres.....	54
4.7.1. PZA	54
4.7.2. PZB	58
4.7.3. PZC	62
5. Campagnes piézométriques « hautes eaux » et « basses eaux ».....	66
5.1. Résultats de la campagne piézométrique « hautes eaux » du 16/06/2010.....	66
5.2. Résultats de la campagne piézométrique « basses eaux » du 9/11/2010.....	70
6. Résultats et interprétations des pompages d'essai dans Seigneur 1 et Seigneur 2.....	73
6.1. Résultat du pompage par paliers de débits dans Seigneur 1	73

6.2. Résultat du pompage continu dans Seigneur 1	76
6.3. Résultat du pompage par paliers de débits dans Seigneur 2	80
6.4. Résultat du pompage continu dans Seigneur 2	82
7. Calcul de la zone d'appel et des isochrones des captages.....	86
7.1. Définition et méthode de calcul	86
7.2. Calcul de la zone d'appel et des isochrones de Seigneur 1.....	86
7.3. Calcul de la zone d'appel et des isochrones de Seigneur 2.....	90
8. Résultats des suivis piézométriques effectués dans les différents ouvrages du champ captant.....	93
8.1. Suivi piézométrique pendant la période du 4/06/2010 au 24/09/2010	93
8.1.1. Seigneur 1.....	93
8.1.2. Seigneur 2.....	95
8.1.3. Font Morte.....	97
8.1.4. PZA	99
8.1.5. PZB	101
8.1.6. PZC	103
8.2. Zoom des courbes piézométriques de la période du 6 au 7/08/2010	105
8.3. Comparaison des courbes piézométriques de la période du 15 au 19/06/2010 (= période des pompages d'essai dans Seigneur 1 et 2)	107
9. Résultat du suivi piézométrique effectué dans le ruisseau de Péruelle au droit du champ captant	109
10. Caractérisation qualitative de la ressource en eau	111
10.1. Résultats d'analyses d'eaux prélevées dans Seigneur 1, Seigneur 2 et Font-Morte pendant les pompages d'essai	111
10.2. Résultats du suivi bimestriel de la qualité de l'eau de Seigneur 1 et 2.....	117
10.3. Résultats de l'analyse complète de l'eau de Seigneur 1 et 2	120
10.4. Résultats de l'analyse physico-chimique de l'eau des piézomètres PZA, PZB et PZC.....	124
10.5. Synthèse et commentaires	127
11. Caractérisation des sédiments à l'exutoire du captage de Font Morte	129
12. Délimitation du bassin versant hydrogéologique en amont des captages et coupe géologique et hydrogéologique schématique à travers ce bassin.....	131
13. Recherche d'indices karstiques.....	135
14. Etude environnementale.....	136
15. Synthèse et conclusion.....	142

Liste des figures

Figure 1 : Carte de localisation des captages Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte.....	9
Figure 2 : Plan de localisation des captages Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte.....	10
Figure 3 : Localisation des captages Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte sur un extrait cadastral de la commune de Vatan.....	11
Figure 4 : Seigneur 1 : photographies (mai 2010)	13
Figure 5 : Seigneur 1 : photographies (novembre 2010)	14
Figure 6 : Seigneur 1 : coupes lithologique et technique.....	15
Figure 7 : Seigneur 2 : photographies (mai 2010)	17
Figure 8 : Seigneur 2 : coupes lithologique et technique.....	18
Figure 9 : Sondage de reconnaissance de Seigneur 2 : photographies (mai 2010).....	20
Figure 10 : Sondage de reconnaissance de Seigneur 2 : coupe lithologique, coupe technique et profils diagraphiques.....	21
Figure 11 : Font Morte : photographies (mai 2010).....	23
Figure 12 : Coupe technique du puits de Font Morte	24
Figure 13 : Colonne lithostratigraphique de la région de Vatan.....	26
Figure 14 : Extrait de la carte géologique du BRGM de Vatan, n°518	27
Figure 15 : Coupe lithologique et profils de radioactivité naturelle (gamma-ray) et de résistivité du sondage de reconnaissance de Seigneur 2.....	29
Figure 16 : Extrait de la carte piézométrique de la nappe des calcaires de Buzançais (juillet 1987)	32
Figure 17 : Extrait de la carte piézométrique de la nappe des calcaires de Buzançais à l'aplomb de son aire d'affleurement (octobre-novembre 1987)	34
Figure 18 : Carte de localisation des trois piézomètres PZA, PZB et PZC	38
Figure 19 : Photographie aérienne montrant la localisation de PZA.....	39
Figure 20 : Photographie aérienne montrant la localisation de PZB et PZC	40
Figure 21 : Photographies des trois piézomètres (mars 2010).....	41
Figure 22 : Profils de radioactivité naturelle (= gamma-ray) des 3 piézomètres	45
Figure 23 : Comparaison des profils de radioactivité naturelle (= gamma-ray) des 3 piézomètres.....	46
Figure 24 : Profils de production (= micromoulinet) des 3 piézomètres	49
Figure 25 : Profil de température de l'eau dans les 3 piézomètres	52
Figure 26 : Profils de conductivité de l'eau dans les 3 piézomètres	53
Figure 27 : Données du pompage d'essai réalisé en PZA le 19/11/2010 au débit de 8,2 m ³ /h	56

Figure 28 : Interprétation du pompage d'essai réalisé en PZA le 19/11/2010 au débit de 8,2 m ³ /h.....	57
Figure 29 : Données du pompage d'essai réalisé en PZB le 19/11/2010 au débit de 8,0 m ³ /h	60
Figure 30 : Interprétation du pompage d'essai réalisé en PZB le 19/11/2010 au débit de 8,0 m ³ /h.....	61
Figure 31 : Données du pompage d'essai réalisé en PZC le 19/11/2010 au débit de 1,2 m ³ /h	64
Figure 32 : Interprétation du pompage d'essai réalisé en PZC le 19/11/2010 au débit de 1,2 m ³ /h.....	65
Figure 33 : Esquisse piézométrique « hautes eaux » de la nappe des calcaires de Buzançais (campagne du 16 juin 2010)	69
Figure 34 : Esquisse piézométrique « basses eaux » de la nappe des calcaires de Buzançais (campagne du 9 novembre 2010)	72
Figure 35 : Caractéristiques hydrauliques de Seigneur 1 d'après les données du pompage par paliers de débits.....	75
Figure 36 : Données du pompage d'essai réalisé dans Seigneur 1 du 16 au 18 juin 2010 au débit de 61 m ³ /h.....	78
Figure 37 : Interprétation du pompage d'essai réalisé dans Seigneur 1 du 16 au 18 juin 2010 au débit de 61 m ³ /h.....	79
Figure 38 : Caractéristiques hydrauliques de Seigneur 2 d'après les données du pompage par paliers de débits.....	81
Figure 39 : Données du pompage d'essai réalisé dans Seigneur 2 du 15 au 16 juin 2010 au débit de 21 m ³ /h.....	84
Figure 40 : Interprétation du pompage d'essai réalisé dans Seigneur 2 du 15 au 16 juin 2010 au débit de 21 m ³ /h.....	85
Figure 41 : Courbe piézométrique enregistrée au forage Seigneur 1 du 4/06/2010 au 24/09/2010	94
Figure 42 : Courbe piézométrique enregistrée au forage Seigneur 2 du 4/06/2010 au 24/09/2010	96
Figure 43 : Courbe piézométrique enregistrée au captage de Font Morte du 4/06/2010 au 24/09/2010	98
Figure 44 : Courbe piézométrique enregistrée au piézomètre PZA du 4/06/2010 au 24/09/2010	100
Figure 45 : Courbe piézométrique enregistrée au piézomètre PZB du 4/06/2010 au 24/09/2010	102
Figure 46 : Courbe piézométrique enregistrée au piézomètre PZC du 4/06/2010 au 24/09/2010	104
Figure 47 : Comparaison des courbes piézométriques des différents ouvrages du champ captant pour la période du 6 au 7/08/2010.....	106
Figure 48 : Comparaison des courbes piézométriques des différents ouvrages du champ captant pour la période de la période du 15 au 19/06/2010 (= période des pompages d'essai dans Seigneur 1 et 2)	108

Figure 49 : Localisation du point d'observation du ruisseau de Péruelle .	110
Figure 50 : Photographie du point d'observation du ruisseau de Péruelle	110
Figure 51 : Délimitation du bassin versant hydrogéologique en amont des captages.....	133
Figure 52 : Coupe géologique et hydrogéologique schématique sud-nord à travers le bassin versant hydrogéologique	134
Figure 53 : Localisation des points d'eau inventoriés, du CET de l'Echineau et des principaux axes de circulation traversant le bassin versant hydrogéologique.....	141

Liste des tableaux

Tableau 1 : Données de la campagne piézométrique du 16 juin 2010.....	68
Tableau 2 : Données de la campagne piézométrique du 9 novembre 2010	71
Tableau 3 : Calcul des dimensions de la zone d'appel et des isochrones du forage Seigneur 1	89
Tableau 4 : Calcul des dimensions de la zone d'appel et des isochrones du forage Seigneur 2	92
Tableau 5 : Résultats d'analyses de l'eau du forage Seigneur 1.....	112
Tableau 6 : Résultats d'analyses de l'eau du forage Seigneur 2.....	114
Tableau 7 : Résultats d'analyses de l'eau du captage de Font Morte	116
Tableau 8 : Résultats d'analyses de l'eau des forages Seigneur 1 et Seigneur 2 (analyses bimestrielles sur une durée de 8 mois).....	119
Tableau 9 : Résultats d'analyses de l'eau des piézomètres PZA, PZB et PZC	126
Tableau 10 : Résultats d'analyses des sédiments à l'exutoire du captage de Font-Morte	130

Liste des annexes

Annexe 1 : Résultats d'analyses d'eaux prélevées dans Seigneur 1, Seigneur 2 et Font-Morte pendant les pompages d'essai.....	149
Annexe 2 : Résultats du suivi bimestriel de la qualité de l'eau de Seigneur 1 et Seigneur 2.....	149
Annexe 3 : Résultats de l'analyse complète de l'eau de Seigneur 1 (prélèvement du 18/06/2010 à 10h30)	149
Annexe 4 : Résultats de l'analyse complète de l'eau de Seigneur 2 (prélèvement du 16/06/2010 à 10h)	149
Annexe 5 : Résultats de l'analyse physico-chimique de l'eau des piézomètres PZA, PZB et PZC	149
Annexe 6 : Résultats de l'analyse des sédiments à l'exutoire du captage de Font Morte.....	149

1. Contexte et objectifs

Le Syndicat Intercommunal des Eaux (SIE) de la région de Vatan exploite pour ses besoins en eau potable un champ captant situé sur la commune de Vatan, constitué par deux forages qui captent la nappe des calcaires du Jurassique supérieur : les forages de Seigneur 1 et Seigneur 2.

Dans le cadre de la procédure des périmètres de protection relative à ces deux captages, l'Hydrogéologue agréé désigné par arrêté préfectoral a établi un rapport d'avis hydrogéologique préliminaire daté du 25 mai 2007 ainsi qu'un complément à ce rapport daté du 10 juillet 2008.

Dans ces deux documents, l'Hydrogéologue agréé demande que soit réalisée une étude hydrogéologique et environnementale en préalable à l'élaboration de son rapport de proposition des périmètres de protection et des servitudes liées à ces derniers.

Le SIE de la région de Vatan a sollicité ANTEA pour la réalisation de cette étude qui intègre également un troisième captage du champ captant, celui de Font Morte, qui n'est plus exploité pour la production d'eau potable mais pour les besoins de la station de traitement des eaux de Seigneur 1 et Seigneur 2.

Les résultats de cette étude hydrogéologique et environnementale préalable font l'objet de ce rapport.

2. Renseignements généraux sur les captages Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte

2.1. Situation géographique des captages

Les 3 captages sont localisés sur les extraits de carte topographique des figures 1 et 2 et sur l'extrait cadastral de la figure 3.

Seigneur 1 :

Coordonnées Lambert Zone 2 étendue (données BRGM BSS) :

X = 563,900 km

Y = 2229,050 km

Altitude sol :

Z = + 139 m EPD

Références cadastrales :

Parcelle 11 de la section ZE du plan cadastral de Vatan

Seigneur 2 :

Coordonnées Lambert Zone 2 étendue (données BRGM BSS) :

X = 564,100 km

Y = 2229,040 km

Altitude sol :

Z = + 142 m EPD

Références cadastrales :

Parcelle 31 de la section ZE du plan cadastral de Vatan

Font Morte :

Coordonnées Lambert Zone 2 étendue :

X = 563,840 km

Y = 2228,690 km

*SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A*

Altitude sol :

Z = + 142 m EPD

Références cadastrales :

Parcelle 36 de la section ZE du plan cadastral de Vatan

Cartes concernées :

Carte topographique de l'IGN (1 / 25 000) de Vatan, n° 2224 ouest ;

Carte géologique du BRGM (1 / 50 000) de Vatan, n° 518.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
 Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
 des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

Figure 1 : Carte de localisation des captages Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte

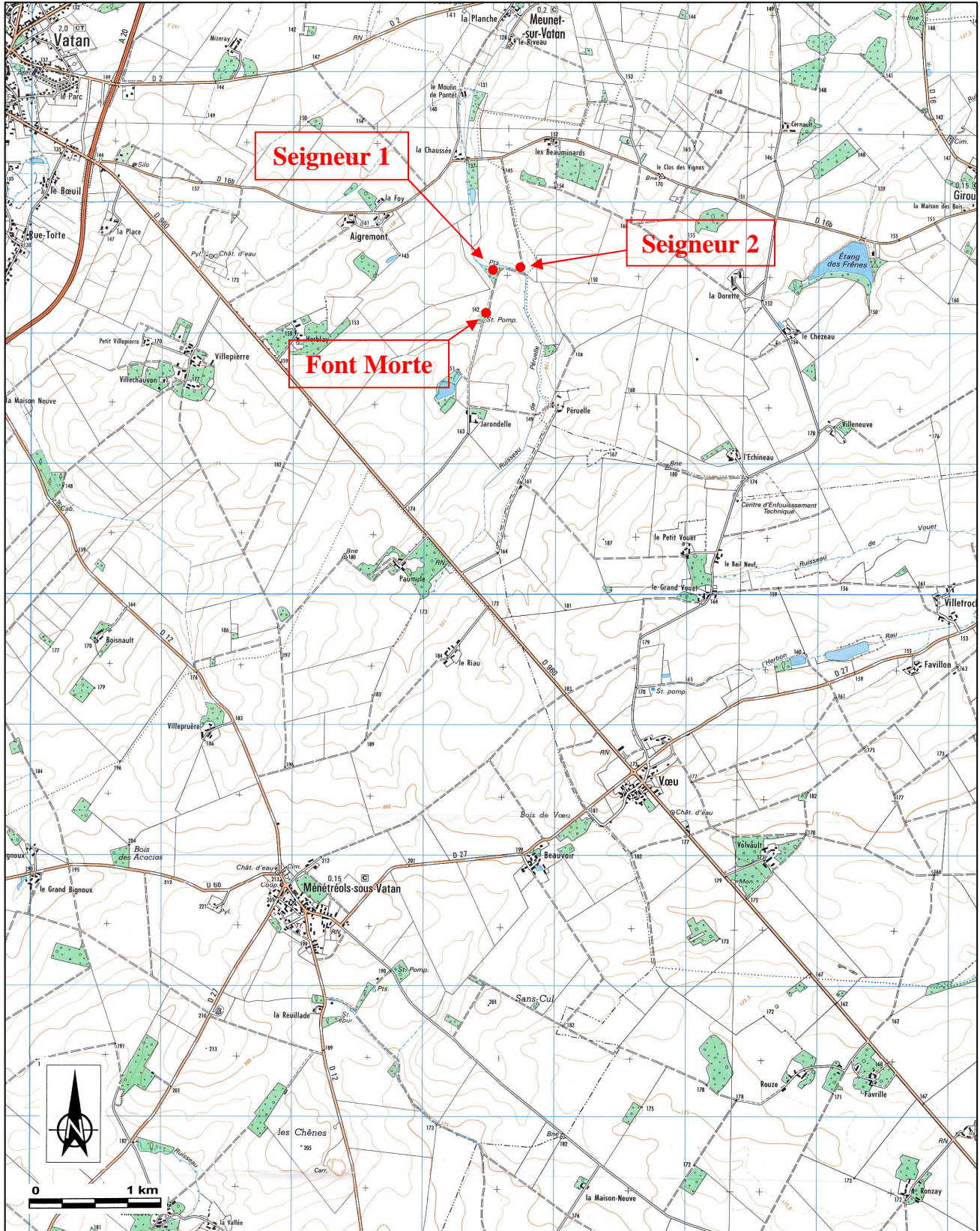


Figure 2 : Plan de localisation des captages Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte

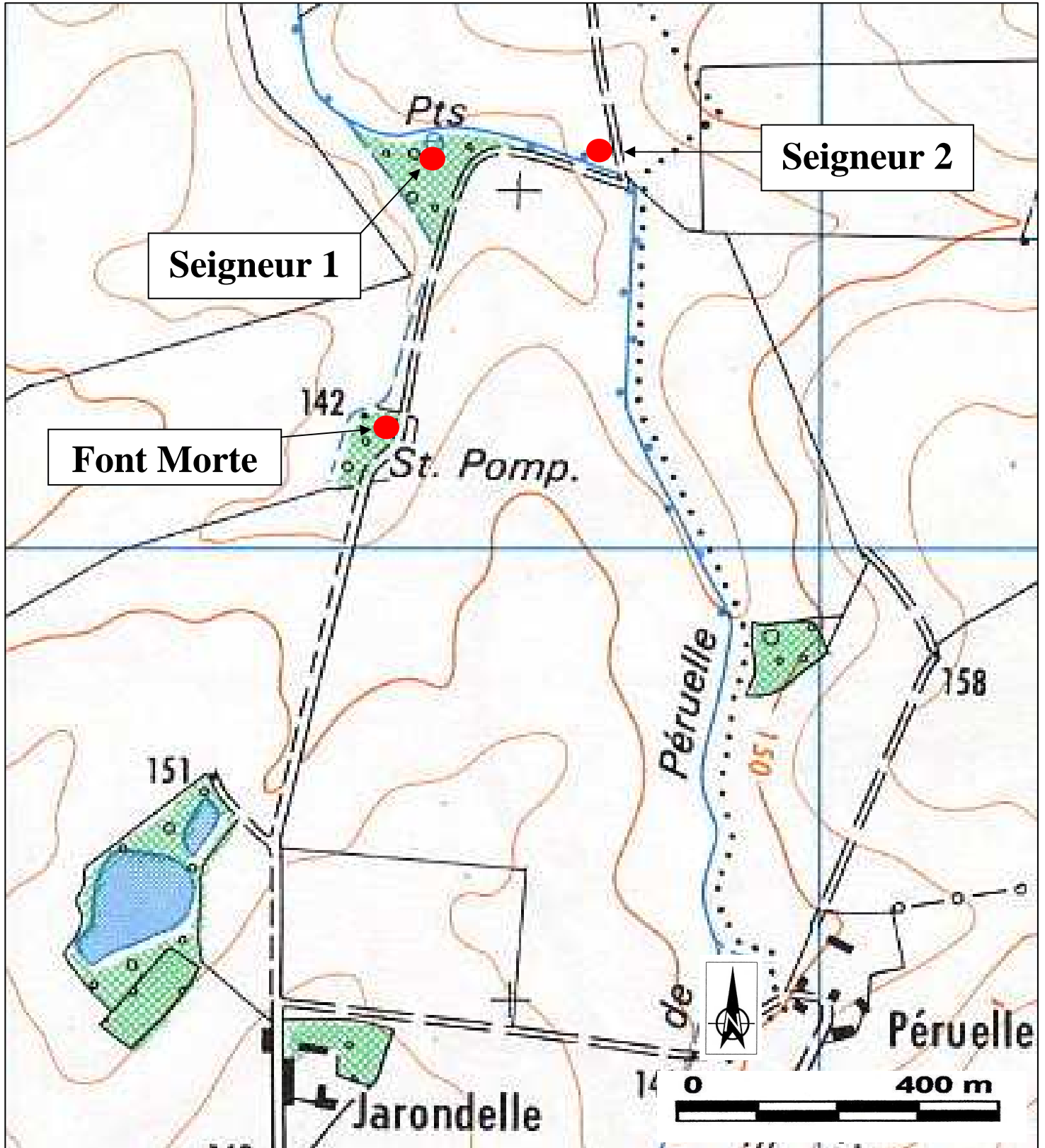
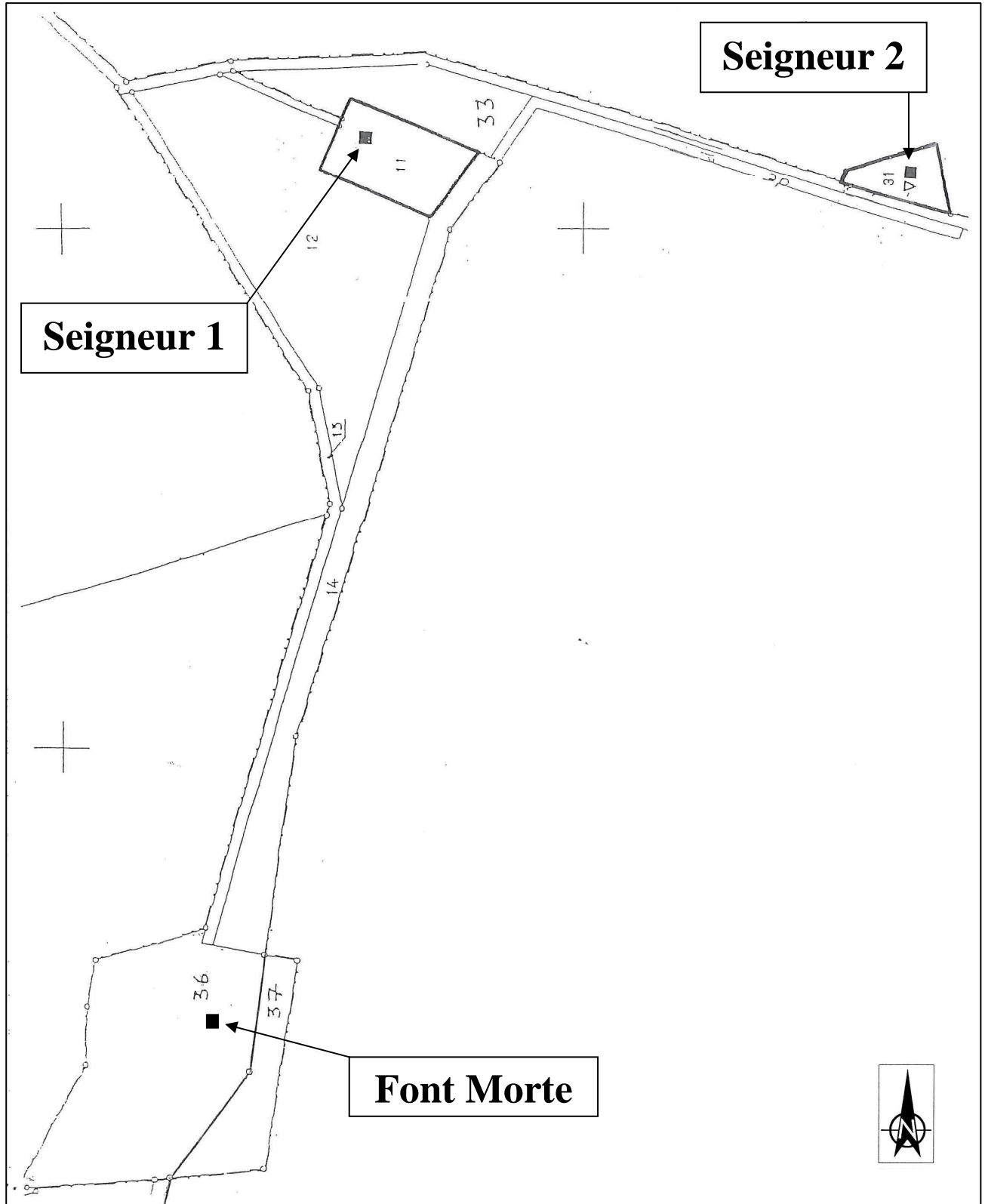


Figure 3 : Localisation des captages Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte sur un extrait cadastral de la commune de Vatan



2.2. Renseignements généraux sur le captage Seigneur 1

Le captage Seigneur 1 est répertorié à la Banque des Données du sous-sol du BRGM sous le n° 518-5X-0005.

Il se présente sous forme d'un cuvelage en béton armé de diamètre 2,2 / 2,0 m qui dépasse d'1,5 m de la surface du sol. Il est recouvert par une dalle circulaire en béton, équipée d'un capot Foug pour l'accès à l'intérieur de l'ouvrage (figure 4).

Il s'agit d'un puits profond de 11 m/sol et 12,5 m/surface de la dalle en béton qui l'obture, réalisé en juillet 1971 par l'entreprise Huillet.

Sa coupe technique est présentée en figure 6. Elle montre que :

- la surface initiale du sol (avant réalisation de l'ouvrage) se situait à environ 0,4 m en dessous de la surface du sol actuelle ;
- la surface du sol actuelle autour de l'ouvrage est celle de remblais déposés sur une épaisseur d'environ 0,4 m au-dessus de la surface initiale du sol ;
- le niveau d'eau dans l'ouvrage, en situation de non pompage de ce dernier (= niveau statique), se situait au-dessus de la surface du sol avant remblai ; l'ouvrage était donc artésien ;
- l'ouvrage est équipé d'une canalisation de trop-plein placée quelques cm au-dessus de la surface initiale du sol, sous les remblais, par laquelle s'écoule l'eau du puits quand celui-ci n'est pas en situation de pompage (figure 5) ; par cette canalisation, l'eau du puits rejoint le ruisseau de Péruelle qui passe à quelques dizaines de mètres au nord du puits et en contrebas de ce dernier (figure 2).

Cette situation d'artésianisme de l'ouvrage en situation de non pompage est toujours effective aujourd'hui quelle que soit la période de l'année (voir en figure 5 l'écoulement des eaux depuis la canalisation de trop-plein en direction du ruisseau de Péruelle ; photo prise en situation de basses eaux de la nappe).

Ainsi, la surface de l'eau dans le puits de Seigneur 1 apparaît être un niveau dynamique de la nappe captée, que l'ouvrage soit ou non en situation de pompage. En particulier, en situation de non pompage le niveau d'eau constaté dans le puits est le niveau dynamique correspondant au débit d'eau qui s'écoule par la canalisation de trop-plein.

Figure 4 : Seigneur 1 : photographies (mai 2010)

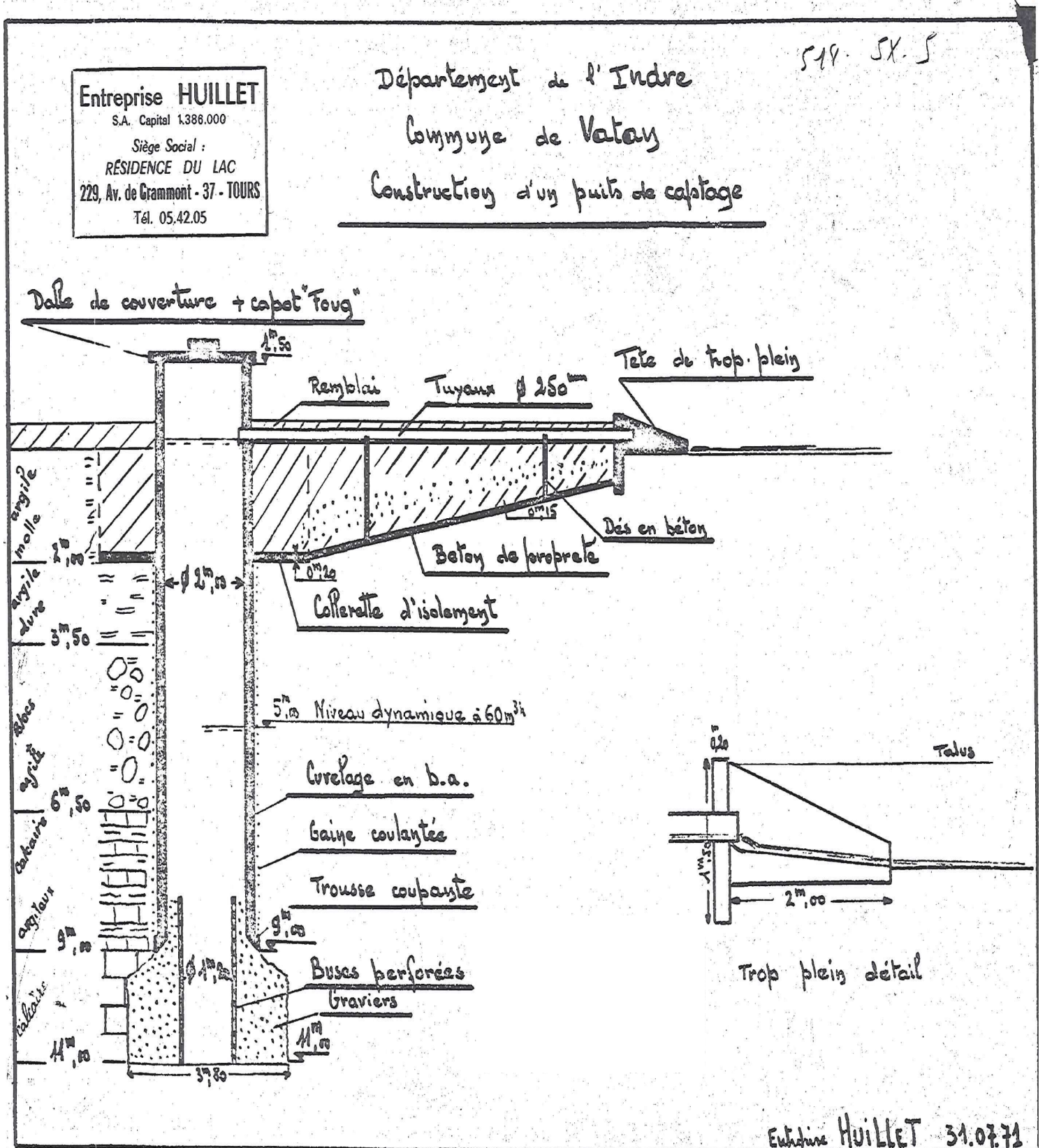


Figure 5 : Seigneur 1 : photographies (novembre 2010)



SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
 Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
 des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 - A53913/A

Figure 6 : Seigneur 1 : coupes lithologique et technique



Entreprise HUILLET 31.07.71

2.3. Renseignements généraux sur le captage Seigneur 2

Le captage Seigneur 2 est répertorié à la Banque des Données du sous-sol du BRGM sous le n° 518-5X-0029.

Il se présente sous forme d'un regard en parpaings de ciment contenant la tête de l'ouvrage, laquelle est constituée par un tubage en acier (Ø 900 mm) recouverte par un capot de même nature (photos A et B de la figure 7).

Quand le forage est en situation de pompage, le rabattement de la nappe permet l'observation d'une réduction du diamètre de l'ouvrage à 4,5 m de profondeur / bord du tubage en acier (photo C de la figure 7).

Il s'agit d'un forage profond de 24 m/sol, réalisé en novembre 1985 par l'entreprise Montavon.

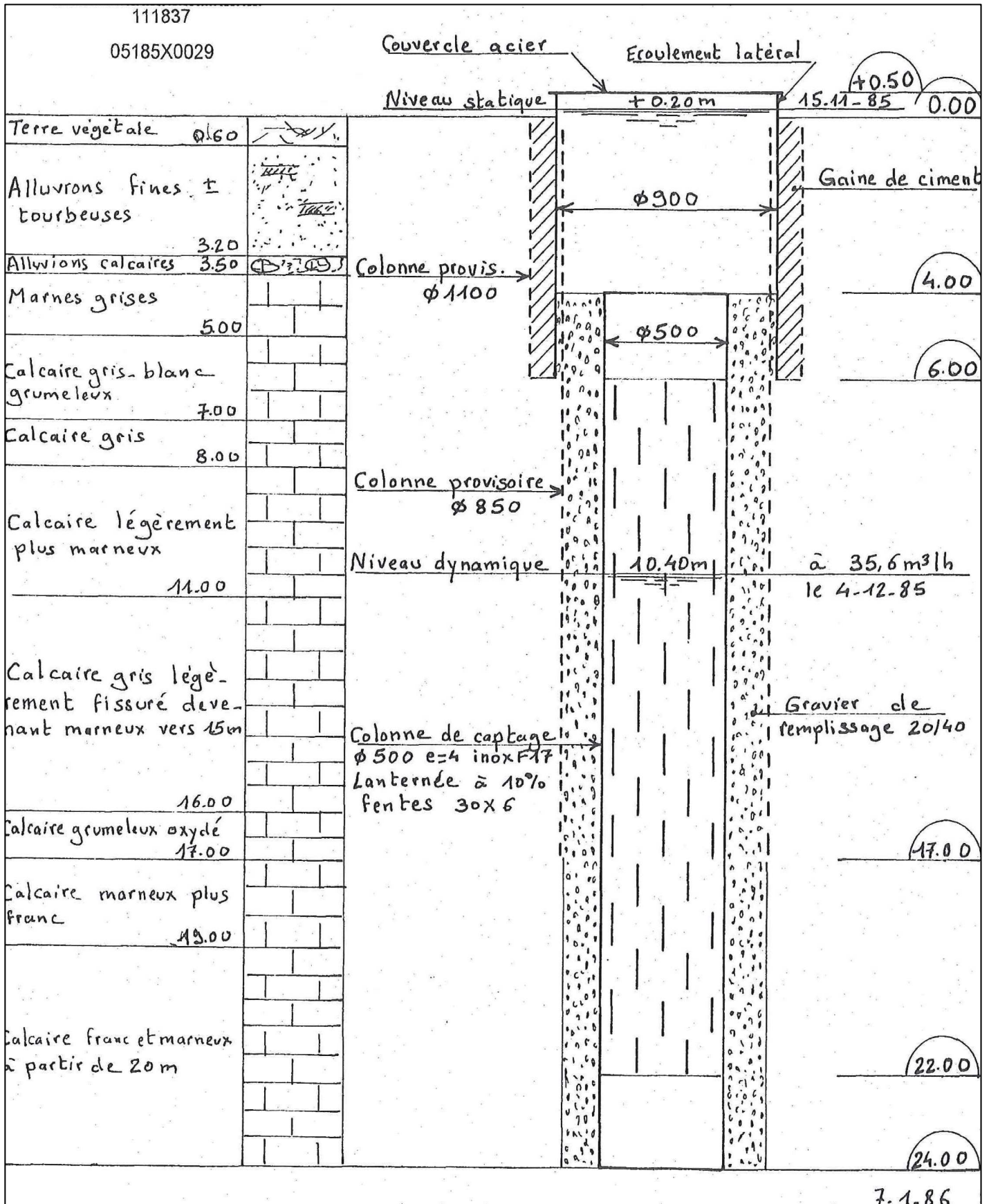
Sa coupe technique est présentée en figure 8. Elle montre que le forage était artésien lors de sa création le 15 novembre 1985 (niveau d'eau à +0,2 m/sol).

Cette situation d'artésianisme de l'ouvrage en situation de non pompage n'apparaît plus effective aujourd'hui (absence de canalisation de trop-plein, absence de traces d'oxydation dues à l'eau sur la paroi interne de la partie supérieure du tubage en acier).

Figure 7 : Seigneur 2 : photographies (mai 2010)



Figure 8 : Seigneur 2 : coupes lithologique et technique



2.4. Renseignements généraux sur le sondage de reconnaissance de Seigneur 2

Le sondage de reconnaissance de Seigneur 2 n'est pas répertorié à la Banque des Données du sous-sol du BRGM.

Il est situé à proximité (3 m au sud) du forage de Seigneur 2 (figure 9).

Ce sondage a été réalisé au printemps de 1985 après une campagne d'investigations géophysiques.

Sa coupe technique originelle est présentée en figure 10. Elle montre que l'ouvrage a atteint la profondeur de 25 m et qu'il a été équipé de tubages en pvc avec cimentation annulaire de la surface du sol jusqu'à 6 m de profondeur/sol, avec massif filtrant annulaire de 6 à 24 m.

Il apparait aujourd'hui avoir été cimenté intérieurement au moins au niveau de sa tête d'où dépasse une buse verticale en fibrociment (figure 9).

Concernant la partie souterraine de l'ouvrage, aucune note relative à une procédure d'abandon et à des travaux de rebouchage de cet ouvrage n'a été retrouvée.

**Figure 9 : Sondage de reconnaissance de Seigneur 2 : photographies
(mai 2010)**

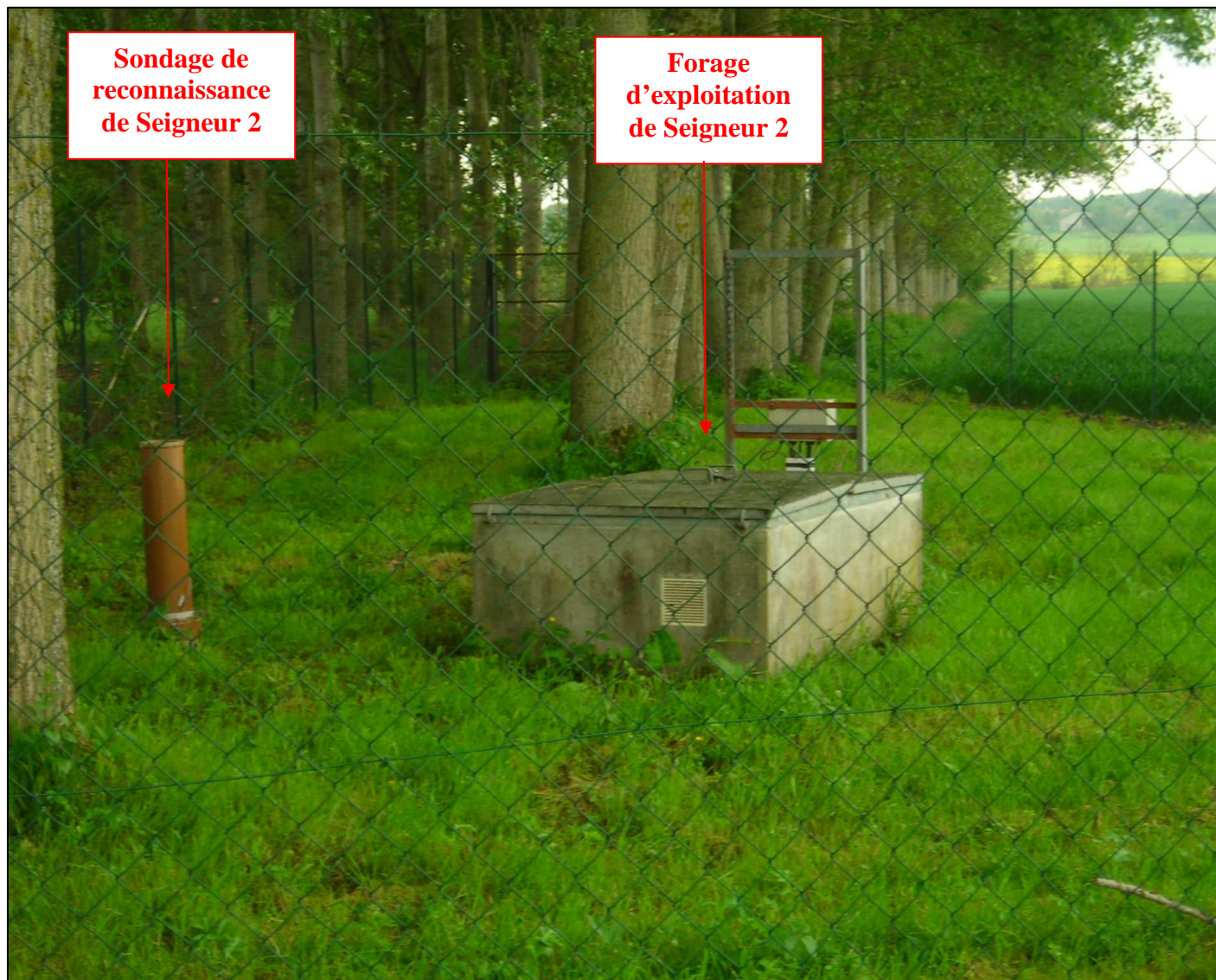
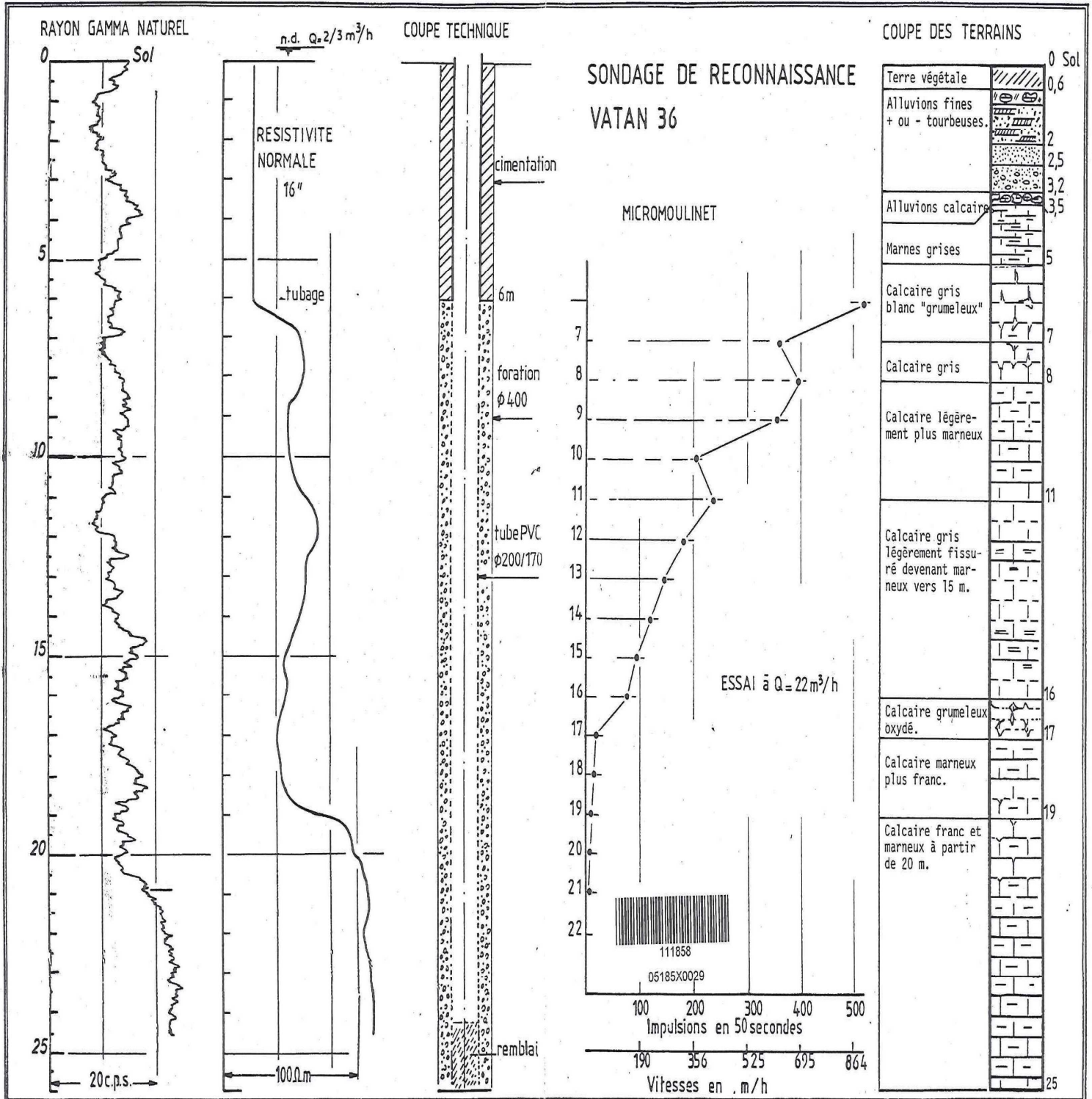


Figure 10 : Sondage de reconnaissance de Seigneur 2 : coupe lithologique, coupe technique et profils diagraphiques



2.5. Renseignements généraux sur le captage de Font Morte

Le captage de Font Morte est répertorié à la Banque des Données du sous-sol du BRGM sous le n° 518-5X-0040.

Il se présente sous forme d'un cuvelage en béton armé de diamètre 2,9 / 2,7 m qui dépasse d'1,0 m de la surface du sol. Il est recouvert par une dalle circulaire en béton (Ø 3 m, épaisseur 9 cm) équipée d'un capot Foug pour l'accès à l'intérieur de l'ouvrage qui dépasse de 10 cm de la dalle circulaire (figure 11).

Il s'agit d'un puits profond de 4,8 m/bord du capot Foug au fond duquel un calcaire clair est observable. Dans sa partie centrale, un tube acier (diamètre évalué à environ 1 m) indique le départ d'un forage. Ce dernier semble avoir été rebouché (aucune possibilité de descendre une sonde piézométrique) (figure 12).

Le dossier de la banque des données du sous-sol du BRGM relatif à cet ouvrage ne contient aucun document technique.

Le puits de Font Morte pourrait avoir été mis en exploitation vers 1947 si on en juge par l'année qui figure sur le bâtiment de la station de pompage / traitement situé à quelques mètres du captage de Font Morte.

Dans sa configuration actuelle, le puits de Font Morte comporte, vers 1,7 m de profondeur / bord du capot Foug, soit 0,5 m de profondeur / sol, une canalisation de trop-plein qui rejette l'eau dans un fossé situé à quelques mètres en contrebas du captage coté nord-ouest alimentant ainsi un petit ruisseau qui se jette dans le ruisseau de Péruelle à proximité ouest du captage de Seigneur 1 (figure 2).

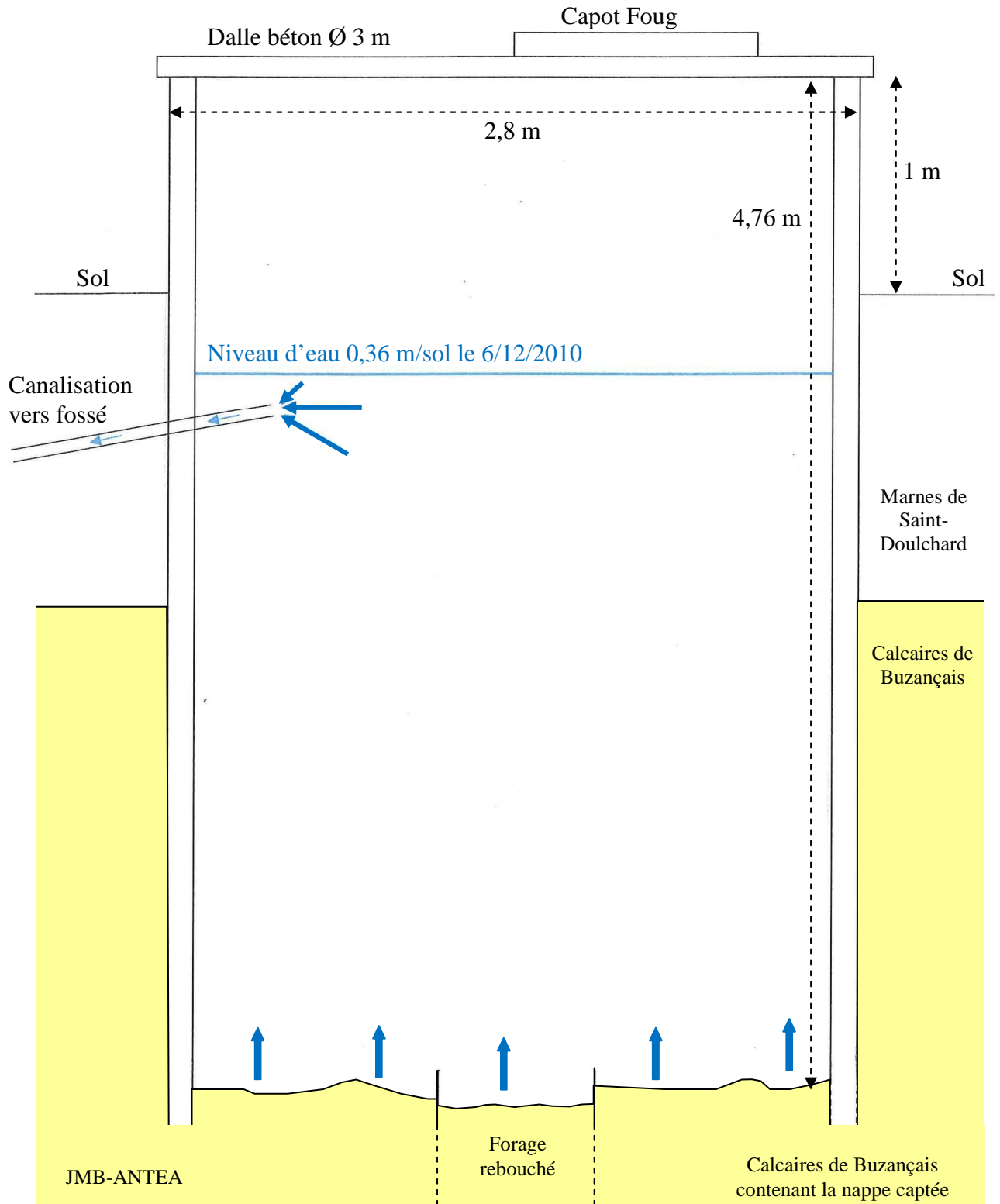
La profondeur du niveau d'eau mesurée dans l'ouvrage le 6 décembre 2010 (1,55 m/bord du capot Foug, soit 0,36 m de profondeur/sol) (figure 12) alors que la canalisation de trop-plein était totalement noyée générant un débit maximum compte tenu de sa section, et donc un rabattement du niveau d'eau, implique un niveau statique proche du niveau du sol voire au-dessus de ce dernier.

Le puits de Font Morte apparaît donc être artésien à certaines périodes de l'année, notamment en périodes de hautes eaux de la nappe qu'il capte.

Figure 11 : Font Morte : photographies (mai 2010)



Figure 12 : Coupe technique du puits de Font Morte



3. Contexte géologique et hydrogéologique d'après les données disponibles

3.1. Contexte géologique général

Il est donné par la colonne lithostratigraphique de la région de Vatan présenté en figure 13 et par l'extrait de la carte géologique de Vatan présenté en figure 14.

→ Les 3 captages se situent sur l'aire d'affleurement de la formation des marnes de Saint-Doulchard d'âge Kimméridgien supérieur (Jurassique supérieur) (figure 14). Cette formation sur laquelle sont édifiés l'agglomération de Vatan et le bourg de Meunet-sous-Vatan a une épaisseur d'environ 50 m. Elle est constituée par une alternance de marnes et de calcaires, les premières prédominant surtout dans la partie supérieure de

→ Les marnes de Saint-Doulchard sont recouvertes progressivement vers le nord

- par la formation des calcaires portlandiens (Jurassique supérieur) qui affleurent au nord et au nord-est de Vatan, de part et d'autre de la vallée du Fouzon, C'est sur ces calcaires que sont édifiés les bourgs de Graçay, Nohant-en-Graçay et Saint-Pierre-de-Jards. Les calcaires portlandiens ont une épaisseur d'environ 120 m. Cette formation se subdivise en trois ensembles qui sont de haut en bas les grès, marnes et calcaires de Graçay (épaisseur de 20 à 30 m), les calcaires bréchoïdes du château d'eau de Massay (épaisseur 40 à 50 m), les calcaires dits du Barrois (épaisseur 40 à 50 m) ;

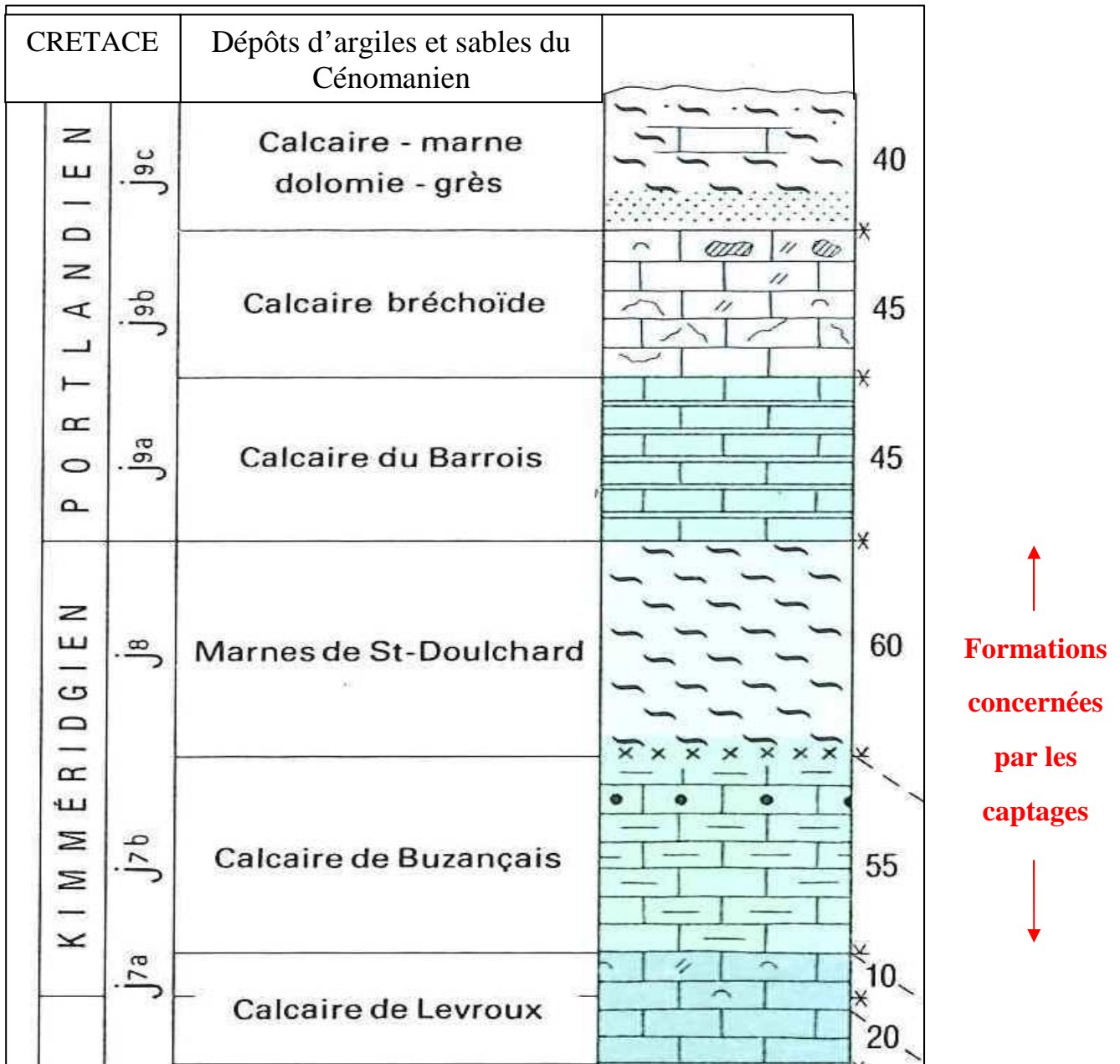
- par des dépôts détritiques cénomaniens (Crétacé), essentiellement constitués d'argiles et de sables et en moindre proportion de grès et de marnes.

→ Les marnes de Saint-Doulchard reposent sur la formation des calcaires de Buzançais d'âge Kimméridgien inférieur (Jurassique supérieur) qui affleure au sud de l'aire d'affleurement des marnes de Saint-Doulchard. C'est sur les calcaires de Buzançais que sont édifiés les bourgs de Ménétréols-sous-Vatan et de Vœu (figure 14). Cette formation se subdivise en trois ensembles qui sont, de haut en bas, des calcaires bioturbés (épaisseur d'environ 10 m), des calcaires à oolithes ferrugineuses (épaisseur de 2 à 5 m), une alternance de calcaires, lumachelles et marnes (épaisseur d'environ 30 m).

→ Les calcaires de Buzançais passent vers le sud aux calcaires de Levroux d'âge Oxfordien supérieur-Kimméridgien inférieur (Jurassique supérieur) sur lesquels ils reposent. Les calcaires de Levroux affleurent sur de grandes étendues au sud de l'aire d'affleurement des calcaires de Buzançais.

Toutes ces formations géologiques dans le secteur présentent une faible inclinaison vers le nord (de l'ordre de 1 à 2° voire moins) si bien qu'elles se répartissent du sud au nord à l'affleurement, de la plus ancienne (les calcaires de Levroux), à la plus récente (les dépôts du Cénomaniens).

Figure 13 : Colonne lithostratigraphique de la région de Vatan



3.2. Contexte géologique local

A l'échelle du champ captant, la formation géologique affleurante est celle des marnes de Saint-Doulchard.

Toutefois, cette formation est peu épaisse à l'aplomb du champ captant compte tenu :

- de la localisation du champ captant par rapport à la limite d'affleurement (= d'extension) vers le sud des marnes de Saint-Doulchard,
- de la position topographique du champ captant dans ou au voisinage de l'axe de deux vallons (vallon de Jarondelle pour Font Morte et Seigneur 1 ; vallon de Péruelle pour Seigneur 2).

La coupe lithologique du sondage de reconnaissance de Seigneur 2 présentée en figure 15 décrit une mince passée marneuse entre 3,5 et 5 m de profondeur puis des calcaires entre 5 et 25 m.

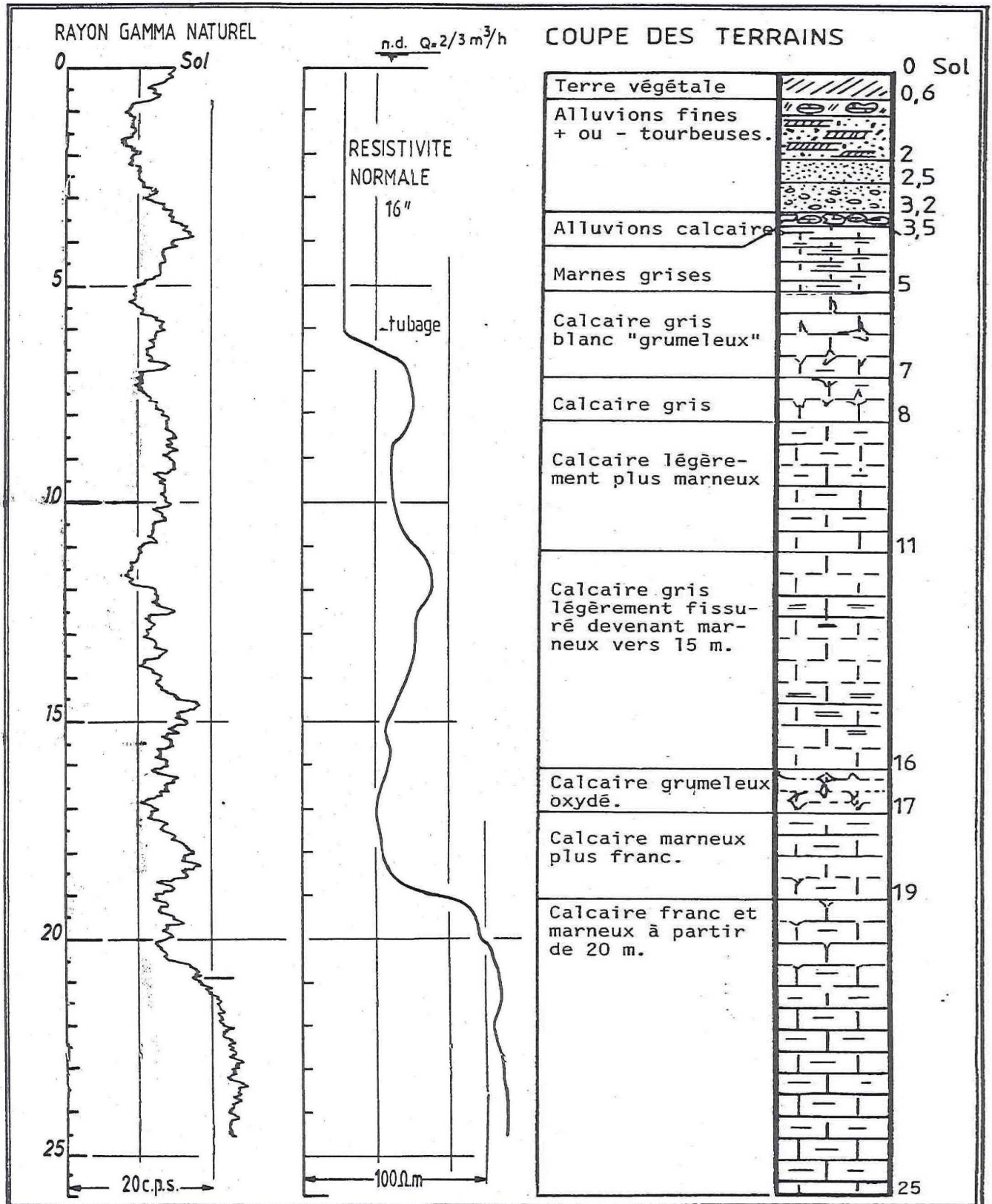
Parallèlement à cette coupe, est présenté le profil de radioactivité naturelle (= gamma-ray) réalisé dans ce même sondage de reconnaissance. Ce profil met en évidence un pic entre 3,5 et 5 m qui confirme le caractère marneux de cette tranche lithologique.

Commentaire :

Cette coupe lithologique, couplée à une diagraphie de radioactivité naturelle, nous conduit à attribuer la tranche marneuse entre 3,5 et 5 m à la formation des marnes de Saint-Doulchard et la tranche calcaire entre 5 et 25 m à la formation des calcaires de Buzançais.

La formation des marnes de Saint-Doulchard apparaît donc peu épaisse à l'aplomb du site Seigneur 2. Cette observation apparaît extrapolable aux deux autres sites de Seigneur 1 et Font Morte compte tenu de leurs proximités.

Figure 15 : Coupe lithologique et profils de radioactivité naturelle (gamma-ray) et de résistivité du sondage de reconnaissance de Seigneur 2



3.3. Contexte hydrogéologique général

→ Les marnes de Saint-Doulchard ne sont pas aquifères. De ce fait, elles ne contiennent pas de nappe d'eau souterraine. Elles constituent un écran hydrogéologique entre les calcaires de Buzançais, plus anciens, sur lesquels elles reposent et les calcaires du Portlandien et dépôts du Cénomaniens, plus récents, qui les recouvrent (figures 13 et 14).

Ce rôle d'écran hydrogéologique est la conséquence de la faible perméabilité de cette formation géologique, faible perméabilité qui a été évaluée entre 10^{-7} et 10^{-9} m/s lors des études réalisées en 1991 au lieu-dit l'Echineau, à 2,5 km au sud-est du site des captages, dans le cadre du projet d'ouverture d'un centre de stockage de déchets ménagers au sein de cette formation.

Les puits peu profonds (quelques mètres) implantés au sein de cette formation ne captent pas une nappe d'eau souterraine. Ils constituent des puits citernes dans lesquels sont recueillies des eaux de ruissellement pouvant apparaître en période de précipitations.

→ Les calcaires de Buzançais et de Levroux sont aquifères et contiennent une nappe d'eau souterraine. Il s'agit d'un aquifère hétérogène dans lequel les recherches d'eau restent aléatoires car dépendantes de la porosité ouverte du calcaire (un forage peut être très productif si il est implanté sur une fissure qui draine l'eau de la nappe ou sur un karst ; il peut être très peu productif si la masse calcaire n'est pas fissurée ni karstifiée).

Cette nappe est alimentée par la composante infiltration des eaux de précipitation qui tombent sur l'aire d'affleurement de ces calcaires.

→ En ce qui concerne les formations qui reposent sur les marnes de Saint-Doulchard (dépôts du Cénomaniens et calcaires portlandiens), elles constituent des aquifères bien connus qui contiennent des nappes qui, dans la région, sont drainées vers le nord par le Fouzon et ses affluents, notamment le Pozon et le Meunet au nord et au nord-est de Vatan.

3.4. Données de la carte piézométrique de la nappe des calcaires de Buzançais (juillet 1987)

Un extrait de cette carte est présenté en figure 16.

Les courbes isopièzes qu'elle représente concernent non seulement l'aire d'affleurement des calcaires de Buzançais à l'aplomb de laquelle la nappe est libre mais également une partie de l'aire d'affleurement des marnes de Saint-Doulchard à l'aplomb de laquelle la nappe est captive.

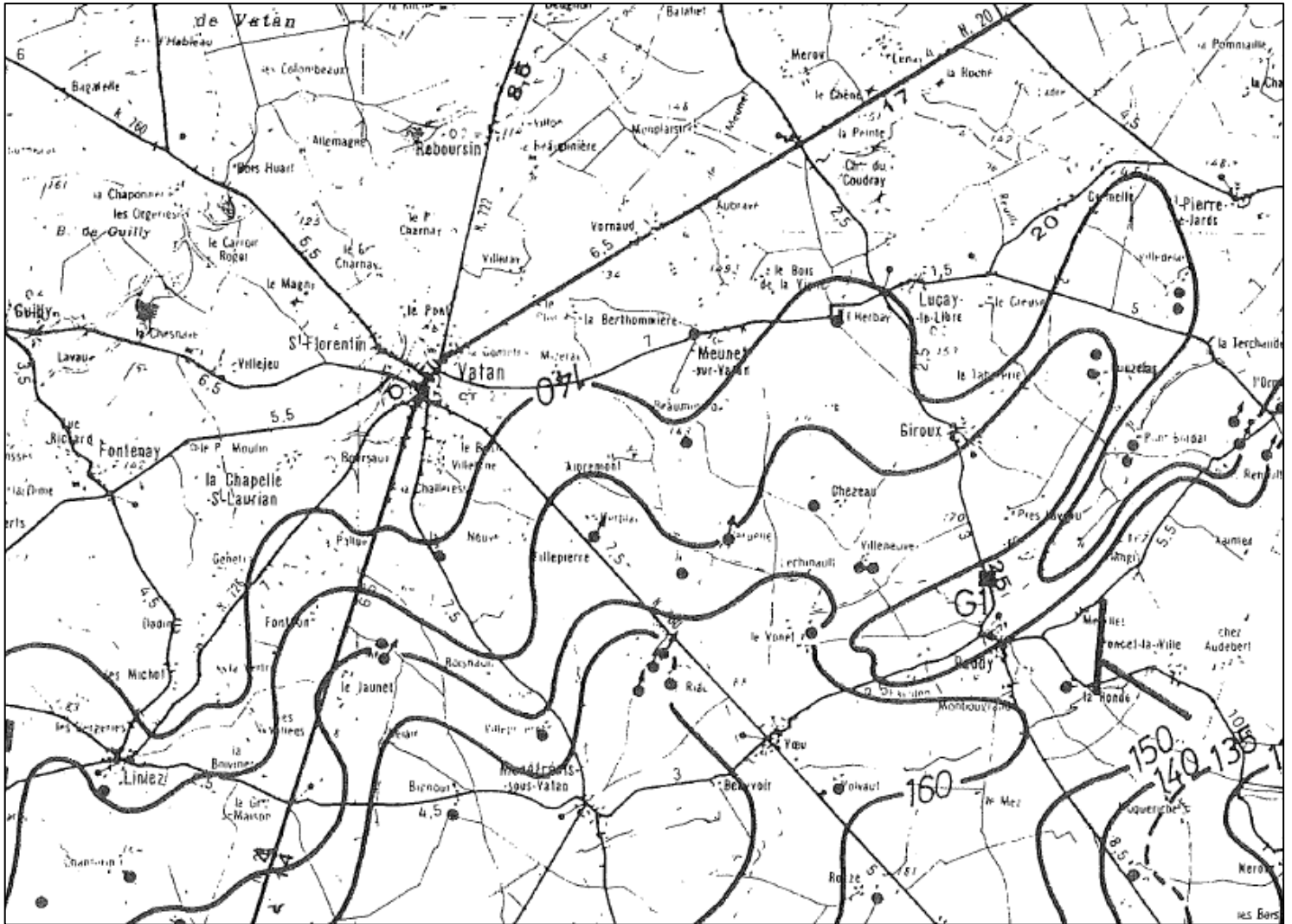
On constate qu'il existe une crête piézométrique orientée ouest-sud-ouest est-nord-est qui passe en limite sud des bourgs de Ménétréols-sous-Vatan et Vœu, crête piézométrique qui est mise en évidence grâce au caractère concentrique des courbes isopièzes +160 et +170 mNGF.

On constate également, sur cette carte, des inflexions des courbes isopièzes au droit des principaux vallons qui se comportent donc comme des axes drainants pour les eaux souterraines.

Le bassin versant hydrogéologique en amont des captages apparaît donc limité vers le sud à cette crête piézométrique orientée ouest-sud-ouest est-nord-est qui passe en limite sud des bourgs de Ménétréols-sous-Vatan et Vœu.

*SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A*

Figure 16 : Extrait de la carte piézométrique de la nappe des calcaires de Buzançais (juillet 1987)



(extrait du rapport BRGM 87SGN571CEN)

3.5. Données de la carte piézométrique de la nappe des calcaires de Buzançais (octobre-novembre 1987)

Un extrait de cette carte est présenté en figure 17.

Il montre en trait épais discontinu la limite des aires d'affleurement des marnes de Saint-Doulchard et des calcaires de Buzançais.

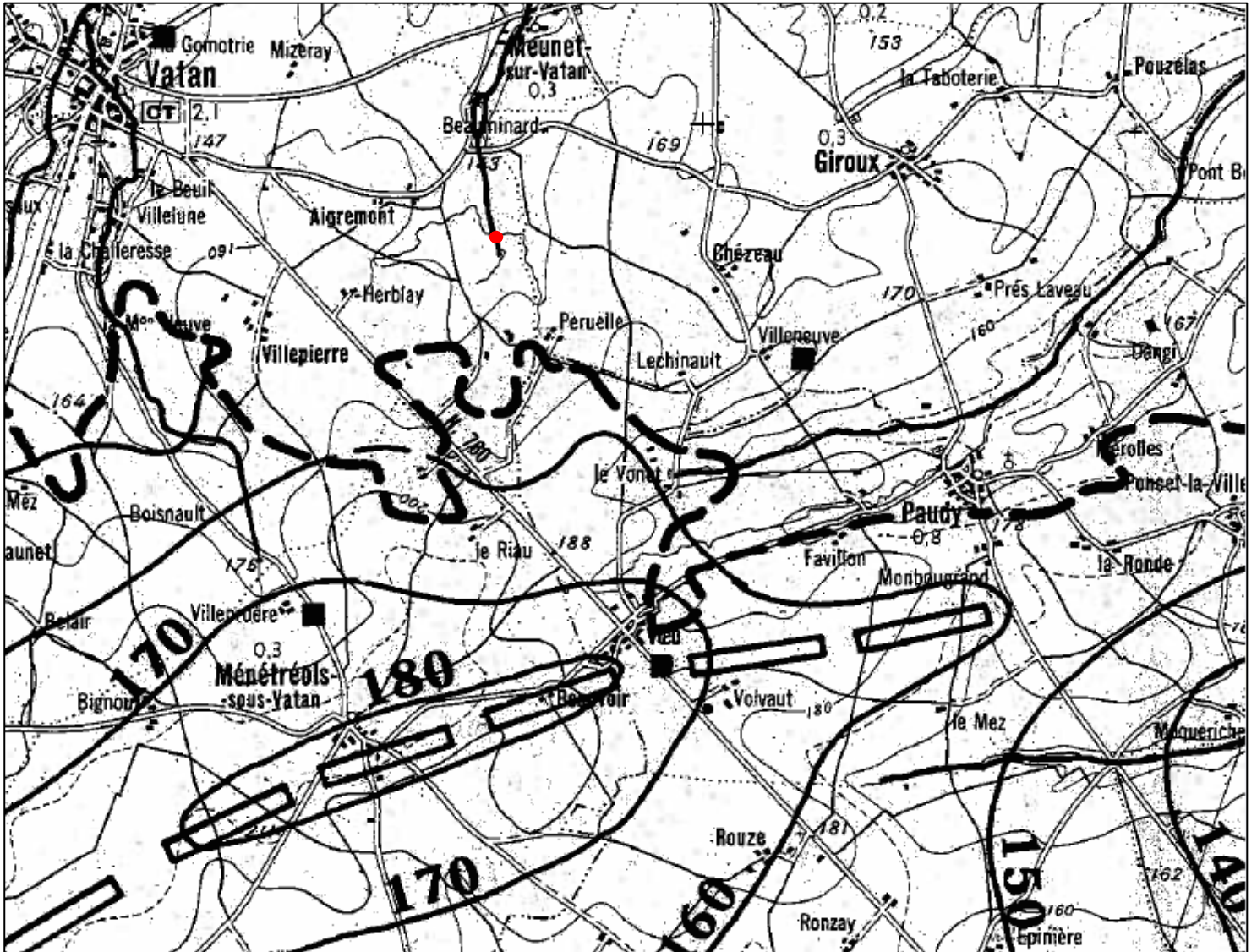
Les courbes isopièzes tracées sur cette carte ne concernent que l'aire à l'aplomb de laquelle la nappe est libre.

Au nord de cette limite, la nappe, du fait de son écoulement du sud vers le nord, devient captive sous les marnes de Saint-Doulchard.

On constate qu'il existe au sud du site des captages, une crête piézométrique orientée ouest-sud-ouest est-nord-est qui passe en limite sud des bourgs de Ménétréols-sous-Vatan et Voeu. Au nord de cette crête, la nappe s'écoule vers le nord en suivant l'inclinaison de la formation calcaire.

Du fait de l'existence de cette crête piézométrique, le bassin versant hydrogéologique en amont des captages est donc limité vers le sud à cette crête piézométrique. Au-delà de cette crête vers le sud, la nappe s'écoule vers le sud-est puis vers l'est en direction de la vallée de l'Arnon.

Figure 17 : Extrait de la carte piézométrique de la nappe des calcaires de Buzançais à l'aplomb de son aire d'affleurement (octobre-novembre 1987)



4. Réalisation de trois piézomètres de reconnaissance géologique et hydrogéologique

4.1. Localisation

Ces trois forages/piézomètres sont localisés sur la carte de la figure 18 et sur les photographies aériennes des figures 19 et 20.

4.2. Coupes techniques

PZA : (voir photographies en figure 21)

Foration au marteau fond de trou Ø 254 mm de 0 à 5 m ;

Foration au marteau fond de trou Ø 179 mm de 5 à 32 m ;

Tubage de soutènement en acier Ø 200-210 mm de +0,25 à -4,75 m ;

Tubage pvc plein Ø 115-125 mm de +0,56 à -5 m ;

Tubage pvc crépiné (à fentes) Ø 115-125 mm de -5 à -30,4 m avec bouchon de fond ;

Tubage de tête en acier Ø 132-140 mm de +0,53 à -4,47 m ;

Massif filtrant basal (gravier siliceux) de -32 à -30,4 m ;

Massif filtrant annulaire (gravier siliceux) de -30,4 à -5 m ;

Joint de sobranite annulaire de -5 à -4 m ;

Cimentation annulaire de -4 à +0,25 m ;

Capot de fermeture cadenassé.

PZB : (voir photographies en figure 21)

Foration au marteau fond de trou Ø 254 mm de 0 à 5 m ;

Foration au marteau fond de trou Ø 179 mm de 5 à 32 m ;

Tubage de soutènement en acier Ø 200-210 mm de +0,3 à -4,7 m ;

Tubage pvc plein Ø 115-125 mm de +0,58 à -5 m ;

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

Tubage pvc crépiné (à fentes) Ø 115-125 mm de -5 à -30,45 m avec bouchon de fond ;

Tubage de tête en acier Ø 132-140 mm de +0,56 à -4,44 m ;

Massif filtrant basal (gravier siliceux) de -32 à -30,45 m ;

Massif filtrant annulaire (gravier siliceux) de -30,45 à -5 m ;

Joint de sobranite annulaire de -5 à -4 m ;

Cimentation annulaire de -4 à +0,30 m ;

Capot de fermeture cadenassé.

PZC : (voir photographies en figure 21)

Foration au marteau fond de trou Ø 254 mm de 0 à 5 m ;

Foration au marteau fond de trou Ø 179 mm de 5 à 32 m ;

Tubage de soutènement en acier Ø 200-210 mm de 0 à -5 m ;

Tubage pvc plein Ø 115-125 mm de +0,05 à -5 m ;

Tubage pvc crépiné (à fentes) Ø 115-125 mm de -5 à -30,60 m avec bouchon de fond ;

Tubage de tête en acier Ø 132-140 mm de +0,05 à -4,95 m ;

Massif filtrant basal (gravier siliceux) de -32 à -30,60 m ;

Massif filtrant annulaire (gravier siliceux) de -30,60 à -5 m ;

Joint de sobranite annulaire de -5 à -4 m ;

Cimentation annulaire de -4 à 0 m ;

Capot de fermeture cadenassé.

4.3. Coupes lithologiques

PZA :

De 0 à 2 m : argile grise à jaunâtre à éléments marneux ;
De 2 à 8,5 m : alternance de bancs marneux gris et de bancs marno-calcaires gris ;
De 8,5 à 20 m : calcaire gris-clair ;
De 20 à 32 m : alternance de bancs de calcaires gris-clair et de bancs de calcaires marneux grisâtres.

PZB :

De 0 à 1 m : argile grise à jaunâtre à éléments de calcaires gris ;
De 1 à 17 m : calcaire gris-clair ;
De 17 à 32 m : alternance de bancs de calcaires gris-clair et de bancs de calcaires marneux grisâtres.

PZC :

De 0 à 1 m : argile grise à jaunâtre à éléments de calcaires gris ;
De 1 à 32 m : alternance de bancs de calcaires gris-clair et de bancs de calcaires marneux grisâtres.

Figure 18 : Carte de localisation des trois piézomètres PZA, PZB et PZC

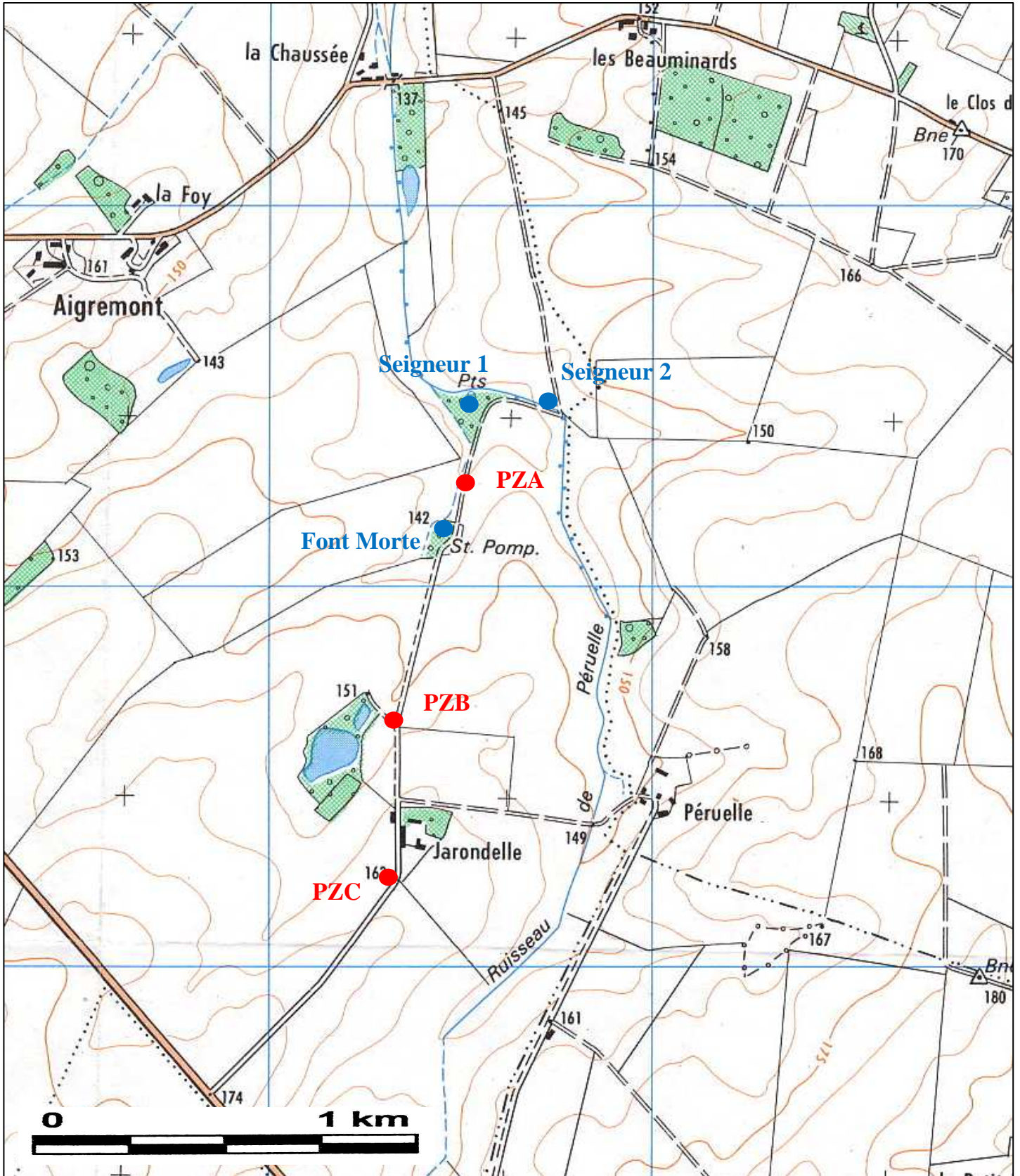


Figure 19 : Photographie aérienne montrant la localisation de PZA

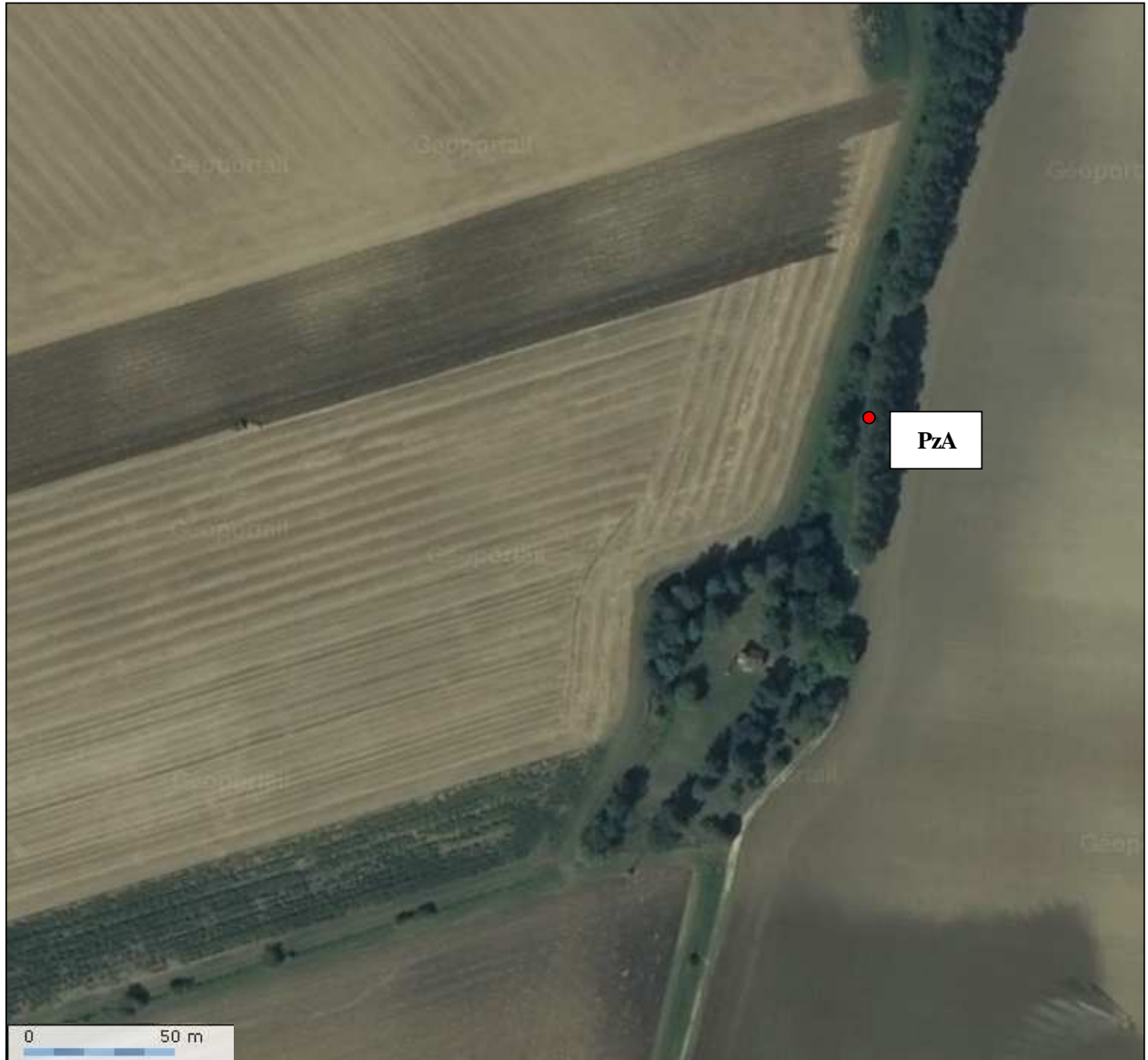


Figure 20 : Photographie aérienne montrant la localisation de PzB et PzC

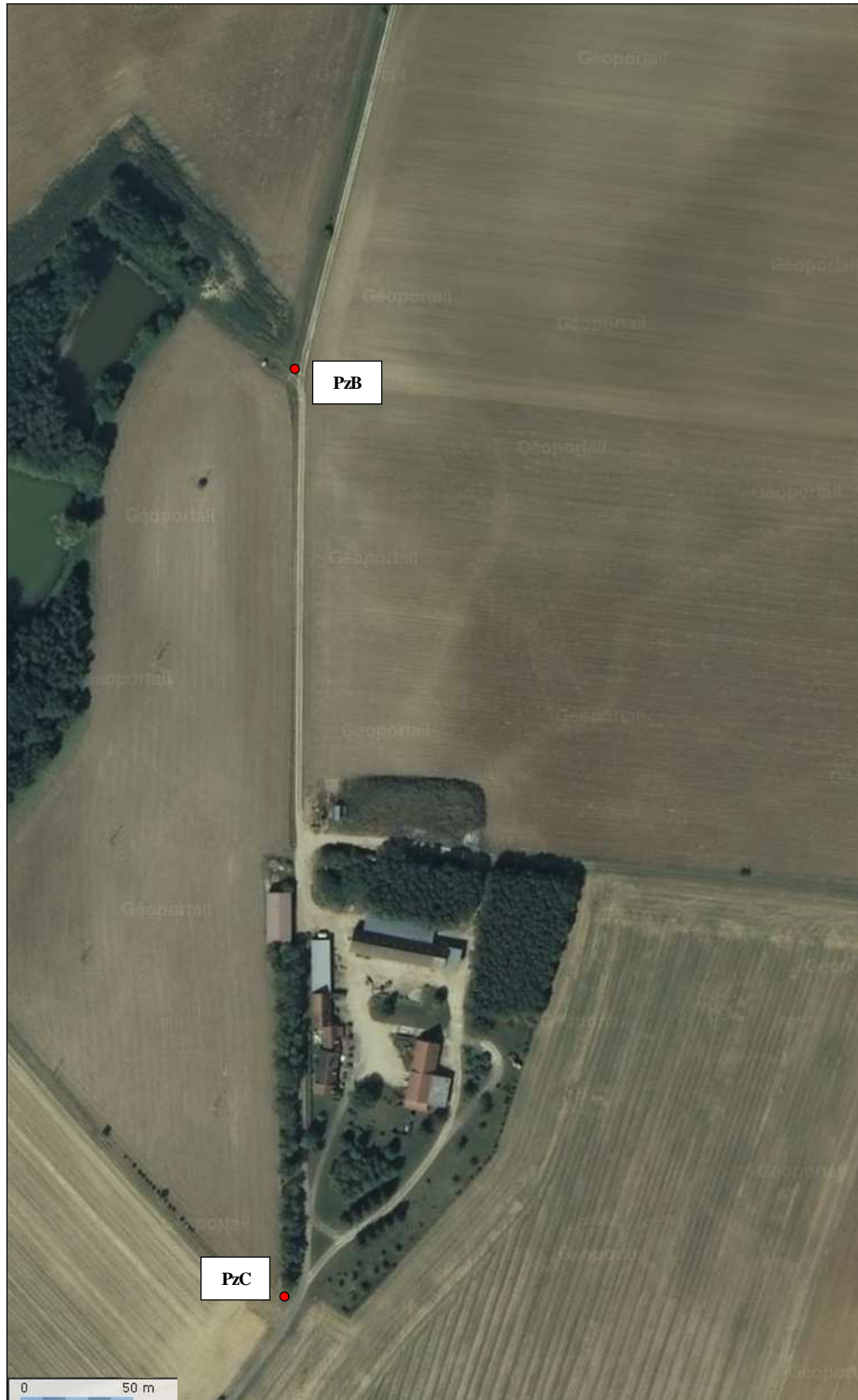
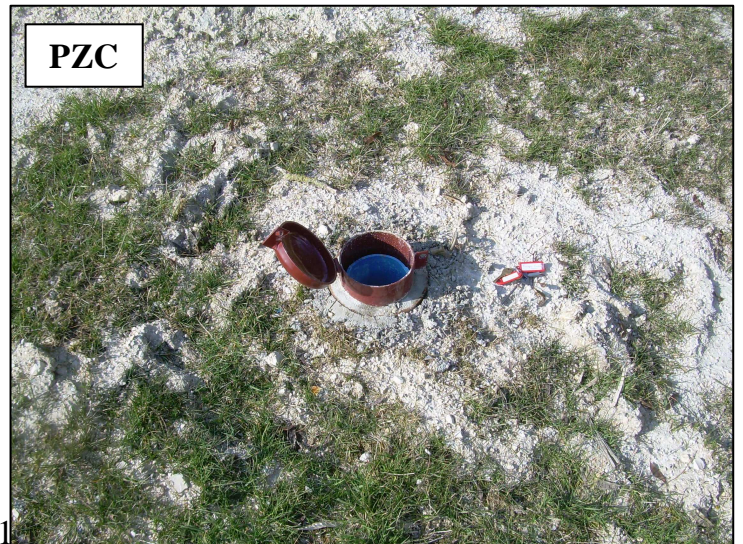


Figure 21 : Photographies des trois piézomètres (mars 2010)



4.4. Résultats des profils diagraphiques de radioactivité naturelle

Principe des mesures :

La mesure gamma-ray est un enregistrement de la radioactivité naturelle des formations géologiques, paramètre qui sert à identifier les zones argileuses des zones qui ne le sont pas ou qui le sont moins.

Elle permet donc d'affiner les coupes lithologiques des forages établies sur la base de l'observation des échantillons de roches issus de la foration.

Les mesures s'effectuent à l'aide d'une sonde GFTC (Gamma-Flux-Température-Conductivité).

Résultats des mesures :

La référence des mesures correspond sur l'ensemble des ouvrages au sommet des tubages (bord du tubage pvc pour PZA et PZB ; bord du tubage acier pour PZC ; figure 21).

PZA :

La diagraphie gamma-ray (figures 22 et 23) identifie globalement trois zones :

de 0 à 8,5 m :

Les valeurs gamma-ray sont élevées et identifient très nettement une formation marneuse qui ne peut être, compte tenu du contexte, que la formation des marnes de Saint-Doulchard.

de 8,5 à 25 m :

Les valeurs gamma-ray sont nettement plus faibles et globalement comprises entre 20 et 60 CPS, hormis un passage plus marneux entre 19 et 23 m. Il s'agit donc là des calcaires de Buzançais qui apparaissent sous un faciès nettement calcaire.

de 25 à 30,6 m :

Les valeurs gamma-ray sont plus fortes indiquant un enrichissement marneux de la formation calcaire.


PZB

La diagraphie gamma-ray (figures 22 et 23) identifie globalement deux zones :

de 0 à 17 m :

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

Les valeurs gamma-ray sont inférieures à 60 CPS. Elles identifient donc un ensemble calcaire.


 de 17 à 31,6 m :

Les valeurs gamma-ray sont comprises entre 30 et 100 CPS. Elles identifient une alternance de bancs calcaires et de bancs marneux.


Le gamma-ray réalisé sur ce piézomètre indique des formations globalement moins argileuses que sur PZC.

PZC


La diagraphie gamma-ray (figures 22 et 23) identifie quatre zones :

 de 0 à 8 m :


Après un niveau argileux présent en surface sur une épaisseur d'environ 1 m, les valeurs gamma-ray sont globalement inférieures à 60 CPS jusqu'à 8 m. Elles identifient donc des bancs majoritairement calcaires (sauf entre 3 et 4 m).

 de 8 à 12 m :

Les valeurs gamma-ray sont supérieures à 60 CPS. Elles identifient des bancs marneux.

 de 12 à 15,5 m :

Les valeurs gamma-ray sont inférieures à 60 CPS. Elles identifient à nouveau des bancs calcaires.

 de 15,5 à 31 m :

Les valeurs gamma-ray identifient une alternance de bancs calcaires et de bancs marneux.

Le gamma-ray réalisé sur ce piézomètre indique une formation calcaire relativement marneuse puisque le gamma-ray ne descend pas sous 30 CPS et s'élève jusqu'à 100 voire 110 CPS.

Commentaires :

Pour les diagraphies gamma-ray, nous avons positionné en figure 23 une limite arbitraire à 60 CPS ce qui conduit à distinguer des tranches peu à moyennement marneuses (<60 CPS), des tranches plus marneuses (>60 CPS).

L'important degré d'argilosité mesuré en PZA dans les marnes de Saint-Doulchard et à un degré moindre (PZB et surtout PZC) dans les calcaires de Buzançais conduit à un calage de la limite à une valeur relativement élevée (60 CPS).

La corrélation entre les trois diagraphies gamma-ray indique donc que les marnes de Saint-Doulchard ont été reconnues uniquement en PZA. On peut penser que les

*SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A*

marnes de Saint-Doulchard commencent à apparaître directement au nord de PZB, voire sur le site même de PZB puisque le profil diagraphique réalisé dans ce piézomètre montre un pic « marneux » entre 0 et 1 m (figure 23).

On note la relative bonne cohérence des mesures avec les indications de la carte géologique.

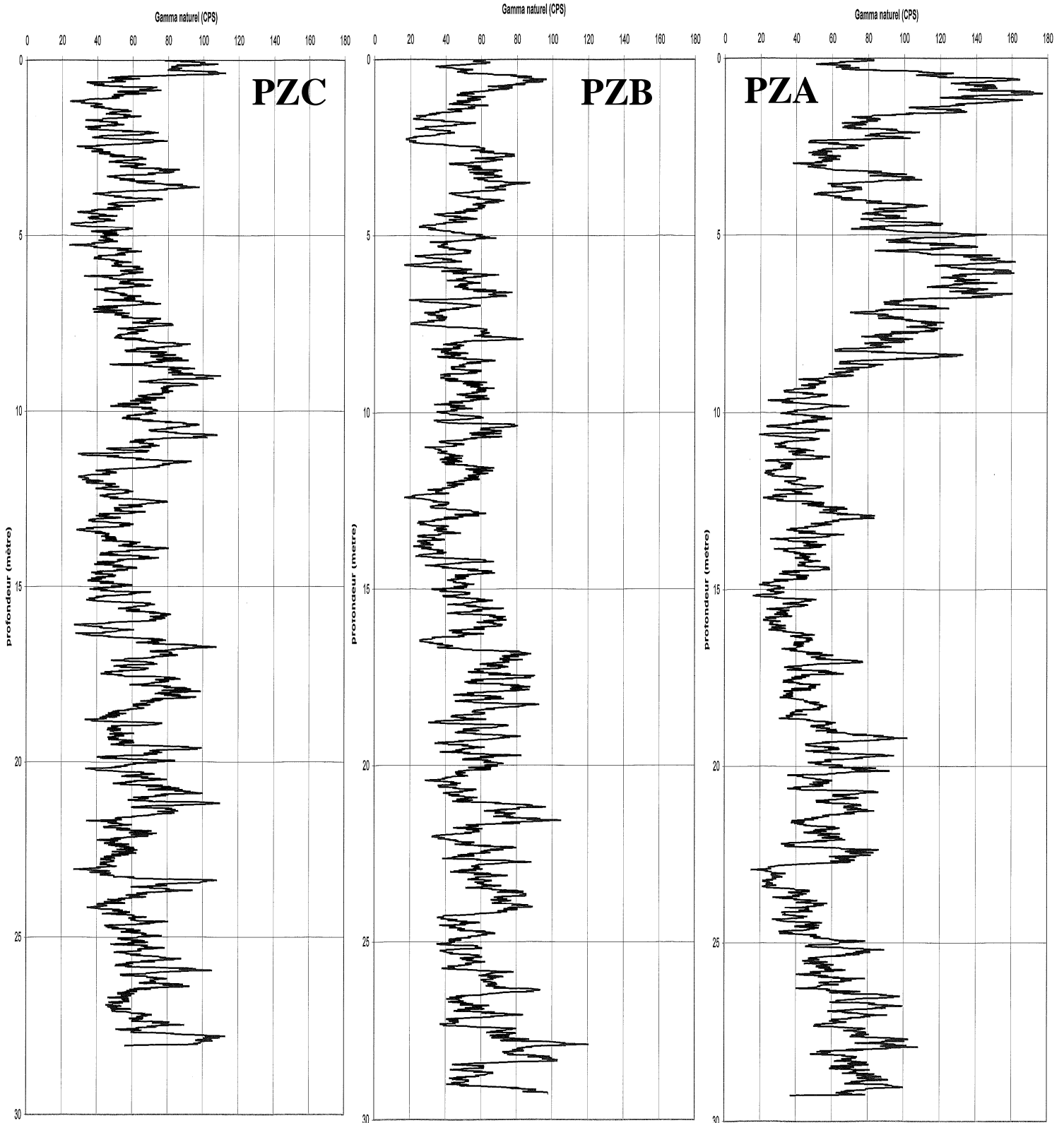
Les calcaires de Buzançais ont été traversés par les trois piézomètres. Ils montrent que :

- directement sous les marnes de Saint-Doulchard, la formation est nettement calcaire comme on peut le constater en PZA et en PZB ;
- et qu'au-delà (entre 25 et 30 m en PZA, entre 17 et 30 m en PZB, entre 0 et 30 m en PZC), la formation des calcaires de Buzançais est constituée par une alternance de bancs calcaires et de bancs marneux.

Sur le plan hydrogéologique, nous avons localisé sur les profils de la figure 23 les niveaux d'eau mesurés dans chaque piézomètre :

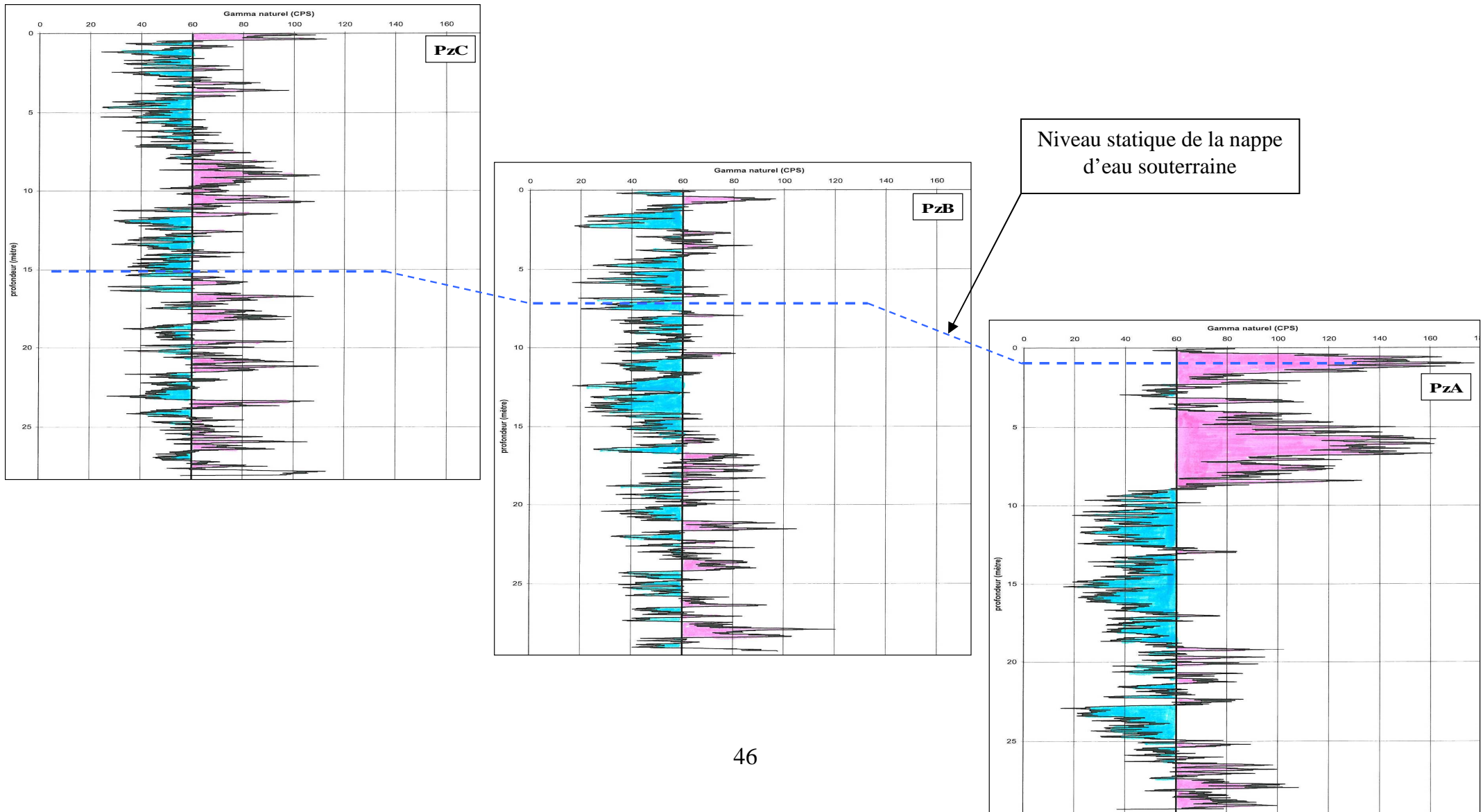
- En PZC, la nappe est libre et contenue dans une formation à la fois calcaire et marneuse ce qui lui confère un faible potentiel hydrogéologique ;
- En PZB, la nappe est libre et contenue dans une formation majoritairement calcaire ce qui lui confère un bon potentiel hydrogéologique ;
- En PZA, la nappe est captive puisque le niveau d'eau est au-dessus de l'interface marnes de Saint-Doulchard / calcaires de Buzançais ; elle est contenue dans une formation majoritairement calcaire ce qui lui confère un bon potentiel hydrogéologique.

**Figure 22 : Profils de radioactivité naturelle (= gamma-ray)
 des 3 piézomètres**



SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
 Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
 des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

Figure 23 : Comparaison des profils de radioactivité naturelle (= gamma-ray) des 3 piézomètres



4.5. Résultats des profils diagraphiques de production

Principe des mesures :

La diagraphie de production permet de localiser les arrivées d'eau dans un forage. Elle est réalisée avec un micromoulinet intégré à la sonde GFTC équipée d'une hélice à sa base.

La sonde micromoulinet se déplace avec une certaine vitesse dans le forage à contre courant du flux provoqué par un pompage. Les deux composantes de la rotation de l'hélice sont donc la rotation induite par le déplacement de la sonde dans le fluide et la rotation induite par le pompage.

La présence de venues d'eau dans l'ouvrage se traduit par une augmentation supplémentaire de la vitesse de rotation de l'hélice qui est proportionnelle aux arrivées d'eau dans l'ouvrage (à vitesse de descente de la sonde constante et à pompage à débit constant).

L'unité utilisée est le CPS (= Coups Par Seconde).

L'interprétation des résultats correspond, d'une part au repérage des augmentations de vitesse, d'autre part, en régime dynamique, à leur quantification en pourcentage par rapport au débit pompé. Cette quantification n'a pas été réalisée systématiquement sur tous les piézomètres car la pompe était placée dans les crépines et ne permettait pas ainsi de mesurer toutes les vitesses de la zone captante.

Les piézomètres ont fait l'objet du même protocole de mesure à savoir :

- enregistrement des vitesses de rotation du micromoulinet à la descente, en régime dynamique (flux ascendant de 5 cm/sec, soit légèrement supérieur à la sensibilité du micromoulinet, provoqué par un pompage à 2 m³/h avec une pompe 3") ;
- enregistrement renouvelé une fois avec une vitesse de descente de la sonde différente.

Résultats des mesures :

Les résultats sont présentés en figure 24. Les cotes annoncées sont référencées par rapport au bord supérieur des tubages des piézomètres.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

PZA

Une seule zone productive est mise en évidence entre 11 et 21,5 m. Elle est donc localisée au sein de la zone calcaire homogène identifiée avec le gamma-ray (figure 23).

PZB

Pas de venues d'eau entre 25 et 30 m.

Au dessus, les calcaires présentent une succession de variations attribuées, soit à une alternance de zones productives et de zones d'infiltration, soit à des zones de cavitation qui font varier la vitesse, soit à ces deux hypothèses simultanées.

La venue d'eau majeure semble être localisée entre 11 et 13 m de profondeur, donc au sein de la zone calcaire homogène identifiée avec le gamma-ray (figure 23).

PZC

Pas de venues d'eau entre 24 et 30 m.

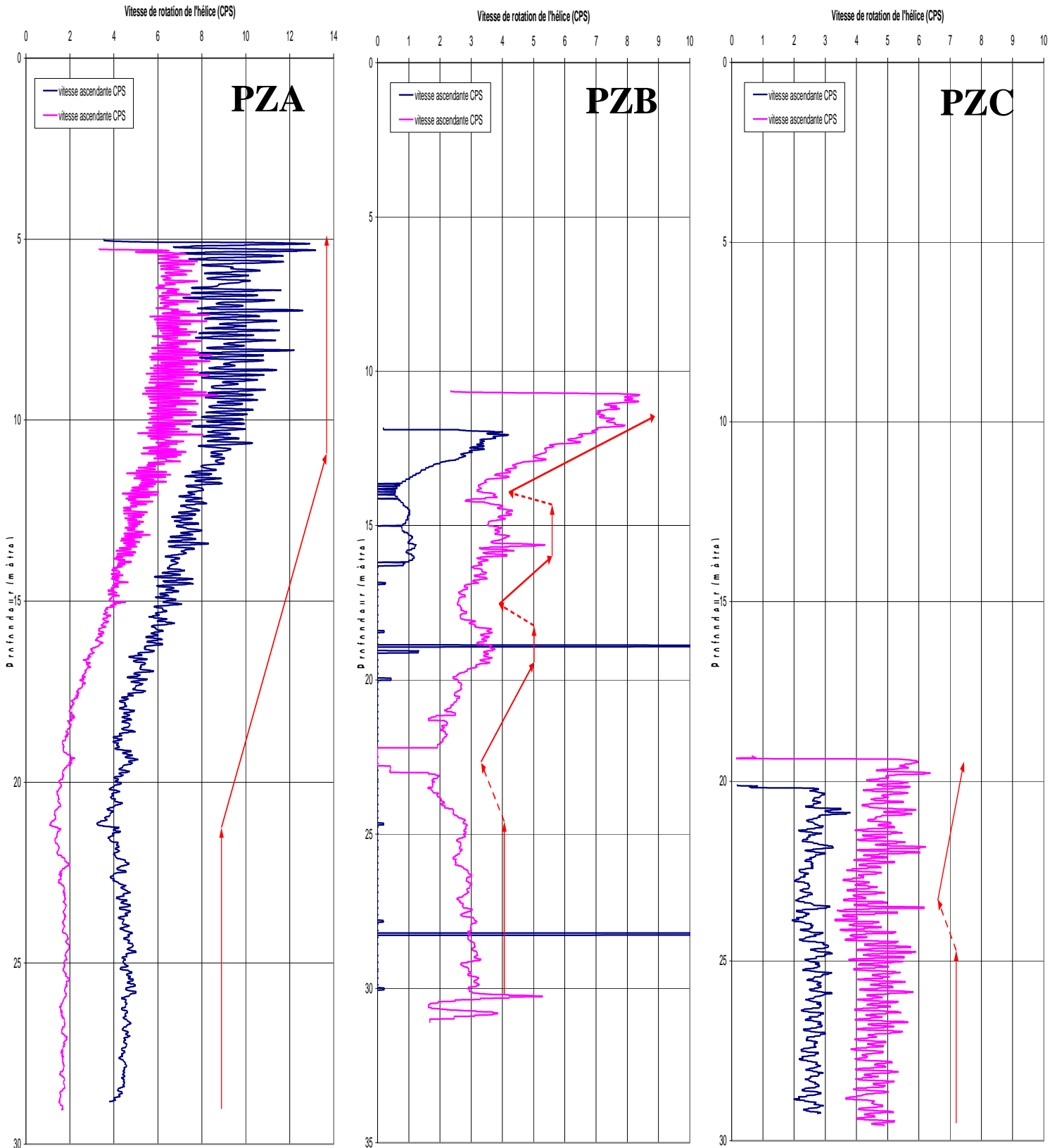
Au dessus, une zone d'infiltration puis une zone productive sont détectées respectivement à 24 m puis à 17 m ;

Commentaires :

Les venues d'eaux principales sont localisées dans la partie calcaire de la formation des calcaires de Buzançais rencontrée en PZA et en PZB.

Ces résultats sont parfaitement corrélables avec les mesures gamma-ray.

Figure 24 : Profils de production (= micromoulinet) des 3 piézomètres



4.6. Résultats des profils diagraphiques de température et conductivité

Principe des mesures :

Les mesures de température et de conductivité de l'eau dans les piézomètres ont été réalisées avec la sonde combinée GFTC.

La sonde enregistre ces deux paramètres physiques qui permettent de caractériser l'eau du forage et de localiser les arrivées d'eau. Les mesures brutes ont été recalées à la température de 25°C.

Les trois piézomètres ont fait l'objet du même protocole de mesure à savoir :

- en régime statique à la descente de la sonde ;
- en régime dynamique à la descente de la sonde (flux ascendant de 5 cm/sec provoqué par un pompage à 2 m³/h avec une pompe 3") ; la mesure a été renouvelée une fois avec une vitesse de descente de la sonde différente.

Résultats des mesures :

PZA

Les résultats sont présentés sur les figures 25 (température) et 26 (conductivité). Les cotes annoncées sont référencées par rapport au sommet des tubages.

La température et la conductivité permettent de localiser, grâce à une inflexion marquée, la base des venues d'eau vers 20 m de profondeur.

En fin de mesure, la température est de 13,5°C et la conductivité de 575 µS/cm.

PZB

Les résultats sont présentés sur les figures 25 (température) et 26 (conductivité). Les cotes annoncées sont référencées par rapport au sommet des tubages.

Les variations de température et de conductivité sont faibles. On note toutefois un décrochement significatif de la conductivité vers 25m qui permet de localiser la base des venues d'eau.

En fin de mesure, la température est de 13,6°C et la conductivité de 540 µS/cm.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

PZC

Les résultats sont présentés sur les figures 25 (température) et 26 (conductivité). Les cotes annoncées sont référencées par rapport au sommet des tubages.

Les variations de température et de conductivité sont faibles. On note toutefois un décrochement significatif de la conductivité vers 24 m qui permet de localiser la base des venues d'eau.

En fin de mesure, la température de l'eau est de 13,6°C et la conductivité de 545 µS/cm.

Commentaires :

Ces diagraphies de température et de conductivité de l'eau des piézomètres indiquent donc qu'il s'agit d'eaux tempérées (13,6°C) et moyennement minéralisées (conductivité de 540 à 575 µS/cm).

Les venues d'eaux principales sont localisées dans les tranches essentiellement calcaires de la formation des calcaires de Buzançais, rencontrées directement sous les marnes de Saint-Doulchard en PZA et en PZB et mise en évidence précisément grâce aux diagraphies de radioactivité naturelle (figure 23).

Ces résultats sont en effet parfaitement corrélables avec les mesures gamma-ray.

Figure 25 : Profil de température de l'eau dans les 3 piézomètres

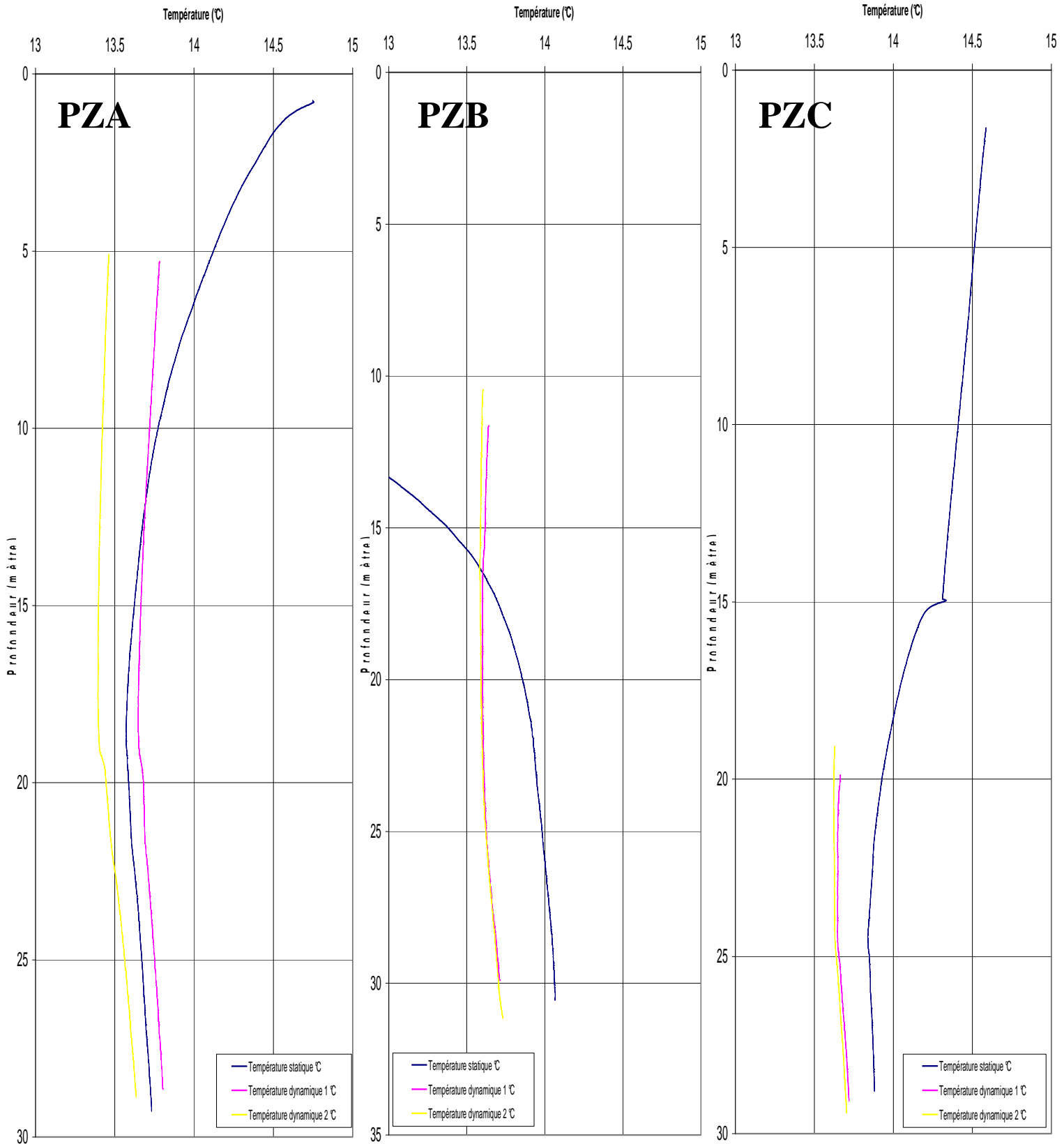
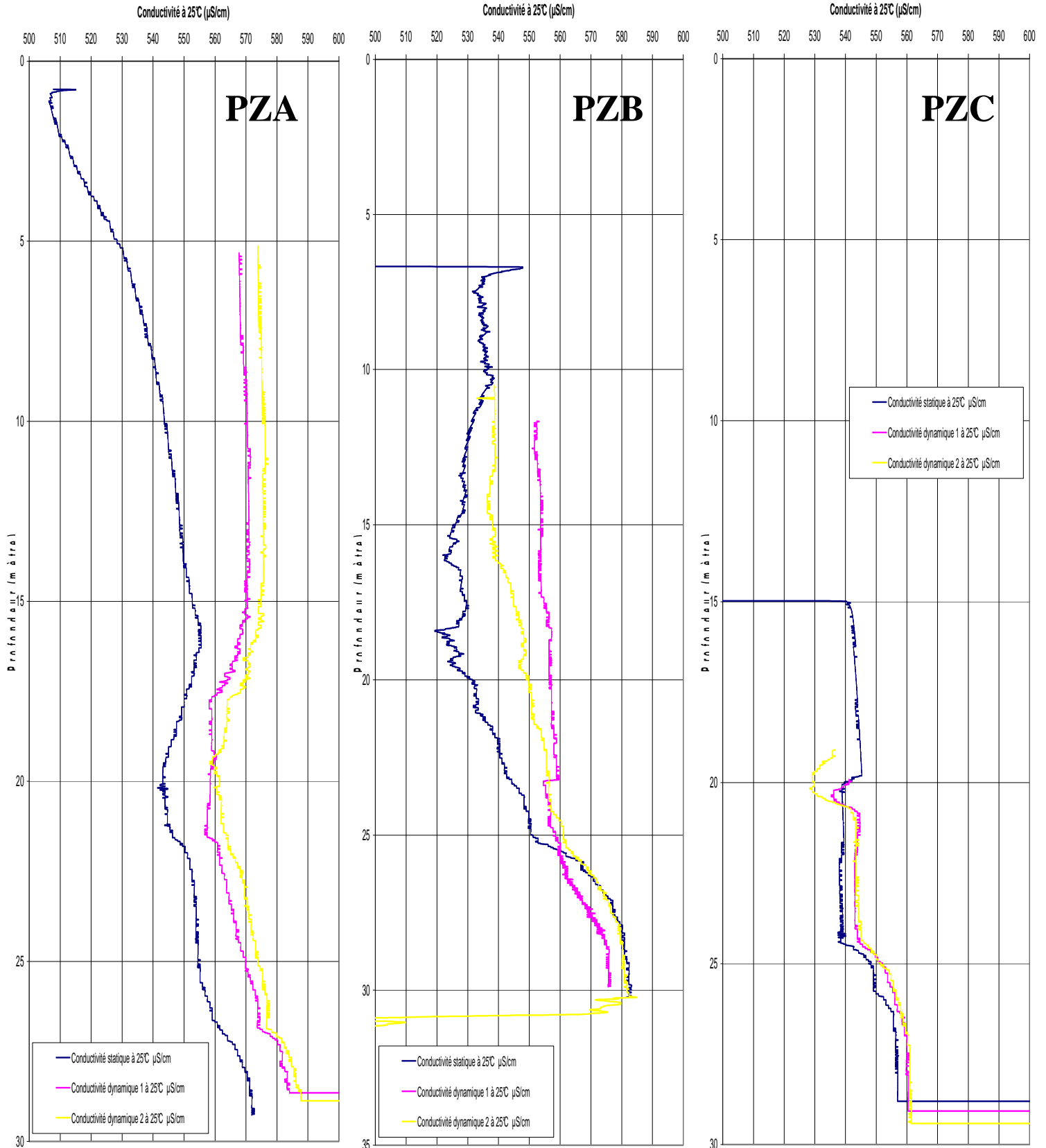


Figure 26 : Profils de conductivité de l'eau dans les 3 piézomètres



4.7. Résultats et interprétation des pompages d'essai dans les trois piézomètres

4.7.1. PZA

Objectifs et conditions de réalisation du pompage :

L'objectif de ce pompage est d'évaluer les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère contenant la nappe captée (en particulier la transmissivité qui est le paramètre hydrodynamique qui caractérise l'aptitude de l'aquifère à faire transiter l'eau) et d'étudier les conditions aux limites de l'aquifère à moyenne distance de l'ouvrage.

Les mesures de niveau d'eau ont été effectuées manuellement à la sonde électrique.

Les débits ont été déterminés par mesure du temps de remplissage d'un réservoir de capacité connu.

Les eaux d'exhaure ont été rejetées dans le fossé du chemin en limite duquel se trouve le piézomètre.

Caractéristiques et données du pompage :

Date de réalisation : 19 novembre 2010

Durée de pompage : 6 h

Durée du suivi de la remontée du niveau d'eau : 40 mn

Débit de pompage : 8,2 m³/h

Niveau statique avant pompage : 1,14 m/bord sup. du tubage pvc (soit 0,58 m/sol)

Niveau dynamique au terme du pompage : 3,375 m/bord sup. du tubage pvc (soit 2,815 m/sol)

Rabatement constaté au terme du pompage : 2,235 m

Débit spécifique : 3,67 m³/h/m (ou 1,02 . 10⁻³ m²/s).

Les données obtenues ainsi que la courbe d'évolution des niveaux d'eau dans l'ouvrage pendant le pompage sont présentées en figure 27.

Interprétation :

L'interprétation des mesures a été réalisée à l'aide du logiciel WINISAPE, développé par ANTEA (version de mai 2010).

Elle est fondée sur l'utilisation des expressions d'hydrodynamique souterraine en régime transitoire établies par Theis, expressions dont les conditions générales d'application sont celles de l'essai de puits et qui s'applique au type hydrodynamique d'aquifère qui est celui contenant la nappe captée : aquifère à nappe libre ou captive, illimité, à substratum imperméable.

Un calage satisfaisant d'une courbe calculée sur la courbe des données enregistrées (figure 28) a été obtenu dans les conditions suivantes :

$$\text{Transmissivité } T = 4,72 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Coefficient d'emmagasinement } S = 1,0 \cdot 10^{-2}$$

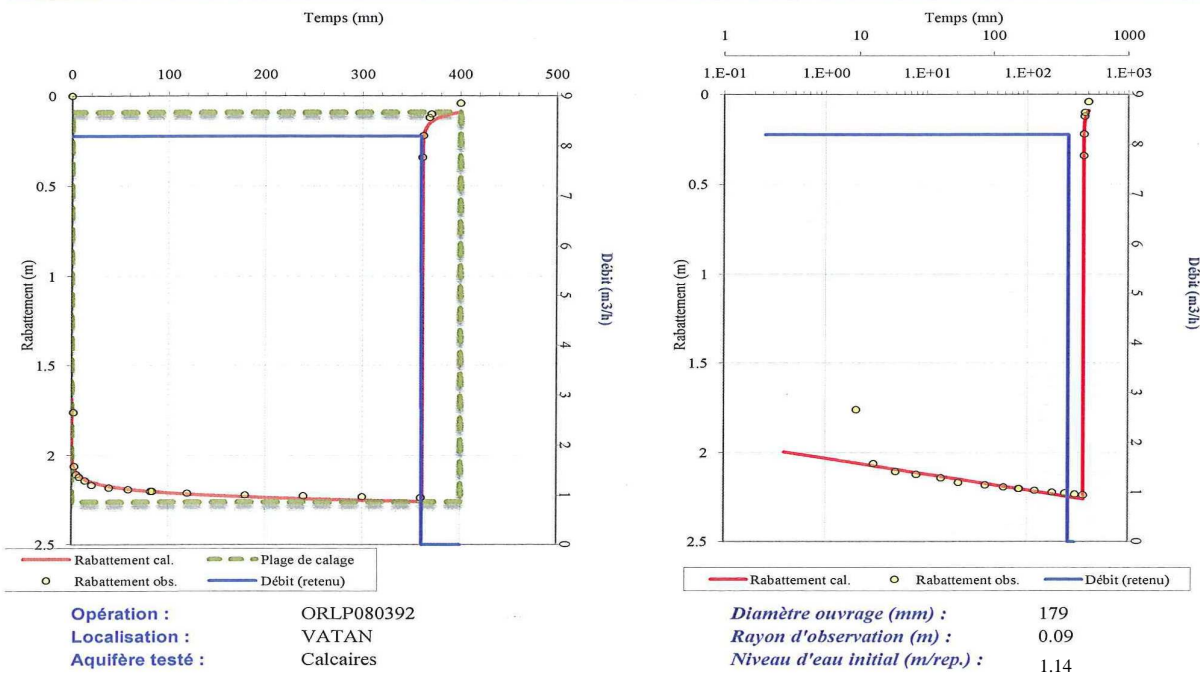
en appliquant des pertes de charges quadratiques.

Ce résultat traduit un milieu à perméabilité élevée ce qui est cohérent avec la nature lithologique de la formation aquifère (calcaire fissuré présentant d'assez bonnes capacités de stockage de l'eau).

**Figure 28 : Interprétation du pompage d'essai réalisé en PZA le 19/11/2010
 au débit de 8,2 m³/h**

**RAPPORT D'INTERPRÉTATION D'UN ESSAI DE POMPAGE RÉALISÉ
 PAR LA MÉTHODE THEIS**

Test réalisé dans le PUITIS PZA le 19 novembre 2010 par la société ANTEA



Résultats d'interprétation

Plage de calage (min) : valeur minimale = 0, valeur maximale = 400
Résultats d'interprétation : Transmissivité (m²/s) = 4.72E-03, Emmagasinement (-) = 1.00E-02
 Coefficient de pertes de charge quadratiques (m/(m³/h)²) = 2.51E-02

Commentaires

4.7.2. PZB

Objectifs et conditions de réalisation du pompage :

L'objectif de ce pompage est d'évaluer les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère contenant la nappe captée (en particulier la transmissivité qui est le paramètre hydrodynamique qui caractérise l'aptitude de l'aquifère à faire transiter l'eau) et d'étudier les conditions aux limites de l'aquifère à moyenne distance de l'ouvrage.

Les mesures de niveau d'eau ont été effectuées manuellement à la sonde électrique.

Les débits ont été déterminés par mesure du temps de remplissage d'un réservoir de capacité connu.

Les eaux d'exhaure ont été rejetées dans le fossé du chemin en limite duquel se trouve le piézomètre.

Caractéristiques et données du pompage :

Date de réalisation : 19 novembre 2010

Durée de pompage : 6 h

Durée du suivi de la remontée du niveau d'eau : 40 mn

Débit de pompage : 8,0 m³/h

Niveau statique avant pompage : 7,04 m/bord sup. du tubage pvc (soit 6,46 m/sol)

Niveau dynamique au terme du pompage : 7,17 m/bord sup. du tubage pvc (soit 6,59 m/sol)

Rabatement constaté au terme du pompage : 0,13 m

Débit spécifique : 61,5 m³/h/m (ou 1,71 . 10⁻² m²/s).

Les données obtenues ainsi que la courbe d'évolution des niveaux d'eau dans l'ouvrage pendant le pompage sont présentées en figure 29.

Interprétation :

L'interprétation des mesures a été réalisée à l'aide du logiciel WINISAPE, développé par ANTEA (version de mai 2010).

Elle est fondée sur l'utilisation des expressions d'hydrodynamique souterraine en régime transitoire établies par Theis, expressions dont les conditions générales d'application sont celles de l'essai de puits et qui s'applique au type hydrodynamique d'aquifère qui est celui contenant la nappe captée : aquifère à nappe libre ou captive, illimité, à substratum imperméable.

Un calage satisfaisant d'une courbe calculée sur la courbe des données enregistrées (figure 30) a été obtenu dans les conditions suivantes :

$$\text{Transmissivité } T = 1,91 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Coefficient d'emmagasinement } S = 8,14 \cdot 10^{-2}$$

Ce résultat traduit un milieu à perméabilité élevée ce qui est cohérent avec la nature lithologique de la formation aquifère (calcaire fissuré présentant d'assez bonnes capacités de stockage de l'eau).

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
 Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
 des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

Figure 29 : Données du pompage d'essai réalisé en PZB le 19/11/2010 au débit de 8,0 m³/h

Opération : ORLP080392 Nom de l'ouvrage : PZB Diamètre ouvrage (mm) : 179
 Localisation : VATAN Type d'ouvrage : PUIITS Rayon d'observation (m) : 0.09
 Société : ANTEA Aquifère testé : Calcaires Niveau d'eau initial (m/rep.) : 7.04
 Date pompage : 19-nov-10

Paramètre suivi : Rabattement
 Unité temps : mn
 Unité débit : m3/h

Importation de données : Format Win Isa, Format Xls, Format Isape 6.1

Filtrage des données : $\delta t / \delta h / \delta Q$
 δt : 0.00 min Nb mesures brutes : 18
 δh : 0.000 m Nb mesures retenues : 18
 δQ : 0.000 m3/h Filtrage, Mise à jour du graphique

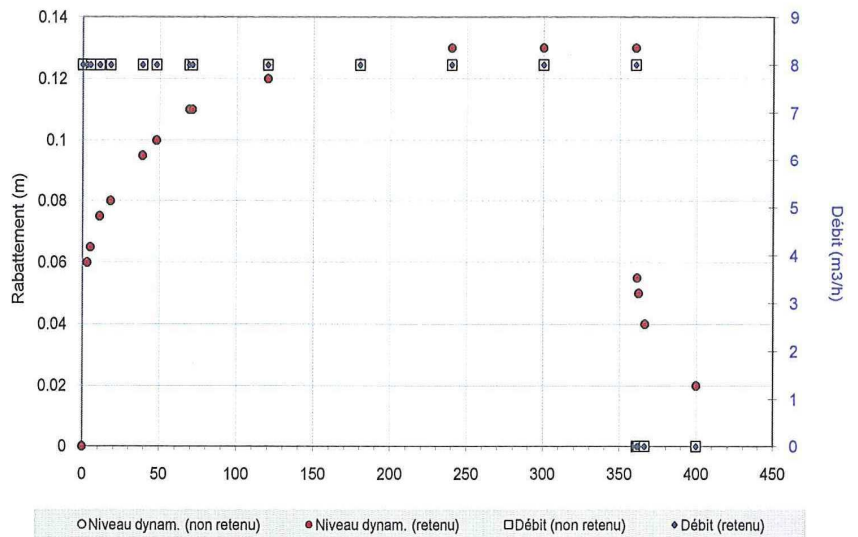
Champs à saisir en français

Interprétation : Interprétation du test, Pertes de charge, Rapport d'interprétation, Enregistrer, Quitter

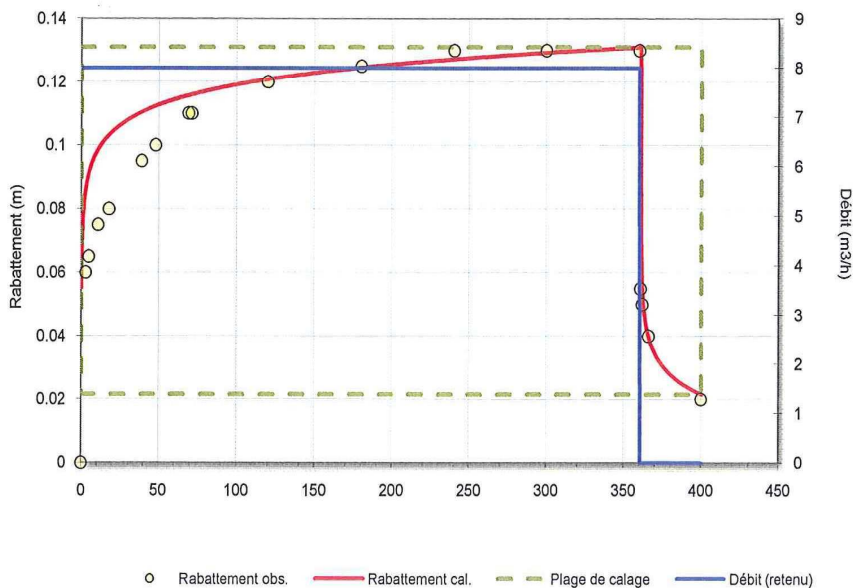
Simulation : Simulation, Rapport

Filtre	Données brutes/filtrées			
	0 / 1	Temps mn	Rabattement m	Débit m3/h
	1	0	0	8
	1	3	0.06	8
	1	5	0.065	8
	1	11	0.075	8
	1	18	0.08	8
	1	39	0.095	8
	1	48	0.1	8
	1	69	0.11	8
	1	71	0.11	8
	1	120	0.12	8
	1	180	0.125	8
	1	240	0.13	8
	1	300	0.13	8
	1	360	0.13	8
	1	361	0.055	0
	1	362	0.05	0
	1	366	0.04	0
	1	400	0.02	0

Graphique de contrôle des données brutes/filtrées



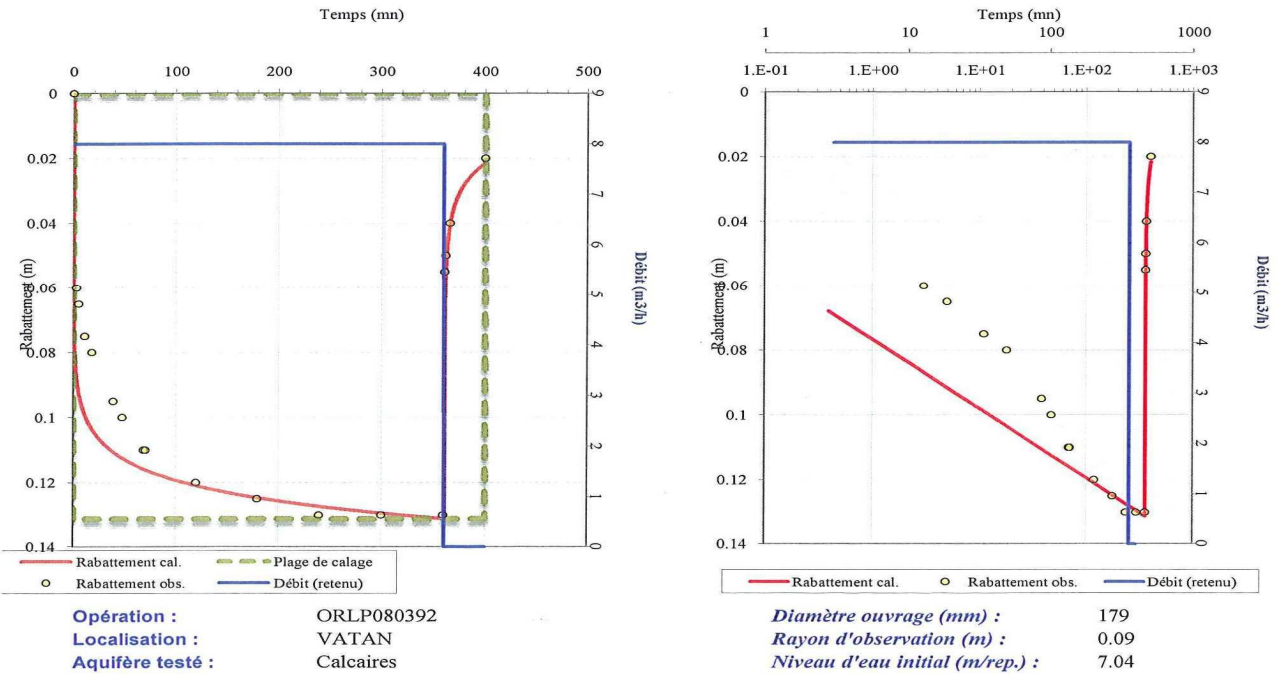
Graphique d'interprétation



**Figure 30 : Interprétation du pompage d'essai réalisé en PZB le 19/11/2010
 au débit de 8,0 m³/h**

**RAPPORT D'INTERPRÉTATION D'UN ESSAI DE POMPAGE RÉALISÉ
 PAR LA MÉTHODE THEIS**

Test réalisé dans le PUITZ PZB le 19 novembre 2010 par la société ANTEA



Résultats d'interprétation

Plage de calage (min) : valeur minimale = 0, valeur maximale = 400
Résultats d'interprétation : Transmissivité (m²/s) = 1.91E-02, Emmagasinement (-) = 8.14E-02

Commentaires

4.7.3. PZC

Objectifs et conditions de réalisation du pompage :

L'objectif de ce pompage est d'évaluer les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère contenant la nappe captée (en particulier la transmissivité qui est le paramètre hydrodynamique qui caractérise l'aptitude de l'aquifère à faire transiter l'eau) et d'étudier les conditions aux limites de l'aquifère à moyenne distance de l'ouvrage.

Les mesures de niveau d'eau ont été effectuées manuellement à la sonde électrique.

Les débits ont été déterminés par mesure du temps de remplissage d'un réservoir de capacité connu.

Les eaux d'exhaure ont été rejetées à la surface du sol à une vingtaine de mètres du piézomètre.

Caractéristiques et données du pompage :

Date de réalisation : 19 novembre 2010

Durée de pompage : 6 h

Durée du suivi de la remontée du niveau d'eau : 40 mn

Débit de pompage : 1,2 m³/h

Niveau statique avant pompage : 15,07 m/bord sup. du tubage acier (soit 15,02 m/sol)

Niveau dynamique au terme du pompage : 18,46 m/bord sup. du tubage acier (soit 18,41 m/sol)

Rabatement constaté au terme du pompage : 3,39 m

Débit spécifique : 0,35 m³/h/m (ou $9,7 \cdot 10^{-5}$ m²/s).

Les données obtenues ainsi que la courbe d'évolution des niveaux d'eau dans l'ouvrage pendant le pompage sont présentées en figure 31.

Interprétation :

L'interprétation des mesures a été réalisée à l'aide du logiciel WINISAPE, développé par ANTEA (version de mai 2010).

Elle est fondée sur l'utilisation des expressions d'hydrodynamique souterraine en régime transitoire établies par Theis, expressions dont les conditions générales d'application sont celles de l'essai de puits et qui s'applique au type hydrodynamique d'aquifère qui est celui contenant la nappe captée : aquifère à nappe libre ou captive, illimité, à substratum imperméable.

Un calage satisfaisant d'une courbe calculée sur la courbe des données enregistrées (figure 32) a été obtenu dans les conditions suivantes :

$$\text{Transmissivité } T = 8,72 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Coefficient d'emménagement } S = 8,26 \cdot 10^{-3}$$

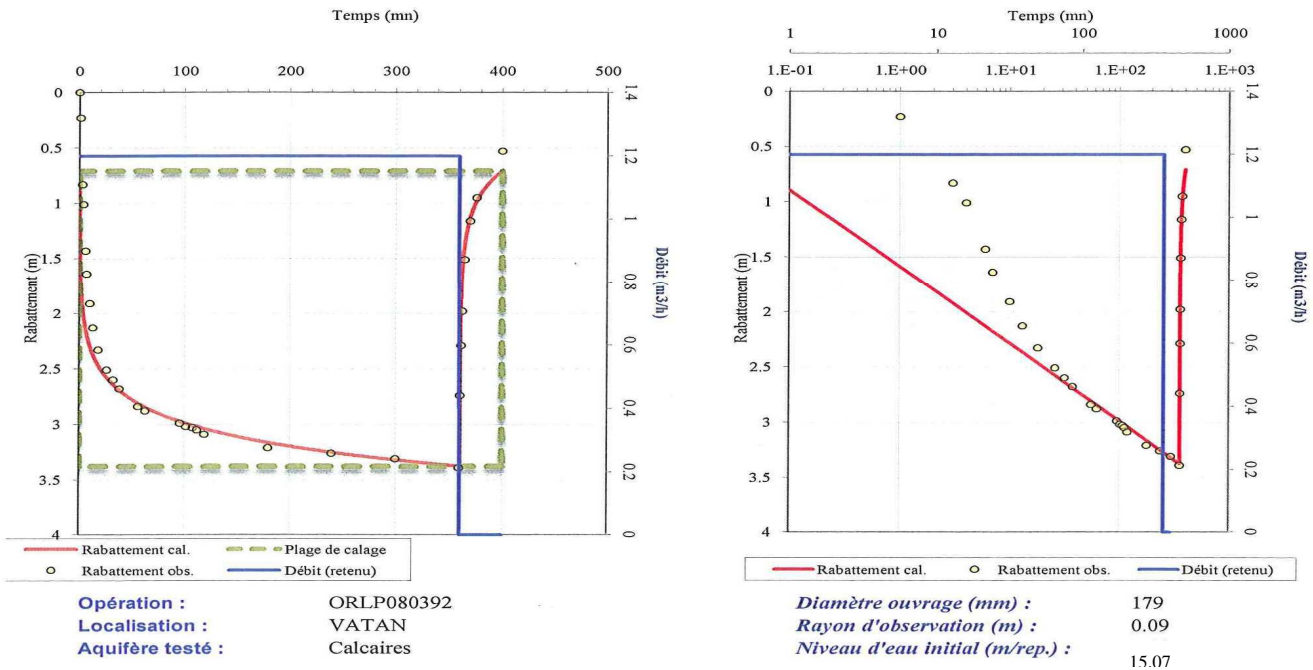
en appliquant des pertes de charges quadratiques.

Ce résultat traduit un milieu à faible perméabilité ce qui est cohérent avec la nature lithologique de la formation aquifère (alternance de bancs calcaires et marneux présentant de faibles capacités de stockage de l'eau).

**Figure 32 : Interprétation du pompage d'essai réalisé en PZC le 19/11/2010
 au débit de 1,2 m³/h**

**RAPPORT D'INTERPRÉTATION D'UN ESSAI DE POMPAGE RÉALISÉ
 PAR LA MÉTHODE THEIS**

Test réalisé dans le PUIITS PZC le 19 novembre 2010 par la société ANTEA



Résultats d'interprétation

Plage de calage (min) : valeur minimale = 0, valeur maximale = 400
Résultats d'interprétation : Transmissivité (m²/s) = 8.72E-05, Emmagasinement (-) = 8.26E-03
 Coefficient de pertes de charge quadratiques (m/(m³/h)²) = 7.72E-03

Commentaires

5. Campagnes piézométriques « hautes eaux » et « basses eaux »

5.1. Résultats de la campagne piézométrique « hautes eaux » du 16/06/2010

Cette campagne piézométrique « hautes eaux » a consisté à inventorier un certain nombre d'ouvrages de captages des eaux souterraines (puits et forages) situés dans l'environnement immédiat et rapproché du champ captant, puis à mesurer les profondeurs des niveaux d'eau dans ces ouvrages pour déterminer les cotes NGF de ces niveaux d'eau connaissant les cotes NGF au sol des ouvrages sélectionnés.

La liste des ouvrages pris en compte avec leurs principales caractéristiques est présentée dans le tableau 1 ci-dessous.

La confrontation de la profondeur des ouvrages avec leur localisation par rapport aux aires d'affleurement des formations géologiques en présence a conduit à distinguer deux types d'ouvrages :

→ ceux qui captent la nappe des calcaires de Buzançais ; il s'agit des ouvrages situés sur l'aire d'affleurement des calcaires de Buzançais ou bien sur l'aire d'affleurement des marnes de Saint-Doulchard mais dont la profondeur implique que la partie inférieure des ouvrages fait face aux calcaires de Buzançais ;

→ ceux, situés sur l'aire d'affleurement des marnes de Saint-Doulchard, qui, d'après leurs profondeurs, n'atteignent pas les calcaires de Buzançais ; deux ouvrages sont dans cette configuration, les puits des Beauminards et du Clos des Vignes au nord-nord-est du champ captant ; il s'agit bien dans les deux cas de puits citernes dans lesquels sont recueillies des eaux de ruissellement pouvant apparaître en période de précipitations.

Les cotes de niveaux d'eau dans ces différents ouvrages ont permis de dresser l'esquisse piézométrique de la figure 33.

Les courbes isopièzes déduites de ces cotes concernent la nappe des calcaires de Buzançais tant dans sa partie libre (à l'aplomb de l'aire d'affleurement de ces calcaires) que dans sa partie captive (calcaires de Buzançais sous recouvrement des marnes de Saint-Doulchard).

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

Elles montrent que la nappe s'écoule globalement du sud vers le nord.

Toutefois, on constate, du fait de l'inflexion des courbes isopièzes au droit des vallons des ruisseaux de Péruelle (vallon est) et de Jarondelle (vallon ouest), que la nappe des calcaires de Buzançais est drainée vers cet axe topographique orienté sud-nord constitué par ces deux vallons au sud du champ captant, constitué par le seul vallon du ruisseau de Meunet au nord du champ captant.

Le gradient piézométrique de la nappe apparaît plus faible en domaine captif qu'en domaine libre :

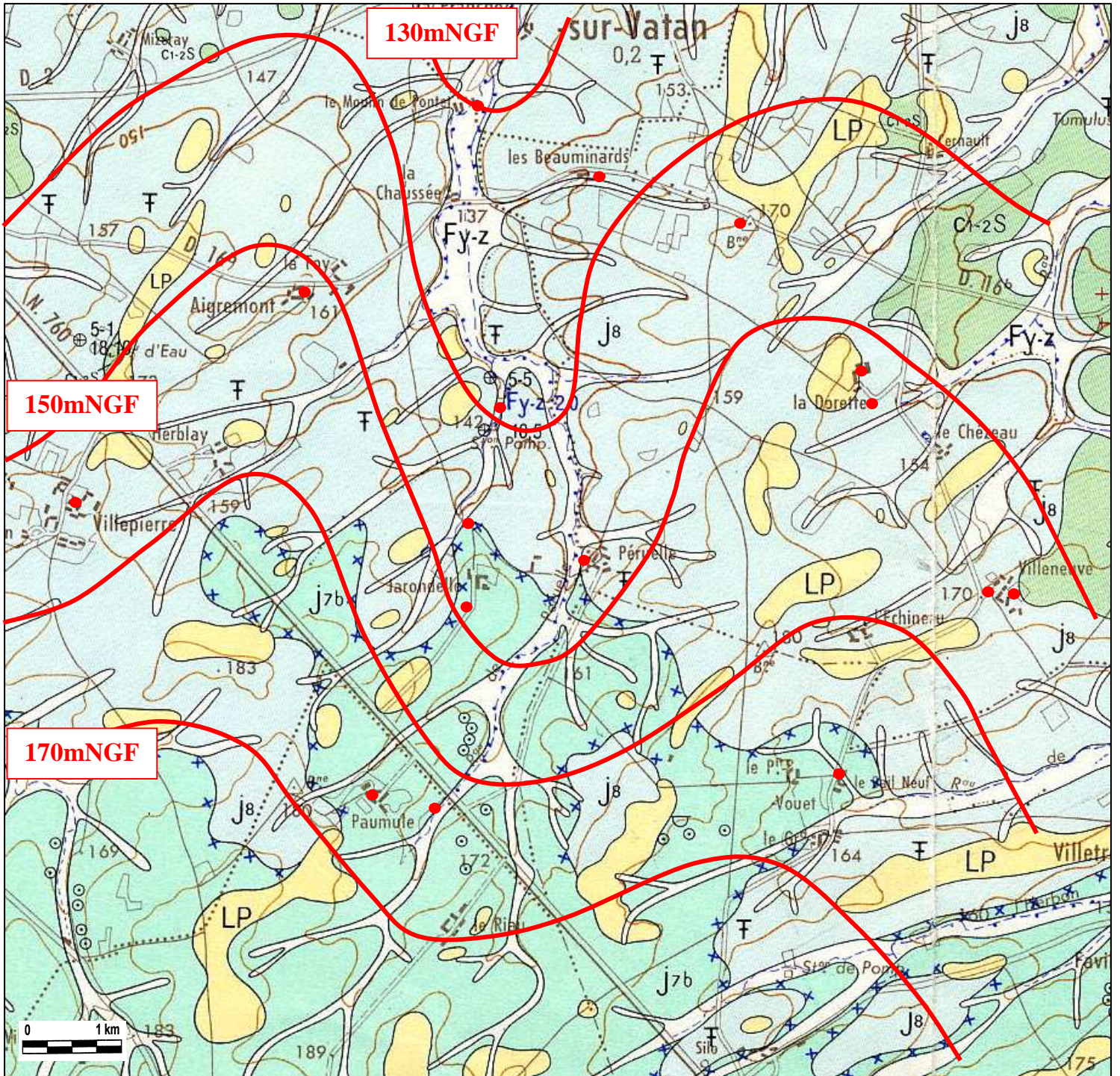
→ Il est de l'ordre de 1,3 % en domaine libre (entre Le Riau et Jarondelle) ;

→ Il est de l'ordre de 0,65 % en domaine captif (au nord de Jarondelle).

Tableau 1 : Données de la campagne piézométrique du 16 juin 2010

	Prof. niveau d'eau / sol (en m)	Prof. ouvrage / sol (en m)	Nappe captée	Cote sol de l'ouvrage (en m NGF)	Cote du niveau d'eau (en m NGF)
Paumule (puits ancien)	7,73	9,25	Calcaires de Buzançais	175	167,3
Le Riau nord (forage)	0,96	6,95	Calcaires de Buzançais	165	164,0
Villepierre (puits ancien)	17,64	19,85	Calcaires de Buzançais	175	157,4
Aigremont (puits ancien)	6,40	13,65	Calcaires de Buzançais	161	154,6
Le Moulin du Pontet (source)	0,05	5,05	Calcaires de Buzançais	131	130,5
Les Beauminards (puits ancien)	0,50		Puits citerne dans Marnes de St-Doulchard	152	151,5
Le Clos des Vignes (puits ancien)	4,86	8,90	Puits citerne dans Marnes de St-Doulchard	170	165,1
La Dorette (forage)	0,96	20,0	Calcaires de Buzançais	155	154,0
La Dorette (puits)	4,1		Calcaires de Buzançais	158	153,9
Villeneuve aval (puits ancien)	12,46	16,6	Calcaires de Buzançais	170	157,5
Villeneuve amont (puits ancien)	15,60	17,9	Calcaires de Buzançais	173	157,4
Le Bail Neuf (puits ancien)	2,95	4,1	Calcaires de Buzançais	165	162,0
Péruelle (puits ancien)	0,98	4,3	Calcaires de Buzançais	149	148,0
PZC	13,8		Calcaires de Buzançais	163	149,2
PZB	5,66		Calcaires de Buzançais	152	146,3
PZA	0,21		Calcaires de Buzançais	140	139,8

Figure 33 : Esquisse piézométrique « hautes eaux » de la nappe des calcaires de Buzançais (campagne du 16 juin 2010)



5.2. Résultats de la campagne piézométrique « basses eaux » du 9/11/2010

Une seconde campagne piézométrique a été réalisée le 9 novembre 2010, soit 4 mois et 3 semaines après celle du 16 juin 2010.

L'absence de précipitations significatives, génératrices de pluies efficaces, entre le 16 juin et le 9 novembre 2010, permet de considérer la situation piézométrique du 9 novembre 2010 comme une situation de basses eaux par comparaison avec celle du 16 juin 2010 plus proche d'une situation de hautes eaux de la nappe.

Les ouvrages utilisés pour la réalisation de cette seconde campagne sont les mêmes que ceux utilisés pour la campagne précédente.

Le tableau 2 présente les caractéristiques de ces ouvrages à la date du 9 novembre 2010.

Les cotes de niveaux d'eau dans ces différents ouvrages ont permis de dresser l'esquisse piézométrique de la figure 34.

On aboutit à des courbes isopièzes qui présentent sensiblement le même profil que celles du 16 juin 2010 mais avec un décalage latéral vers le sud de l'ordre d'une centaine de mètres.

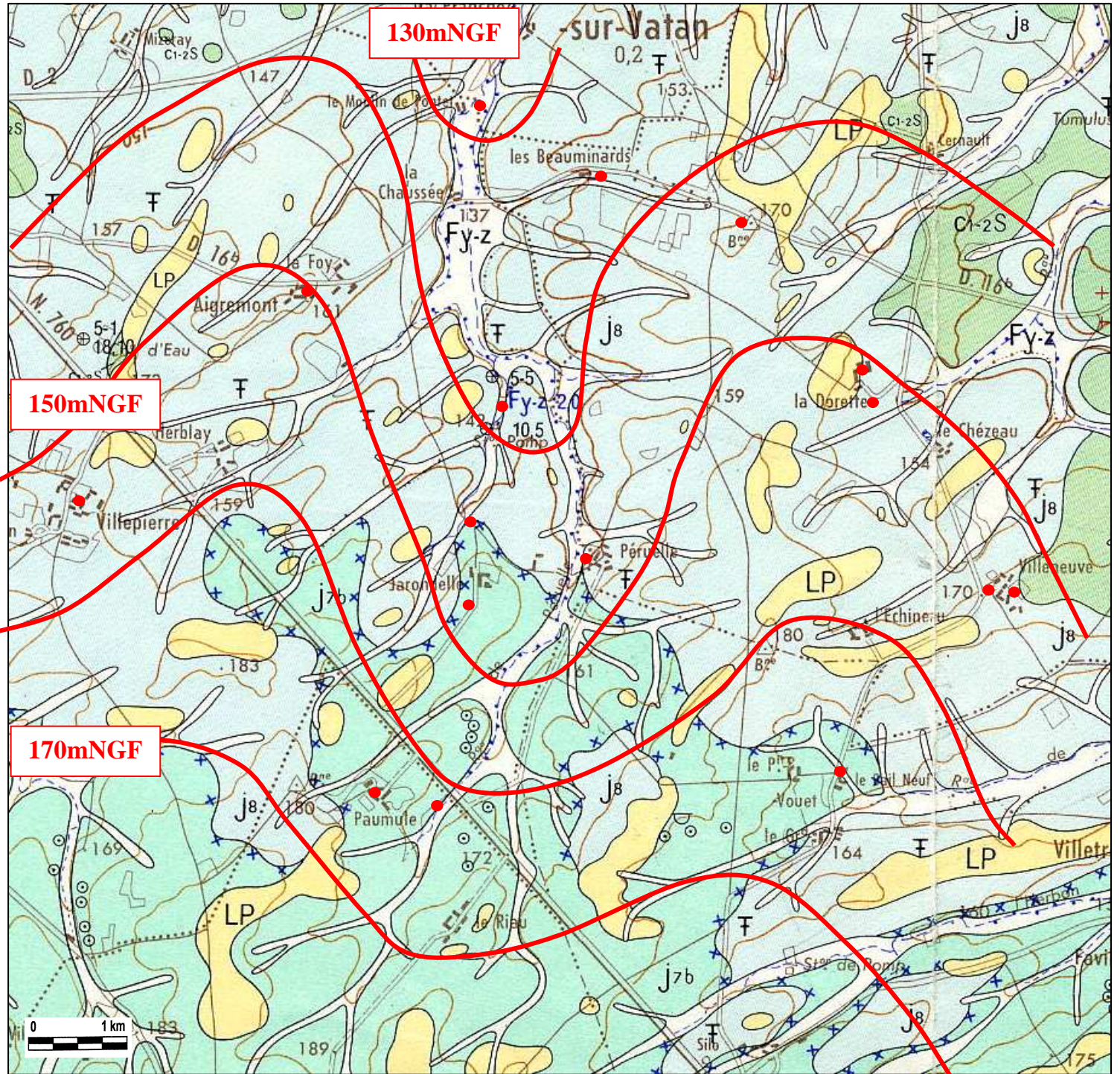
Elles montrent que :

- la nappe s'écoule globalement du sud vers le nord,
- la nappe est drainée vers l'axe topographique orienté sud-nord constitué par les deux vallons de Jarondelle et Péruelle,
- la nappe présente un gradient piézométrique qui est de l'ordre de 1,3 % en domaine libre (entre Le Riau et Jarondelle), 0,65 % en domaine captif (au nord de Jarondelle).

Tableau 2 : Données de la campagne piézométrique du 9 novembre 2010

	Prof. niveau d'eau / sol (en m)	Prof. ouvrage / sol (en m)	Nappe captée	Cote sol de l'ouvrage (en m NGF)	Cote du niveau d'eau (en m NGF)
Paumule (puits ancien)	7,98	9,25	Calcaires de Buzançais	175	167,0
Le Riau nord (forage)	1,54	6,95	Calcaires de Buzançais	165	163,5
Villepierre (puits ancien)	18,76	19,85	Calcaires de Buzançais	175	156,2
Aigremont (puits ancien)	7,32	13,65	Calcaires de Buzançais	161	153,7
Le Moulin du Pontet (source)	0,1	5,05	Calcaires de Buzançais	131	130,9
Les Beauminards (puits ancien)	0,80		Puits citerne dans Marnes de St-Doulchard	152	151,2
Le Clos des Vignes (puits ancien)	7,02	8,90	Puits citerne dans Marnes de St-Doulchard	170	163,0
La Dorette (forage)	2,44	20,0	Calcaires de Buzançais	155	152,6
La Dorette (puits)	5,6		Calcaires de Buzançais	158	152,4
Villeneuve nord (puits ancien)	12,49	16,6	Calcaires de Buzançais	170	157,5
Villeneuve sud (puits ancien)	15,65	17,9	Calcaires de Buzançais	173	157,3
Le Bail Neuf (puits ancien)	3,20	4,1	Calcaires de Buzançais	165	161,8
Péruelle (puits ancien)	2,01	3,3	Calcaires de Buzançais	149	147,0
PZC	15,06		Calcaires de Buzançais	163	147,9
PZB	6,60		Calcaires de Buzançais	152	145,4
PZA	0,89		Calcaires de Buzançais	140	139,1

Figure 34 : Esquisse piézométrique « basses eaux » de la nappe des calcaires de Buzançais (campagne du 9 novembre 2010)



6. Résultats et interprétations des pompages d'essai dans Seigneur 1 et Seigneur 2

6.1. Résultat du pompage par paliers de débits dans Seigneur 1

Ce pompage a pour objectif de caractériser l'ouvrage du point de vue hydraulique, soit de distinguer les différentes pertes de charge, de déterminer le débit critique de l'ouvrage (débit à partir duquel les pertes de charges quadratiques deviennent importantes) et d'évaluer son débit spécifique (débit par mètre de rabattement).

Il a été réalisé le 29 juin 2010.

Trois paliers de débits enchaînés de durée 1 h ont été réalisés, aux débits de 30, 40 et 56 m³/h.

Les mesures de niveau d'eau ont été effectuées de façon automatique au pas de temps de 15 mn par un module d'acquisition de données (SCAIME) et contrôlées à la sonde électrique.

Les débits ont été mesurés grâce au compteur volumétrique installé sur la canalisation d'exhaure à la station de pompage.

Les eaux d'exhaure ont été envoyées après traitement vers le château d'eau de Vatan.

Les données de ce pompage sont présentées en figure 35.

Elles ont permis d'établir la courbe caractéristique de l'ouvrage et de calculer les pertes de charges linéaires et quadratiques (pertes de charge respectivement dues aux écoulements laminaires et turbulents) (figure 35).

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

Résultats :

- Le débit critique du forage semble avoir été atteint au débit de 20-25 m³/h ; au-delà de ce débit, les pertes de charges quadratiques sont largement prépondérantes sur les pertes de charges linéaires ;
- Au débit maximum testé (56 m³/h), les pertes de charges quadratiques contribuent pour 74 % au rabattement constaté ;
- Les coefficients de pertes de charge calculés sont les suivants :
 - * pertes de charge linéaires (B) = 30 m/(m³/s) ;
 - * pertes de charge quadratiques (C) = 5 312 m/(m³/s)² ;
- Le débit spécifique observé au débit de 56 m³/h est de 31,3 m²/h (soit 31,3 m³/h par mètre de rabattement).

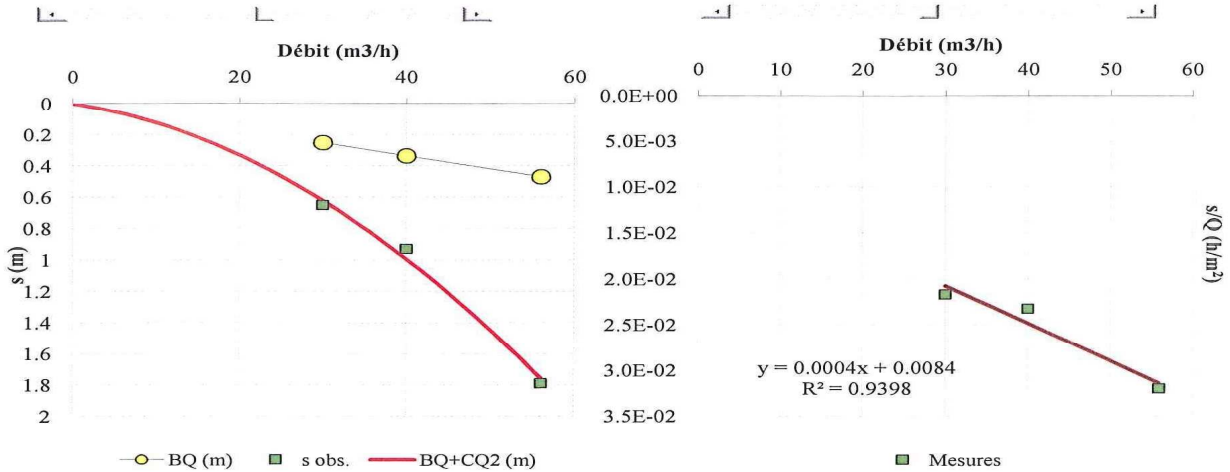
Figure 35 : Caractéristiques hydrauliques de Seigneur 1 d'après les données du pompage par paliers de débits

EVALUATION DES PERTES DE CHARGE AU PUIXS DE POMPAGE

Opération : ORLP080392
 Localisation : VATAN
 Société : ANTEA
 Date pompage : 29-juin-10

Nom de l'ouvrage : SEIGNEUR 1
 Type d'ouvrage : PUIXS
 Aquifère testé : Calcaires

Pompage par paliers	Palier 1	Palier 2	Palier 3	Palier 4	Palier 5
Débit (m3/h)	30	40	56		
Temps de pompage (min)	60	60	60		
Temps de remontée (min)	0	0	0		
Rabatement observé (m)	0.65	0.93	1.79		



Coef. pertes de charge linéaires (B) : 0.01 m/(m3/h) → 30 m/(m3/s)
 Coef. pertes de charge quadratiques (C) : 4.10E-04 m/(m3/h)² → 5312 m/(m3/s)²

CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES DU PUIXS DE POMPAGE
INFORMATIONS GÉNÉRALES

Essai de puits	
Niveau statique initial (m/sol)	2.28
Profondeur pompe (m/sol)	7-8 m
Type pompe	
Diamètre chambre de pompage (mm)	2500
Position crépine (m/sol)	9 à 11 m
Type crépine	buses béton
Nature du massif filtrant	Gravier

Limites hydrauliques d'exploitation	
Niveau statique en basses eaux (m)	
Amplitudes saisonnières (m)	
Débit d'exploitation recommandé (m3/h)	
Pertes de charge linéaires (m)	
Pertes de charge quadratiques (m)	
Niveau dynamique en basses eaux (m)	

Informations sur l'ajustement				
Q/s calculé (m2/h)	48.29	40.31	31.88	
Q/s observé (m2/h)	46.15	43.01	31.28	
Ecart Q/s cal.- Q/s obs. (m2/h)	-2.14	2.70	-0.60	
Rabatement calculé (m)	0.62	0.99	1.76	
Ecart Scal-Sobs (m)	-0.03	0.06	-0.03	

6.2. Résultat du pompage continu dans Seigneur 1

L'objectif de ce pompage est d'évaluer les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère contenant la nappe captée (en particulier la transmissivité qui est le paramètre hydrodynamique qui caractérise l'aptitude de l'aquifère à faire transiter l'eau) et d'étudier les conditions aux limites de l'aquifère à moyenne distance de l'ouvrage.

Pour cela, un pompage continu de 43 h au débit moyen de 61 m³/h a été engagé du 16 au 18 juin 2010.

La courbe d'évolution du niveau d'eau dans le forage pendant le pompage est présentée en figure 36.

Le niveau statique avant pompage a été mesuré à 2,32 m/bord du capot Foug.

Les mesures de niveau d'eau ont été effectuées de façon automatique au pas de temps de 15 mn par un module d'acquisition de données (SCAIME) et contrôlées à la sonde électrique.

Le niveau dynamique en fin de pompage a été mesuré 5,817 m/bord du capot Foug, soit un rabattement de 3,501m.

Les débits ont été mesurés grâce au compteur volumétrique installé sur la canalisation d'exhaure à la station de pompage.

Les eaux d'exhaure ont été envoyées après traitement vers le château d'eau de Vatan.

Les mesures effectuées ont permis de tracer les courbes de descente et de remontée du niveau d'eau (figure 36).

Interprétation :

L'interprétation des mesures a été réalisée à l'aide du logiciel WINISAPE, développé par ANTEA (version de mai 2010).

Elle est fondée sur l'utilisation des expressions d'hydrodynamique souterraine en régime transitoire établies par Theis, expression dont les conditions générales d'application sont celles de l'essai de puits et qui s'applique au type hydrodynamique d'aquifère qui est celui contenant la nappe captée : aquifère à nappe libre ou captive, illimité, à substratum imperméable.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

Un calage satisfaisant d'une courbe calculée sur la courbe des données enregistrées (figure 37) a été obtenu dans les conditions suivantes :

$$\text{Transmissivité } T = 3,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Coefficient d'emmagasinement } S = 1,84 \cdot 10^{-1}$$

en introduisant une limite étanche distante de 19 m du forage.

Ce résultat traduit un milieu à perméabilité moyenne à forte ce qui est cohérent avec la nature lithologique de la formation aquifère (calcaire fissuré).

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
 Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
 des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

**Figure 36 : Données du pompage d'essai réalisé dans Seigneur 1
 du 16 au 18 juin 2010 au débit de 61 m³/h**

Opération : ORLP080392 Nom de l'ouvrage : SEIGNEUR 1 Diamètre ouvrage (mm) : 2500
 Localisation : VATAN Type d'ouvrage : PUITES Rayon d'observation (m) : 1.25
 Société : ANTEA Aquifère testé : Calcaires Niveau d'eau initial (m/rep.) : 2.32
 Date pompage : 16-juin-10 Filtrage des données : $\delta t / \delta h / \delta Q$
 Paramètre suivi : Rabattement Importation de données : Format Win Isa Nb mesures brutes : 43
 Unité temps : mn Format Xls Nb mesures retenues : 43
 Unité débit : m3/h Format Isape 6.1 Filtrage
 Mise à jour du graphique

Interprétation

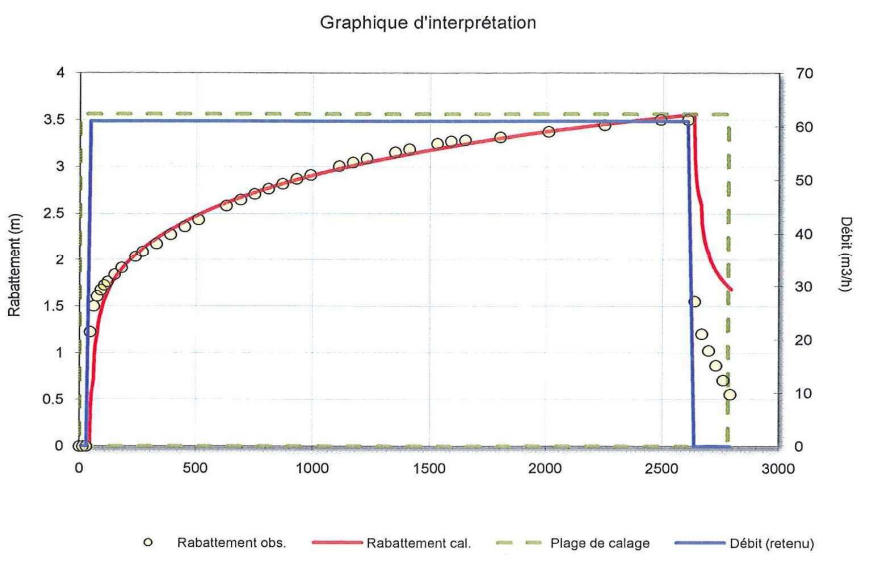
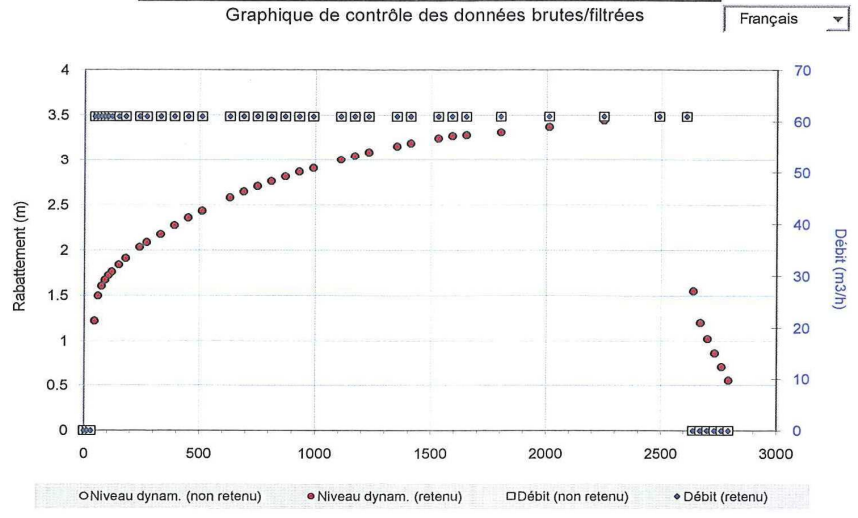
Interprétation du test
 Pertes de charge
 Rapport d'interprétation

Simulation

Simulation
 Rapport

Enregistrer Quitter

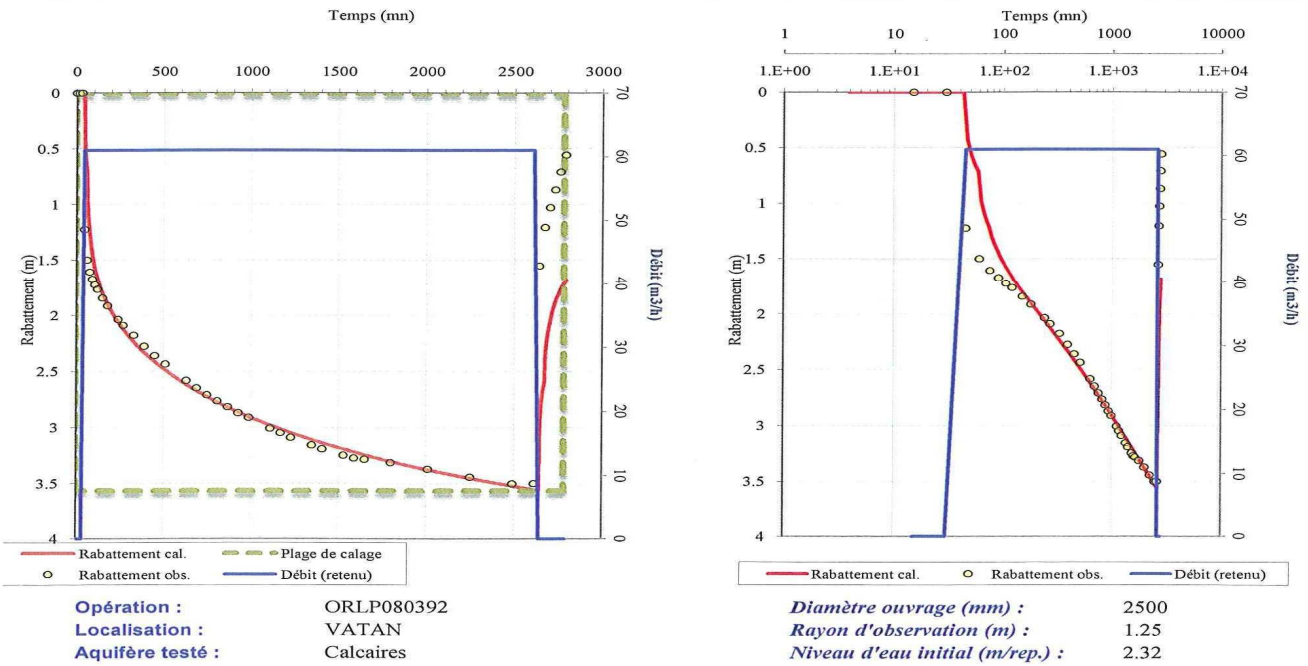
Filtre 0 / 1	Données brutes/filtrées		
	Temps mn	Rabattement m	Débit m3/h
1	0	0	0
1	15	0	0
1	30	0	0
1	45	1.223	61
1	60	1.499	61
1	75	1.607	61
1	90	1.673	61
1	105	1.724	61
1	120	1.763	61
1	150	1.842	61
1	180	1.913	61
1	240	2.036	61
1	270	2.089	61
1	330	2.177	61
1	390	2.275	61
1	450	2.36	61
1	510	2.436	61
1	630	2.582	61
1	690	2.648	61
1	750	2.71	61
1	810	2.765	61
1	870	2.817	61
1	930	2.87	61
1	990	2.911	61
1	1110	3.007	61
1	1170	3.047	61
1	1230	3.089	61
1	1350	3.156	61
1	1410	3.19	61
1	1530	3.246	61
1	1590	3.271	61
1	1650	3.283	61
1	1800	3.313	61
1	2010	3.372	61
1	2250	3.443	61
1	2490	3.501	61
1	2610	3.5	61
1	2640	1.553	0
1	2670	1.204	0
1	2700	1.026	0
1	2730	0.868	0
1	2760	0.708	0
1	2790	0.557	0



**Figure 37 : Interprétation du pompage d'essai réalisé dans Seigneur 1
 du 16 au 18 juin 2010 au débit de 61 m³/h**

**RAPPORT D'INTERPRÉTATION D'UN ESSAI DE POMPAGE RÉALISÉ
 PAR LA MÉTHODE THEIS**

Test réalisé dans le PUISSE SEIGNEUR 1 le 16 juin 2010 par la société ANTEA



Résultats d'interprétation

- Plage de calage (min) :** valeur minimale = 0, valeur maximale = 2781
- Résultats d'interprétation :** Transmissivité (m²/s) = 3.85E-03, Emmagasinement (-) = 1.84E-01
- Effet de capacité :** Diamètre section (mm) = 0
 Profondeur base section (m) = 0
- Effet de limite(s) :** Nature de la limite: étanche, Distance / puits (m) = 19

Commentaires

6.3. Résultat du pompage par paliers de débits dans Seigneur 2

Ce pompage a pour objectif de caractériser l'ouvrage du point de vue hydraulique, soit de distinguer les différentes pertes de charge, de déterminer le débit critique de l'ouvrage (débit à partir duquel les pertes de charges quadratiques deviennent importantes) et d'évaluer son débit spécifique (débit par mètre de rabattement).

Il a été réalisé le 1^{er} juillet 2010.

Trois paliers de débits enchaînés de durée 2 h ont été réalisés, aux débits de 9, 14,2 et 21 m³/h.

Les mesures de niveau d'eau ont été effectuées de façon automatique au pas de temps de 15 mn par un module d'acquisition de données (SCAIME) et contrôlées à la sonde électrique.

Les débits ont été mesurés à partir du compteur volumétrique installé sur la canalisation d'exhaure à la station de pompage.

Les eaux d'exhaure ont été envoyées après traitement vers le château d'eau de Vatan.

Les données de ce pompage sont présentées en figure 38.

Elles ont permis d'établir la courbe caractéristique de l'ouvrage et de calculer les pertes de charges linéaires et quadratiques (pertes de charge respectivement dues aux écoulements laminaires et turbulents) (figure 38).

Résultats :

- Le débit critique du forage ne semble pas avoir été atteint au débit de 21 m³/h ; à ce débit, les pertes de charges quadratiques et les pertes de charges linéaires contribuent approximativement à parts égales au rabattement constaté ;

- Les coefficients de pertes de charge calculés sont les suivants :

* pertes de charge linéaires (B) = 217 m/(m³/s) ;

* pertes de charge quadratiques (C) = 45 408 m/(m³/s)² ;

- Le débit spécifique observé au débit de 21 m³/h est de 7,4 m²/h (soit 7,4 m³/h par mètre de rabattement).

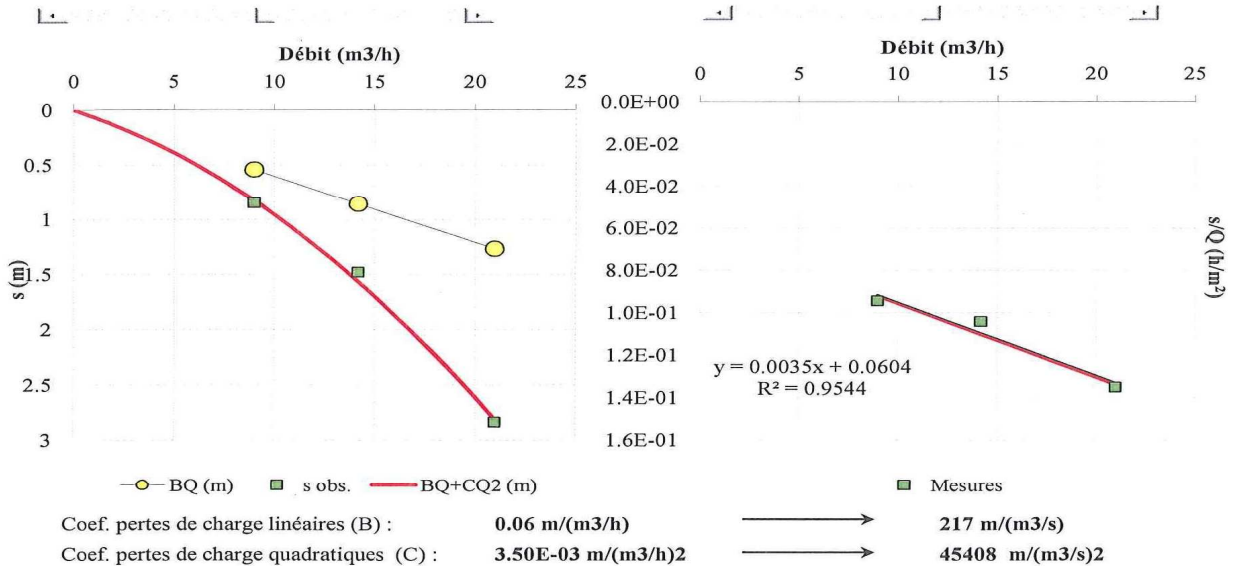
Figure 38 : Caractéristiques hydrauliques de Seigneur 2 d'après les données du pompage par paliers de débits

EVALUATION DES PERTES DE CHARGE AU PUIS DE POMPAGE

Opération : ORLP080392
 Localisation : VATAN
 Société : ANTEA
 Date pompage : 01-juil-10

Nom de l'ouvrage : SEIGNEUR 2
 Type d'ouvrage : PUIS
 Aquifère testé : Calcaires

Pompage par paliers	Palier 1	Palier 2	Palier 3	Palier 4	Palier 5
Débit (m3/h)	9	14.2	21		
Temps de pompage (min)	120	120	120		
Temps de remontée (min)	0	0	0		
Rabattement observé (m)	0.85	1.48	2.84		



**CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES DU PUIS DE POMPAGE
 INFORMATIONS GÉNÉRALES**

Essai de puits	
Niveau statique initial (m/sol)	1.999
Profondeur pompe (m/sol)	20
Type pompe	
Diamètre chambre de pompage (mm)	500
Position crépine (m/sol)	6 à 22 m
Type crépine	PVC
Nature du massif filtrant	Gravier

Limites hydrauliques d'exploitation	
Niveau statique en basses eaux (m)	
Amplitudes saisonnières (m)	
Débit d'exploitation recommandé (m3/h)	
Pertes de charge linéaires (m)	
Pertes de charge quadratiques (m)	
Niveau dynamique en basses eaux (m)	

Informations sur l'ajustement				
Q/s calculé (m2/h)	10.88	9.08	7.47	
Q/s observé (m2/h)	10.59	9.59	7.39	
Ecart Q/s cal.- Q/s obs. (m2/h)	-0.29	0.51	-0.07	
Rabattement calculé (m)	0.83	1.56	2.81	
Ecart Scal-Sobs (m)	-0.02	0.08	-0.03	

6.4. Résultat du pompage continu dans Seigneur 2

L'objectif de ce pompage est d'évaluer les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère contenant la nappe captée (en particulier la transmissivité qui est le paramètre hydrodynamique qui caractérise l'aptitude de l'aquifère à faire transiter l'eau) et d'étudier les conditions aux limites de l'aquifère à moyenne distance de l'ouvrage.

Pour cela, un pompage continu de 21 h 45 mn au débit moyen de 21 m³/h a été engagé du 15 au 16 juin 2010.

La courbe d'évolution du niveau d'eau dans le forage pendant le pompage est présentée en figure 39.

Le niveau statique avant pompage a été mesuré à 1,744 m/bord du tubage acier.

Les mesures de niveau d'eau ont été effectuées de façon automatique au pas de temps de 15 mn par un module d'acquisition de données (SCAIME) et contrôlées à la sonde électrique.

Le niveau dynamique en fin de pompage a été mesuré 5,547 m/bord du capot Foug, soit un rabattement de 3,803 m.

Les débits ont été mesurés grâce au compteur volumétrique installé sur la canalisation d'exhaure à la station de pompage.

Les eaux d'exhaure ont été envoyées après traitement vers le château d'eau de Vatan.

Les mesures effectuées ont permis de tracer les courbes de descente et de remontée du niveau d'eau (figure 39).

Interprétation :

L'interprétation des mesures a été réalisée à l'aide du logiciel WINISAPE, développé par ANTEA (version de mai 2010).

Elle est fondée sur l'utilisation des expressions d'hydrodynamique souterraine en régime transitoire établies par Theis, expression dont les conditions générales d'application sont celles de l'essai de puits et qui s'applique au type hydrodynamique d'aquifère qui est celui contenant la nappe captée : aquifère à nappe libre ou captive, illimité, à substratum imperméable.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

Un calage satisfaisant d'une courbe calculée sur la courbe des données enregistrées (figure 40) a été obtenu dans les conditions suivantes :

$$\text{Transmissivité } T = 1,77 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Coefficient d'emmagasinement } S = 3,84 \cdot 10^{-4}$$

en introduisant une limite alimentée distante de 320 m du forage.

Ce résultat traduit un aquifère moyennement perméable contenant une nappe captive ce qui est cohérent avec le contexte géologique et hydrogéologique.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
 Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
 des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

**Figure 39 : Données du pompage d'essai réalisé dans Seigneur 2
 du 15 au 16 juin 2010 au débit de 21 m³/h**

Opération : ORLP080392 Nom de l'ouvrage : SEIGNEUR 2 Diamètre ouvrage (mm) : 850
 Localisation : VATAN Type d'ouvrage : PUITES Rayon d'observation (m) : 0.425
 Société : ANTEA Aquifère testé : Calcaires Niveau d'eau initial (m/rep.) : 1.744
 Date pompage : 15-juin-10

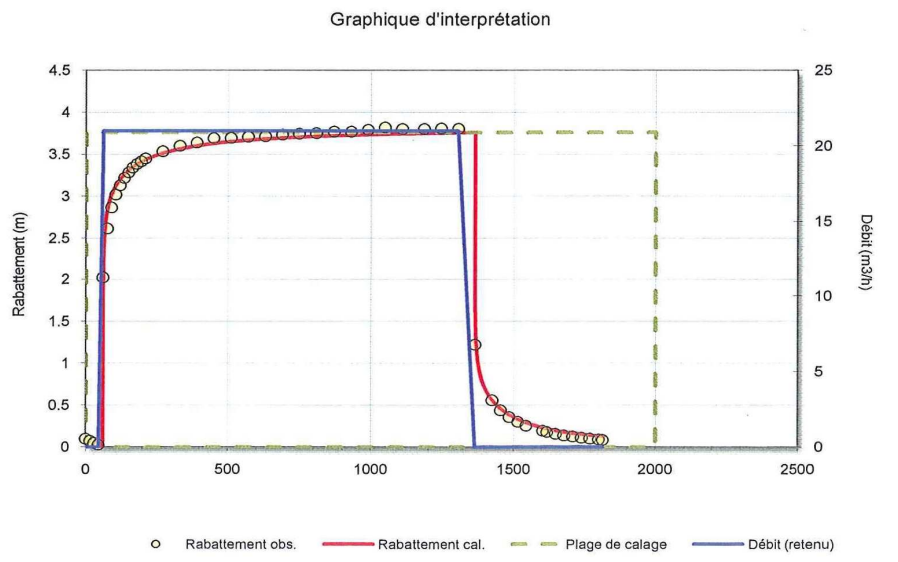
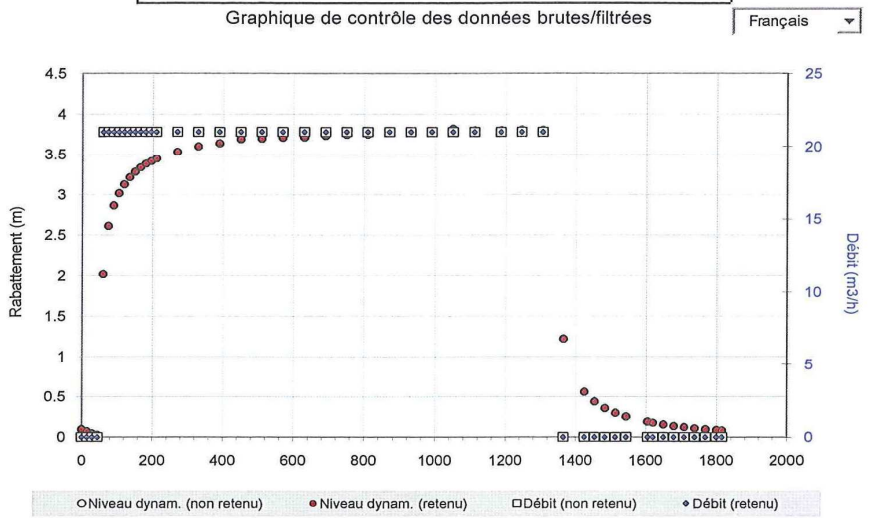
Paramètre suivi : Rabattement
 Unité temps : mn
 Unité débit : m3/h

Importation de données : Format Win Isa, Format Xls, Format Isape 6.1
 Filtrage des données : $\delta t / \delta h / \delta Q$
 δt : 0.00 min Nb mesures brutes : 48
 δh : 0.000 m Nb mesures retenues : 48
 δQ : 0.000 m3/h Filtrage, Mise à jour du graphique

Champs à saisir dans le rubricateur

Interprétation : Interprétation du test, Pertes de charge, Rapport d'interprétation, Enregistrer, Quitter
 Simulation : Simulation, Rapport

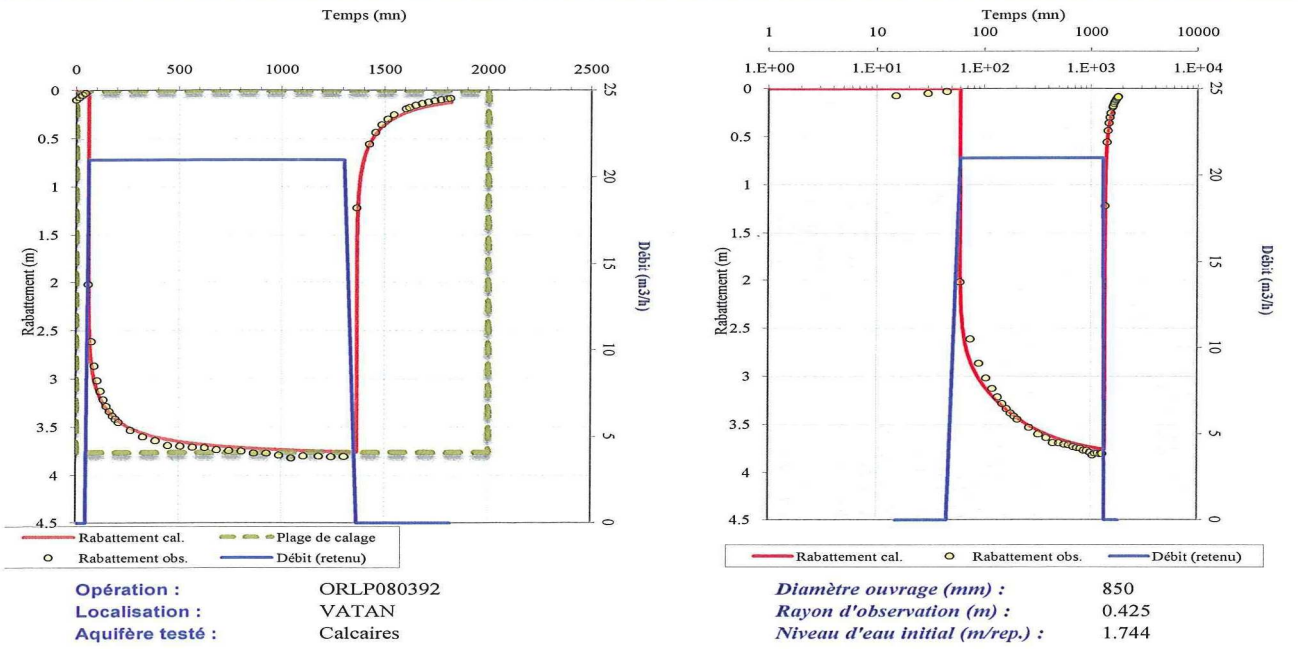
Filtre	Données brutes/filtrées			
	0 / 1	Temps	Rabattement	Débit
		mn	m	m3/h
	1	0	0.099	0
	1	15	0.073	0
	1	30	0.048	0
	1	45	0.028	0
	1	60	2.021	21
	1	75	2.613	21
	1	90	2.866	21
	1	105	3.019	21
	1	120	3.128	21
	1	135	3.216	21
	1	150	3.284	21
	1	165	3.338	21
	1	180	3.384	21
	1	195	3.416	21
	1	210	3.449	21
	1	270	3.533	21
	1	330	3.6	21
	1	390	3.639	21
	1	450	3.691	21
	1	510	3.695	21
	1	570	3.708	21
	1	630	3.714	21
	1	690	3.733	21
	1	750	3.744	21
	1	810	3.749	21
	1	870	3.77	21
	1	930	3.77	21
	1	990	3.791	21
	1	1050	3.82	21
	1	1110	3.8	21
	1	1185	3.801	21
	1	1245	3.807	21
	1	1305	3.803	21
	1	1365	1.22	0
	1	1425	0.558	0
	1	1455	0.438	0
	1	1485	0.358	0
	1	1515	0.299	0
	1	1545	0.254	0
	1	1605	0.192	0
	1	1620	0.178	0
	1	1650	0.156	0
	1	1680	0.138	0
	1	1710	0.123	0



**Figure 40 : Interprétation du pompage d'essai réalisé dans Seigneur 2
 du 15 au 16 juin 2010 au débit de 21 m³/h**

**RAPPORT D'INTERPRÉTATION D'UN ESSAI DE POMPAGE RÉALISÉ
 PAR LA MÉTHODE THEIS**

Test réalisé dans le PUISSE SEIGNEUR 2 le 15 juin 2010 par la société ANTEA



Résultats d'interprétation

Plage de calage (min) : valeur minimale = 0, valeur maximale = 2000
Résultats d'interprétation : Transmissivité (m²/s) = 1.77E-03, Emmagasinement (-) = 3.84E-04
Effet de limite(s) : Nature de la limite: alimentée, Distance / puits (m) = 320

Commentaires

7. Calcul de la zone d'appel et des isochrones des captages

7.1. Définition et méthode de calcul

La zone d'appel est la zone sur laquelle l'ensemble des lignes de courant de la nappe captée se dirige vers le forage en pompage. Elle est comprise dans l'aire d'alimentation du captage qui se prolonge en amont jusqu'à la limite du bassin versant.

La zone d'appel a une importance considérable parce que les polluants introduits dans cette zone sont susceptibles d'atteindre le puits de pompage.

A l'intérieur de l'aire d'alimentation du captage, on définit des courbes d'égales temps de transfert, les isochrones. Ces derniers représentent le lieu des points dont les particules (éventuellement polluantes) parviendront au captage après un parcours de durée t . Elles ont une forme ovale et sont inscrites à l'intérieur de la zone d'appel. La protection du captage sera d'autant meilleure que la zone de transfert est plus étendue.

Pour le calcul de la géométrie de la zone d'appel et des isochrones des forages Seigneur 1 et Seigneur 2, nous avons utilisé la méthode de Wyssling qui ne peut donner qu'une évaluation de la dimension de la zone d'appel et des isochrones compte tenu du caractère hétérogène de la formation géologique qui contient la nappe captée. Cette méthode demande un pompage d'essai (voir ci-dessus chapitre 6) et les valeurs des paramètres suivants : porosité efficace, perméabilité ou transmissivité, épaisseur de l'aquifère, gradient hydraulique.

7.2. Calcul de la zone d'appel et des isochrones de Seigneur 1

Le calcul a été effectué pour un débit continu de $61 \text{ m}^3/\text{h}$, qui est le débit d'exploitation de Seigneur 1, ce qui correspond à un prélèvement annuel de $534\,360 \text{ m}^3$.

Les valeurs des différents paramètres utilisés pour ce calcul sont les suivantes :

* Transmissivité = $3,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (c'est celle calculée à partir des données du pompage d'essai réalisé du 16 au 18 juin 2010 ; figure 37) ;

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

- * Gradient hydraulique = 1 % (dédit des esquisses piézométriques établies à l'issue des campagnes du 16 juin et du 9 novembre 2010 ; figures 33 et 34) ;
- * Epaisseur de l'aquifère captée = 11 m (dédite de la coupe technique de la figure 6) ;
- * Porosité efficace : nous avons retenu deux valeurs :
 - 18 % : c'est la valeur du coefficient d'emménagement calculée à partir des données du pompage d'essai réalisé du 16 au 18 juin 2010 ; figure 37 ;
 - 10 % : valeur moyenne maximum habituellement admise pour des calcaires fissurés.

Les résultats du calcul, par la méthode de Wyssling, sur la base des valeurs de ces paramètres, sont présentés dans le tableau 3.

On retiendra que, pour un pompage continu au débit de 61 m³/h correspondant à un prélèvement annuel de 534 360 m³,

- * la largeur du front d'appel est de l'ordre de 440 m,
- * le rayon d'appel est de l'ordre de 70 m,
- * la largeur du front d'appel à hauteur du captage est de l'ordre de 220 m.

Pour déterminer les isochrones, nous avons retenu les mêmes hypothèses que celles utilisées pour le calcul de la géométrie de la zone d'appel. Les résultats sont reportés sur le tableau 3.

En retenant une porosité efficace de 18 %,

- * pour un temps de transfert de 50 jours (temps minimal nécessaire à l'élimination d'une pollution bactériologique), l'isochrone 50 jours se situe à une distance de l'ordre de 110 m en amont écoulement et 60 m en aval écoulement ;
- * pour un temps de transfert de 200 jours (temps minimal permettant de limiter les effets d'une pollution accidentelle), l'isochrone 200 jours se situe à une distance de l'ordre de 240 m en amont écoulement et 90 m en aval écoulement.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

En retenant une porosité efficace de 10 %,

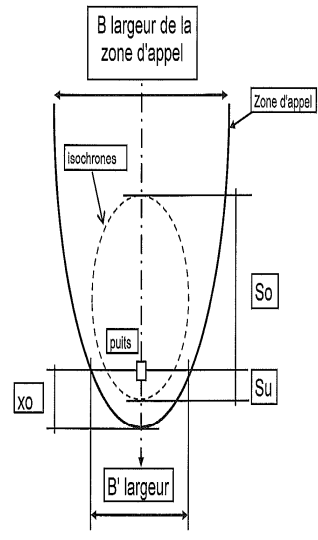
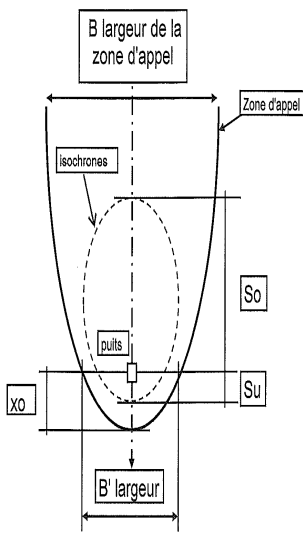
* pour un temps de transfert de 50 jours, l'isochrone 50 jours se situe à une distance de l'ordre de 170 m en amont écoulement et 80 m en aval écoulement ;

* pour un temps de transfert de 200 jours, l'isochrone 200 jours se situe à une distance de l'ordre de 370 m en amont écoulement et 100 m en aval écoulement.

*SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A*

**Tableau 3 : Calcul des dimensions de la zone d'appel et des isochrones
du forage Seigneur 1**

CAPTAGE SEIGNEUR 1 - VATAN (porosité 18%)		CAPTAGE SEIGNEUR 1 - VATAN (porosité 10%)	
DONNEES RETENUES POUR LE CALCUL DES DIMENSIONS DE LA ZONE D'APPEL ET DES ISOCHRONES		DONNEES RETENUES POUR LE CALCUL DES DIMENSIONS DE LA ZONE D'APPEL ET DES ISOCHRONES	
T : transmissivité (m2/s)	3.85E-03	T : transmissivité (m2/s)	3.85E-03
i : gradient hydraulique (%)	1	i : gradient hydraulique (%)	1
b : épaisseur de l'aquifère capté (m)	11	b : épaisseur de l'aquifère capté (m)	11
Porosité (%)	18	Porosité (%)	10
Q moy : débit de pompage (m3/h)	61	Q moy : débit de pompage (m3/h)	61
Calcul des dimensions de la zone d'appel		Calcul des dimensions de la zone d'appel	
B : largeur du front d'appel (m)	440.1	B : largeur du front d'appel (m)	440.1
Xo : rayon d'appel (m)	70.0	Xo : rayon d'appel (m)	70.0
B' : largeur du front d'appel à hauteur du captage (m)	220.06	B' : largeur du front d'appel à hauteur du captage (m)	220.06
Calcul des isochrones		Calcul des isochrones	
So : Distance en amont du captage depuis le forage jusqu'à la distance correspondant au temps t souhaité (m).		So : Distance en amont du captage depuis le forage jusqu'à la distance correspondant au temps t souhaité (m).	
Su : Distance en aval du captage, sur l'axe d'écoulement, depuis le forage jusqu'à la distance correspondant au temps souhaité (m).		Su : Distance en aval du captage, sur l'axe d'écoulement, depuis le forage jusqu'à la distance correspondant au temps souhaité (m).	
Avec Débit =	245 (m3/h)	Avec Débit =	245 (m3/h)
	So Su		So Su
Isochrone 1 jour	16.2 14.5	Isochrone 1 jour	22.2 19.1
Isochrone 50 jours	112.9 62.5	Isochrone 50 jours	166.9 76.2
Isochrone 100 jours	179.5 78.7	Isochrone 100 jours	274.2 92.7
Isochrone 200 jours	239.6 88.4	Isochrone 200 jours	374.1 101.9
Isochrone 365 jours	406.6 104.2	Isochrone 365 jours	659.9 115.6
Isochrone 730 jours	730.8 117.6	Isochrone 730 jours	1229.5 125.8



7.3. Calcul de la zone d'appel et des isochrones de Seigneur 2

Le calcul a été effectué pour un débit continu de 21 m³/h qui est le débit d'exploitation de Seigneur 2 ce qui correspond à un prélèvement annuel de 183 960 m³.

Les valeurs des différents paramètres utilisés pour ce calcul sont les suivantes :

- * Transmissivité = $1,77 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (c'est celle calculée à partir des données du pompage d'essai réalisé du 15 au 16 juin 2010 ; figure 40) ;
- * Gradient hydraulique = 1,33 % (déduit des esquisses piézométriques établies à l'issue des campagnes du 16 juin et du 9 novembre 2010 ; figures 33 et 34) ;
- * Epaisseur de l'aquifère captée = 20,5 m (déduite de la coupe technique de la figure 8) ;
- * Porosité efficace : nous avons retenu deux valeurs : 2 et 10 % qui sont les valeurs moyennes minimum et maximum habituellement admises pour des calcaires fissurés.

Les résultats du calcul, par la méthode de Wyssling, sur la base des valeurs de ces paramètres, sont présentés dans le tableau 4.

On retiendra que pour un pompage continu au débit de 21 m³/h, correspondant à un prélèvement annuel de 183 960 m³,

- * la largeur du front d'appel est de l'ordre de 250 m,
- * le rayon d'appel est de l'ordre de 40 m,
- * la largeur du front d'appel à hauteur du captage est de l'ordre de 125 m.

Pour déterminer les isochrones, nous avons retenu les mêmes hypothèses que celles utilisées pour le calcul de la géométrie de la zone d'appel. Les résultats sont reportés sur le tableau 4.

En retenant une porosité efficace de 2 %,

- * pour un temps de transfert de 50 jours (temps minimal nécessaire à l'élimination d'une pollution bactériologique), l'isochrone 50 jours se situe à une distance de l'ordre de 210 m en amont écoulement et 60 m en aval écoulement ;

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

* pour un temps de transfert de 200 jours (temps minimal permettant de limiter les effets d'une pollution accidentelle), l'isochrone 200 jours se situe à une distance de l'ordre de 520 m en amont écoulement et 70 m en aval écoulement.

En retenant une porosité efficace de 10 %,

* pour un temps de transfert de 50 jours, l'isochrone 50 jours se situe à une distance de l'ordre de 70 m en amont écoulement et 40 m en aval écoulement ;

* pour un temps de transfert de 200 jours, l'isochrone 200 jours se situe à une distance de l'ordre de 140 m en amont écoulement et 50 m en aval écoulement.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
 Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
 des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

**Tableau 4 : Calcul des dimensions de la zone d'appel et des isochrones
 du forage Seigneur 2**

CAPTAGE SEIGNEUR 2 - VATAN (porosité 2%)															
DONNEES RETENUES POUR LE CALCUL DES DIMENSIONS DE LA ZONE D'APPEL ET DES ISOCHRONES															
T : transmissivité (m2/s)	1.77E-03														
i : gradient hydraulique (%)	1.33														
b : épaisseur de l'aquifère capté (m)	20.5														
Porosité (%)	2.00E+00														
Q moy : débit de pompage (m3/h)	21														
Calcul des dimensions de la zone d'appel															
B : largeur du front d'appel (m)	247.8														
Xo : rayon d'appel (m)	39.4														
B' : largeur du front d'appel à hauteur du captage (m)	123.90														
Calcul des isochrones															
So : Distance en amont du captage depuis le forage jusqu'à la distance correspondant au temps t souhaité (m).															
Su : Distance en aval du captage, sur l'axe d'écoulement, depuis le forage jusqu'à la distance correspondant au temps souhaité (m).															
Avec Débit = 21 (m3/h)															
	<table border="1"> <tr><th>So</th><th>Su</th></tr> <tr><td>22.4</td><td>17.5</td></tr> <tr><td>205.9</td><td>57.0</td></tr> <tr><td>362.4</td><td>64.8</td></tr> <tr><td>514.9</td><td>68.4</td></tr> <tr><td>965.9</td><td>72.9</td></tr> <tr><td>1886.4</td><td>75.7</td></tr> </table>	So	Su	22.4	17.5	205.9	57.0	362.4	64.8	514.9	68.4	965.9	72.9	1886.4	75.7
So	Su														
22.4	17.5														
205.9	57.0														
362.4	64.8														
514.9	68.4														
965.9	72.9														
1886.4	75.7														
<table border="1"> <tr><th>So</th><th>Su</th></tr> <tr><td>22.4</td><td>17.5</td></tr> <tr><td>205.9</td><td>57.0</td></tr> <tr><td>362.4</td><td>64.8</td></tr> <tr><td>514.9</td><td>68.4</td></tr> <tr><td>965.9</td><td>72.9</td></tr> <tr><td>1886.4</td><td>75.7</td></tr> </table>	So	Su	22.4	17.5	205.9	57.0	362.4	64.8	514.9	68.4	965.9	72.9	1886.4	75.7	
So	Su														
22.4	17.5														
205.9	57.0														
362.4	64.8														
514.9	68.4														
965.9	72.9														
1886.4	75.7														

CAPTAGE SEIGNEUR 2 - VATAN (porosité 10%)															
DONNEES RETENUES POUR LE CALCUL DES DIMENSIONS DE LA ZONE D'APPEL ET DES ISOCHRONES															
T : transmissivité (m2/s)	1.77E-03														
i : gradient hydraulique (%)	1.33														
b : épaisseur de l'aquifère capté (m)	20.5														
Porosité (%)	1.00E+01														
Q moy : débit de pompage (m3/h)	21														
Calcul des dimensions de la zone d'appel															
B : largeur du front d'appel (m)	247.8														
Xo : rayon d'appel (m)	39.4														
B' : largeur du front d'appel à hauteur du captage (m)	123.90														
Calcul des isochrones															
So : Distance en amont du captage depuis le forage jusqu'à la distance correspondant au temps t souhaité (m).															
Su : Distance en aval du captage, sur l'axe d'écoulement, depuis le forage jusqu'à la distance correspondant au temps souhaité (m).															
Avec Débit = 21 (m3/h)															
	<table border="1"> <tr><th>So</th><th>Su</th></tr> <tr><td>9.4</td><td>8.4</td></tr> <tr><td>65.6</td><td>35.8</td></tr> <tr><td>104.5</td><td>44.9</td></tr> <tr><td>139.7</td><td>50.4</td></tr> <tr><td>237.8</td><td>59.2</td></tr> <tr><td>428.8</td><td>66.6</td></tr> </table>	So	Su	9.4	8.4	65.6	35.8	104.5	44.9	139.7	50.4	237.8	59.2	428.8	66.6
So	Su														
9.4	8.4														
65.6	35.8														
104.5	44.9														
139.7	50.4														
237.8	59.2														
428.8	66.6														
<table border="1"> <tr><th>So</th><th>Su</th></tr> <tr><td>9.4</td><td>8.4</td></tr> <tr><td>65.6</td><td>35.8</td></tr> <tr><td>104.5</td><td>44.9</td></tr> <tr><td>139.7</td><td>50.4</td></tr> <tr><td>237.8</td><td>59.2</td></tr> <tr><td>428.8</td><td>66.6</td></tr> </table>	So	Su	9.4	8.4	65.6	35.8	104.5	44.9	139.7	50.4	237.8	59.2	428.8	66.6	
So	Su														
9.4	8.4														
65.6	35.8														
104.5	44.9														
139.7	50.4														
237.8	59.2														
428.8	66.6														

8. Résultats des suivis piézométriques effectués dans les différents ouvrages du champ captant

8.1. Suivi piézométrique pendant la période du 4/06/2010 au 24/09/2010

8.1.1. Seigneur 1

Un suivi piézométrique a été réalisé dans le captage Seigneur 1 du 4 juin au 24 septembre 2010, soit pendant une durée de 3 mois et 3 semaines.

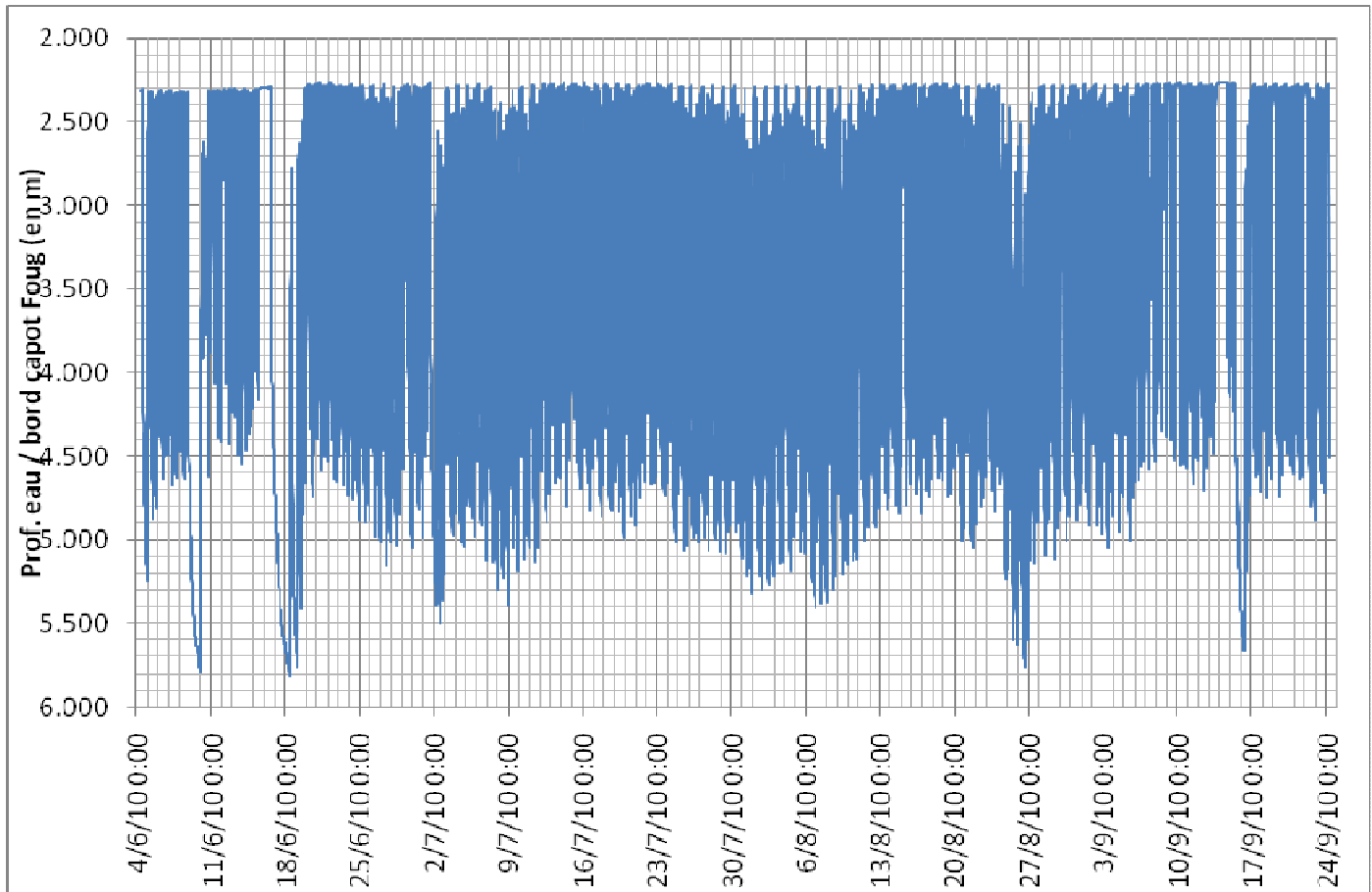
Les mesures de niveau d'eau ont été effectuées de façon automatique au pas de temps de 15 mn par un module d'acquisition de données (SCAIME) et contrôlées périodiquement à la sonde électrique.

Le nombre de mesures effectué a été de 10 746.

La courbe piézométrique obtenue est présentée en figure 41. L'observation de cette courbe conduit à faire les remarques suivantes :

- Les phases de pompage sont clairement mises en évidence.
- Le rabattement moyen dans l'ouvrage est de 2,7 m (niveau haut : 2,3 m/bord du capot Foug ; niveau bas : 5 m).
- Le niveau haut de la nappe dans le puits est stable car il est contrôlé par la canalisation de trop plein (photo A de la figure 5).
- Le niveau bas est fluctuant ; il passe par des minima, notamment le 9 juillet, le 7 août et le 16 août 2010, correspondant à de fortes consommations estivales.
- Hors de cette période estivale, les niveaux d'eau « bas » reste à des niveaux plus élevés ce qui traduit un équilibre entre les prélèvements et les apports.

**Figure 41 : Courbe piézométrique enregistrée au forage Seigneur 1
du 4/06/2010 au 24/09/2010**



8.1.2. Seigneur 2

Un suivi piézométrique a été réalisé dans le captage Seigneur 2 du 4 juin au 24 septembre 2010, soit pendant une durée de 3 mois et 3 semaines.

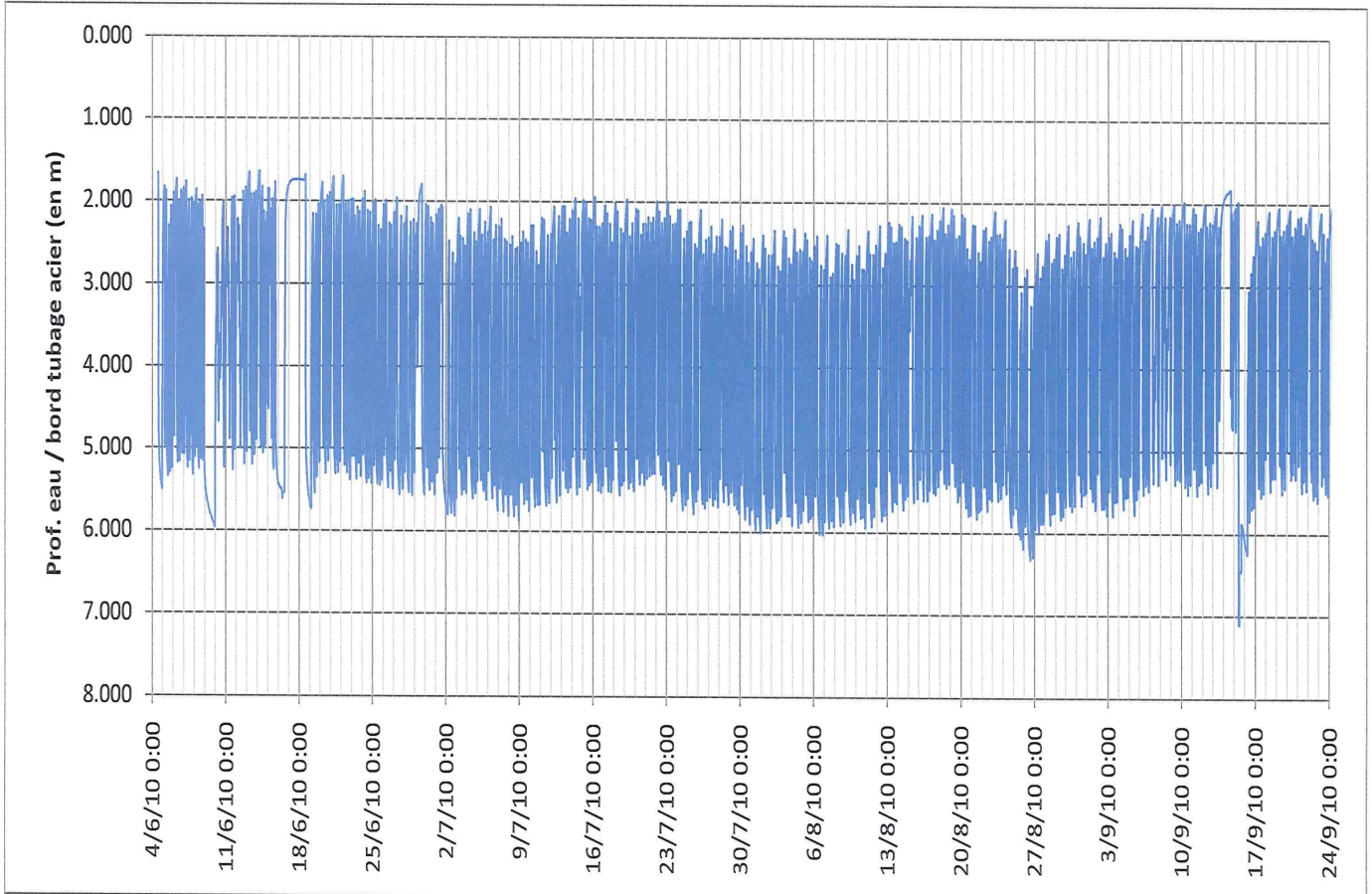
Les mesures de niveau d'eau ont été effectuées de façon automatique au pas de temps de 15 mn par un module d'acquisition de données (SCAIME) et contrôlées périodiquement à la sonde électrique.

Le nombre de mesures effectuées a été de 10 734.

La courbe piézométrique obtenue est présentée en figure 42. L'observation de cette courbe conduit à faire les remarques suivantes :

- Les phases de pompage sont clairement mises en évidence.
- Le rabattement moyen dans l'ouvrage est de 3,3 m (niveau haut : 2,2 m/bord du tubage acier ; niveau bas : 5,5 m).
- Les niveaux hauts et bas de la nappe dans le puits sont fluctuants ; ils présentent les mêmes fluctuations. En d'autres termes, les courbes piézométriques niveaux bas et niveaux hauts sont approximativement parallèles.
- Les niveaux hauts et bas passent par un minima entre le 30 juillet et le 13 août 2010 correspondant à de fortes consommations estivales.
- Hors de cette période estivale, les niveaux d'eau restent à des niveaux plus élevés ce qui traduit un équilibre entre les prélèvements et les apports.

**Figure 42 : Courbe piézométrique enregistrée au forage Seigneur 2
du 4/06/2010 au 24/09/2010**



8.1.3. Font Morte

Un suivi piézométrique a été réalisé dans le captage Font Morte du 4 juin au 24 septembre 2010, soit pendant une durée de 3 mois et 3 semaines.

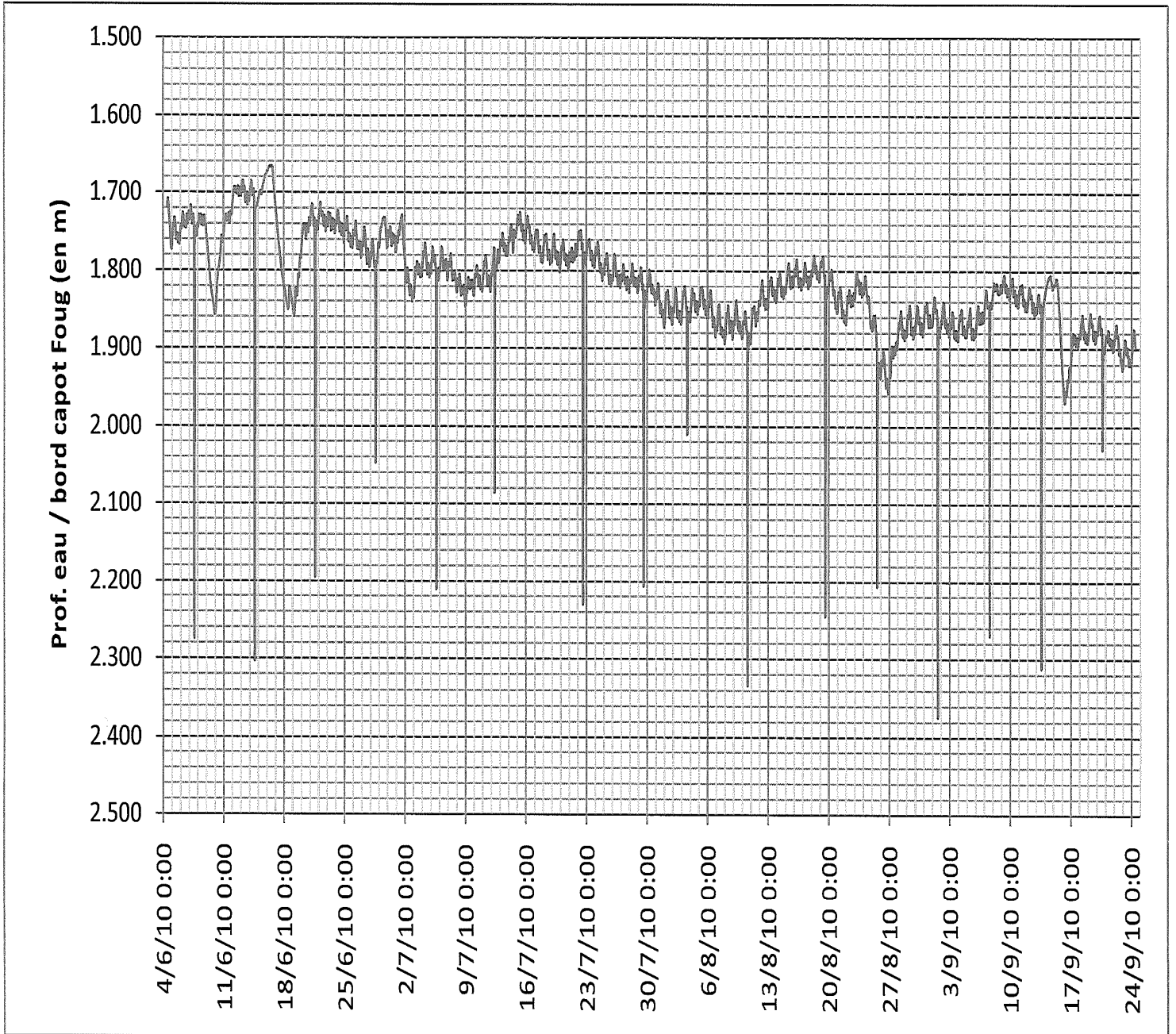
Les mesures de niveau d'eau ont été effectuées de façon automatique au pas de temps de 1 h par un module d'acquisition de données (SCAIME) et contrôlées périodiquement à la sonde électrique.

Le nombre de mesures effectuées a été de 2 687.

La courbe piézométrique obtenue est présentée en figure 43. L'observation de cette courbe conduit à faire les remarques suivantes :

- Les pompages hebdomadaires, pour les besoins de la station de traitement des eaux, sont clairement mis en évidence (pics bas conduisant à des niveaux dynamiques compris entre 2,2 et 2,3 m de profondeur / bord du capot Foug.
- Hors de ces pompages ponctuels, le puits de Font Morte n'est pas exploité.
- Il montre des fluctuations piézométriques :
 - à l'échelle plurimensuelle : abaissement global du niveau d'eau sur la période du suivi, de 1,72 m au début à 1,92 m au terme du suivi ;
 - à l'échelle hebdomadaire à pluri hebdomadaire : amplitude de l'ordre de 0,1 m ;
 - à l'échelle horaire : amplitude de l'ordre de 0,02 à 0,03 m.

**Figure 43 : Courbe piézométrique enregistrée au captage de Font Morte
 du 4/06/2010 au 24/09/2010**



8.1.4. PZA

Suite à un dysfonctionnement de l'appareil de mesure, le suivi piézométrique dans le piézomètre PZA n'a pu être réalisé que du 15 juillet au 24 septembre 2010, soit pendant une durée de 2 mois et 9 jours.

Les mesures de niveau d'eau ont été effectuées de façon automatique au pas de temps de 15 mn par un module d'acquisition de données (SCAIME) et contrôlées périodiquement à la sonde électrique.

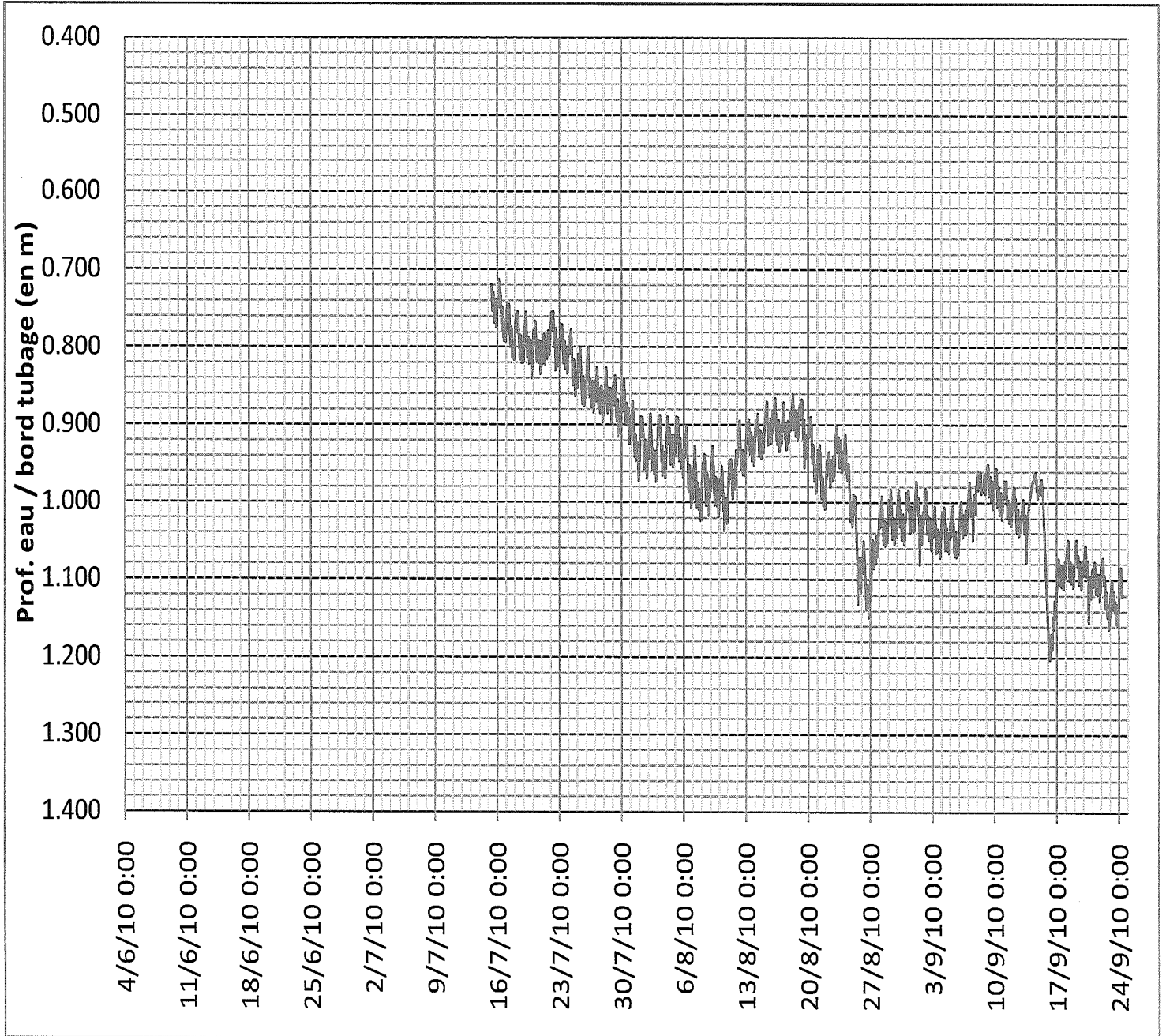
Le nombre de mesures effectuées a été de 6 819.

La courbe piézométrique obtenue est présentée en figure 44. L'observation de cette courbe conduit à faire les remarques suivantes :

→ Les fluctuations piézométriques constatées sont à différentes échelles :

- à l'échelle plurimensuelle : abaissement global du niveau d'eau sur la période du suivi (profondeur du niveau d'eau de 0,72 m au début, à 1,16 m au terme du suivi) ;
- à l'échelle hebdomadaire à pluri hebdomadaire : amplitude de l'ordre de 0,1 m ;
- à l'échelle horaire : amplitude de l'ordre de 0,08 m.

**Figure 44 : Courbe piézométrique enregistrée au piézomètre PZA
 du 4/06/2010 au 24/09/2010**



8.1.5. PZB

Un suivi piézométrique a été réalisé dans le piézomètre PZB du 4 juin au 24 septembre 2010, soit pendant une durée de 3 mois et 3 semaines.

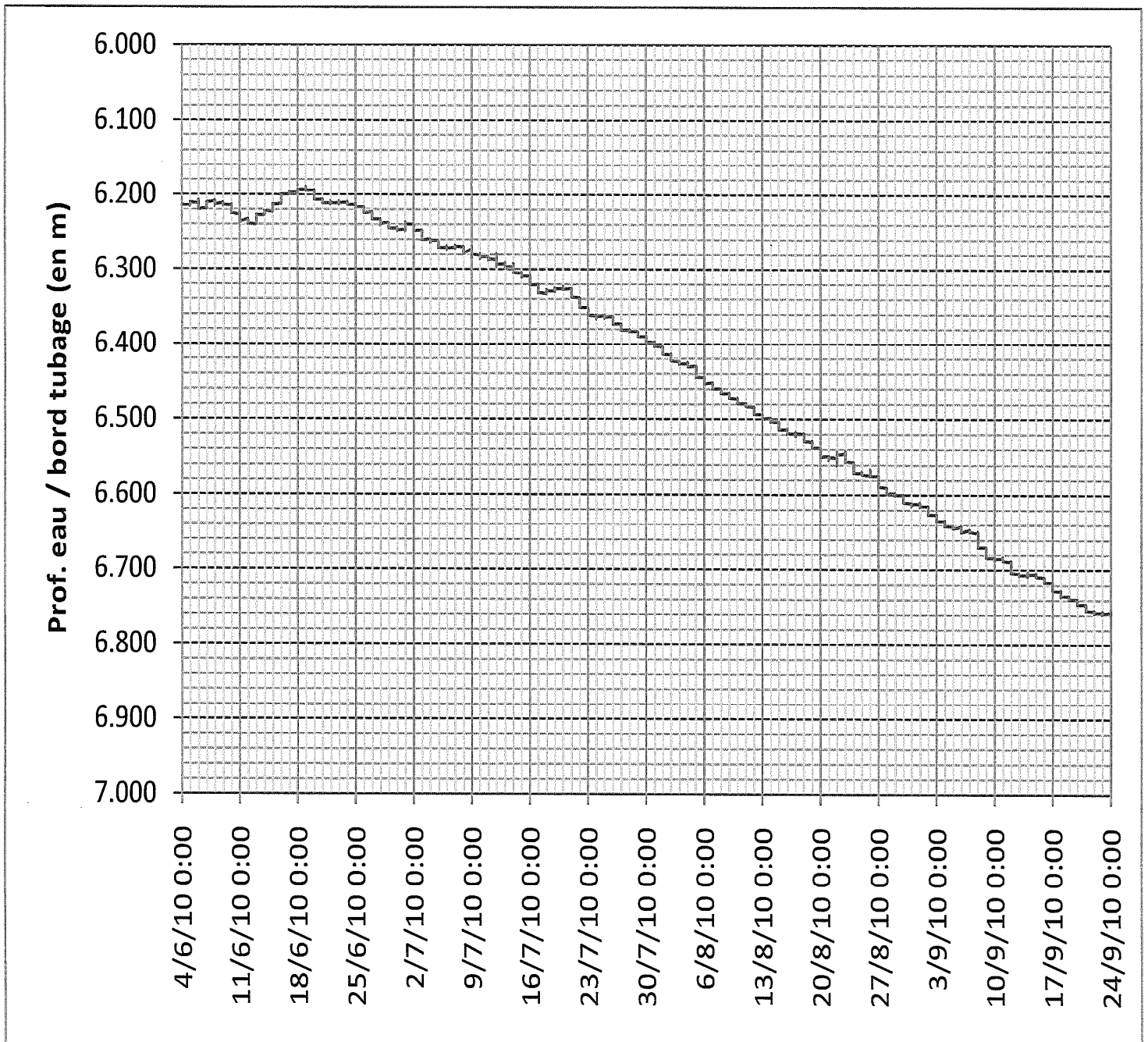
Les mesures de niveau d'eau ont été effectuées de façon automatique au pas de temps de 1 h par un module d'acquisition de données (SCAIME) et contrôlées périodiquement à la sonde électrique.

Le nombre de mesures effectué a été de 2 689.

La courbe piézométrique obtenue est présentée en figure 45. L'observation de cette courbe conduit à faire les remarques suivantes :

- On constate un abaissement global et régulier du niveau d'eau sur la période du suivi (profondeur du niveau d'eau de 6,22 m au début, à 6,76 m au terme du suivi).
- A la différence de PZA, on ne note pas de fluctuations à l'échelle hebdomadaire et horaire.

**Figure 45 : Courbe piézométrique enregistrée au piézomètre PZB
 du 4/06/2010 au 24/09/2010**



8.1.6. PZC

Un suivi piézométrique a été réalisé dans le piézomètre PZC du 4 juin au 24 septembre 2010, soit pendant une durée de 3 mois et 3 semaines.

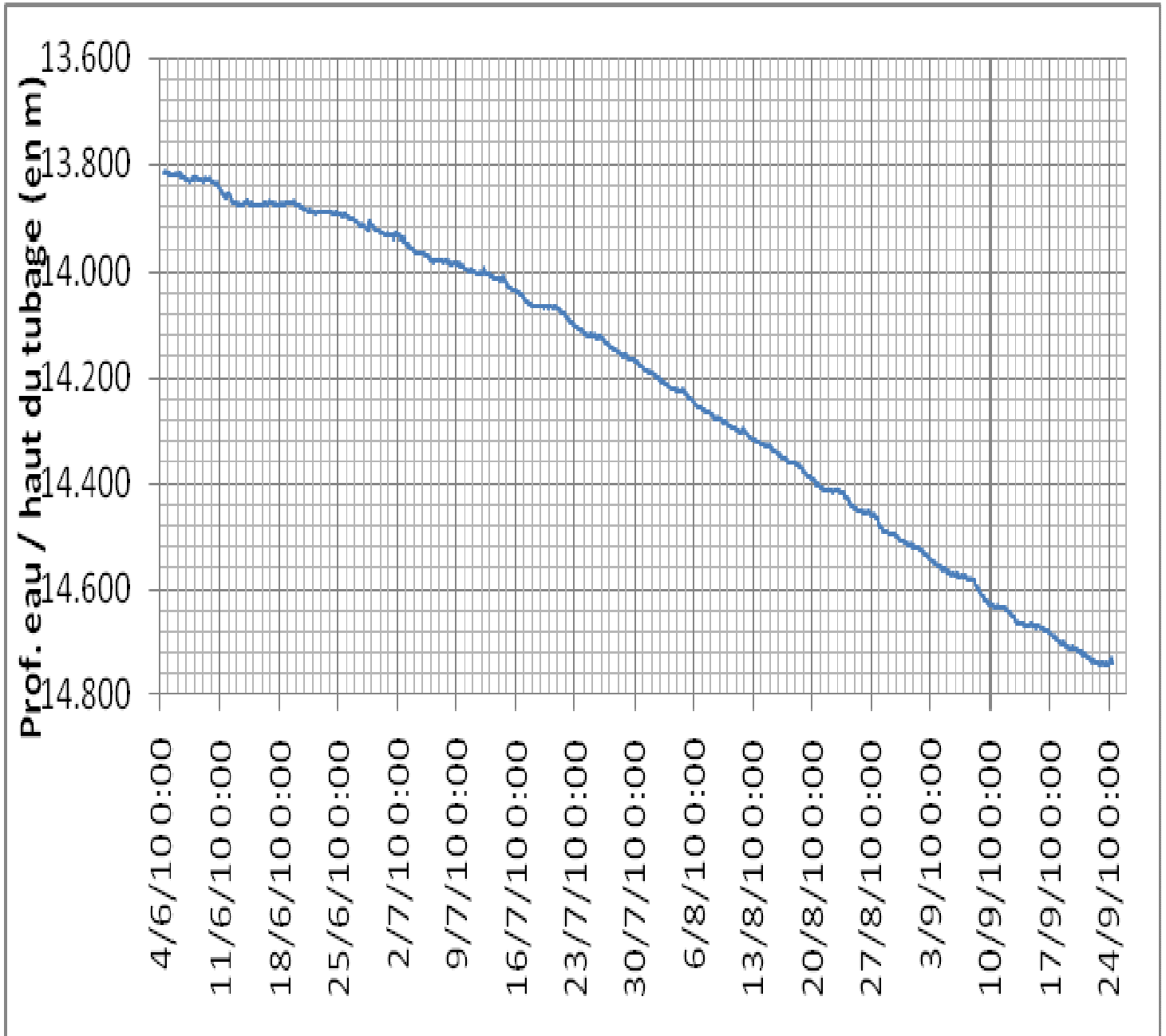
Les mesures de niveau d'eau ont été effectuées de façon automatique au pas de temps de 1 h par un module d'acquisition de données (SCAIME) et contrôlées périodiquement à la sonde électrique.

Le nombre de mesures effectué a été de 2 689.

La courbe piézométrique obtenue est présentée en figure 46. L'observation de cette courbe conduit à faire les remarques suivantes :

- On constate un abaissement global et régulier du niveau d'eau sur la période du suivi (profondeur du niveau d'eau de 13,80 m au début, à 14,76 m au terme du suivi).
- A la différence de PZA, on ne note pas de fluctuations à l'échelle hebdomadaire et horaire.

**Figure 46 : Courbe piézométrique enregistrée au piézomètre PZC
 du 4/06/2010 au 24/09/2010**



8.2. Zoom des courbes piézométriques de la période du 6 au 7/08/2010

Cette période de 2 jours a été choisie car elle correspond aux deux journées de plus forts prélèvements d'eau tant au captage Seigneur 1 qu'au captage Seigneur 2 (figures 41 et 42).

Les courbes relatives à cette période pour les 6 ouvrages ayant fait l'objet d'un suivi piézométrique (Seigneur 1, Seigneur 2, Font Morte, PZA, PZB, PZC) sont présentées en figure 47 où elles peuvent être comparées.

L'observation de cette figure 47 conduit à faire les remarques suivantes :

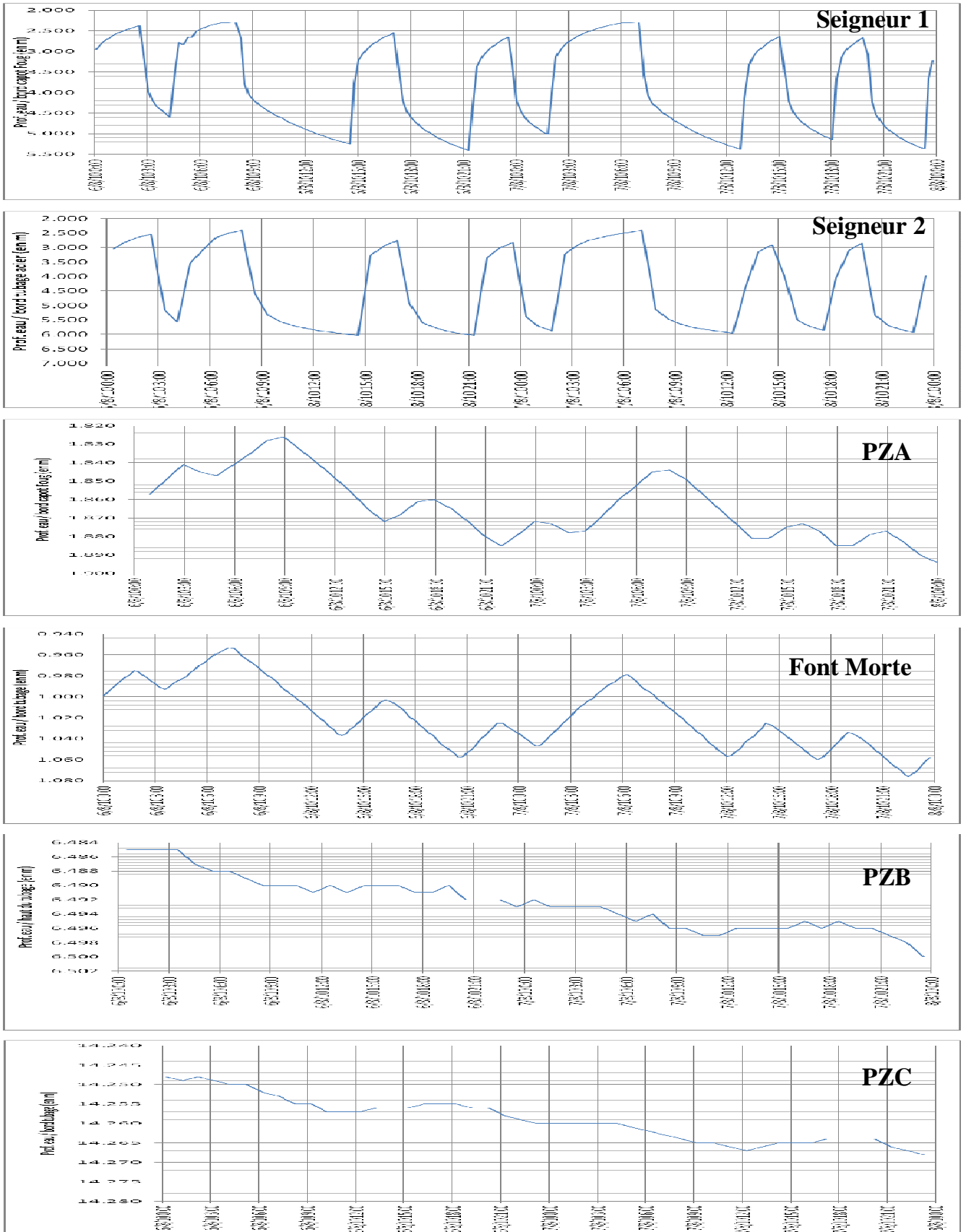
→ Les phases de pompage et de non pompage en Seigneur 1 et en Seigneur 2 apparaissent nettement. Elles sont régulières et surtout synchrones (déclanchements simultanés des pompes de ces deux captages).

→ Les fluctuations piézométriques constatées au niveau de ces deux captages se répercutent sur PZA et sur Font Morte avec des amplitudes maxima, respectivement de 0,04 m et 0,08 m.

Commentaire : Etant donné que PZA se situe entre le captage Seigneur 1 et Font Morte et que les fluctuations piézométriques constatées sont supérieures à Font Morte par rapport à PZA, on en conclut que les niveaux d'eau en PZA sont influencés par Seigneur 1 (et éventuellement Seigneur 2) et que les niveaux d'eau à Font Morte sont influencés à la fois par Seigneur 1 et Seigneur 2.

→ Les fluctuations piézométriques constatées au niveau des captages Seigneur 1 et Seigneur 2 ne se répercutent pas de façon significative sur PZB et sur PZC.

**Figure 47 : Comparaison des courbes piézométriques des différents ouvrages
 du champ captant pour la période du 6 au 7/08/2010**



8.3. Comparaison des courbes piézométriques de la période du 15 au 19/06/2010 (= période des pompages d'essai dans Seigneur 1 et 2)

Cette période de 5 jours a été choisie car elle correspond à la période au cours de laquelle ont été réalisés les pompages d'essai aux captages Seigneur 1 et Seigneur 2 (chapitres 6.2 et 6.4).

Les courbes relatives à cette période pour les 5 ouvrages Seigneur 1, Seigneur 2, Font Morte, PZB, PZC sont présentées en figure 48 où elles peuvent être comparées. Le piézomètre PZA n'a pas été pris en compte car pendant cette période aucune donnée n'a pu être enregistrée (chapitre 8.1.4).

L'observation de cette figure 48 conduit à faire les remarques suivantes :

→ Les pompages d'essai en Seigneur 1 et en Seigneur 2 apparaissent nettement. Le 1^{er} à avoir été réalisé est celui de Seigneur 2 immédiatement suivi par Seigneur 1.

→ Le pompage d'essai en Seigneur 2 ne montre pas d'impact piézométrique significatif en Seigneur 1, à Font Morte, en PZB et en PZC. On remarque même que le niveau d'eau au captage de Font Morte remonte pendant le pompage en Seigneur 2.

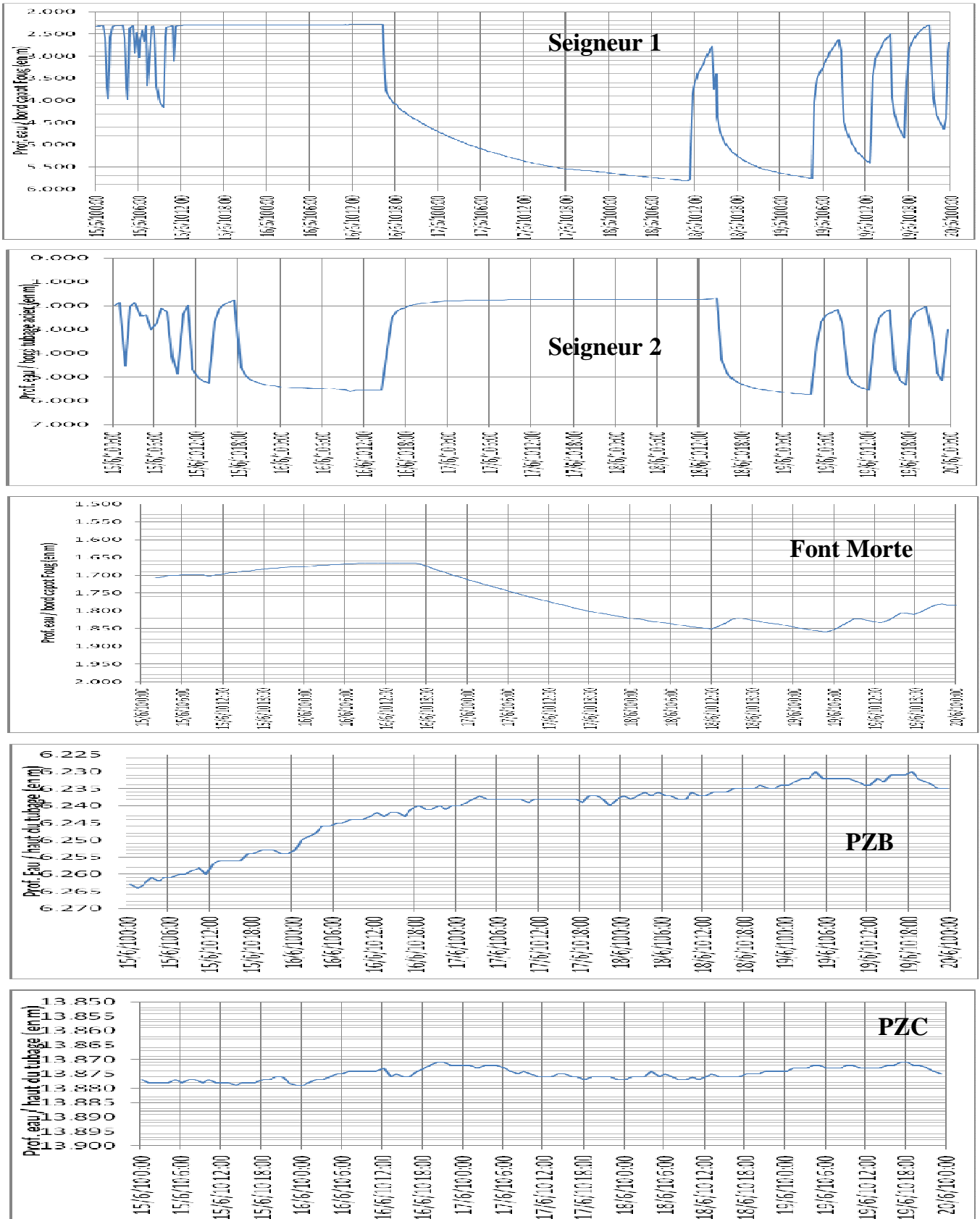
→ Le pompage d'essai en Seigneur 1 montre un impact piézométrique :

. très net à Font Morte (abaissement du niveau d'eau),

. moins marqué mais toutefois existant en PZB (stabilisation du niveau d'eau après une phase de remontée puis reprise de la remontée après l'arrêt du pompage d'essai à Seigneur 1),

. moins marqué mais toutefois existant en PZC (stabilisation voire légère décroissance du niveau d'eau après une phase de remontée puis reprise de la remontée après l'arrêt du pompage d'essai à Seigneur 1).

**Figure 48 : Comparaison des courbes piézométriques des différents ouvrages
 du champ captant pour la période de la période du 15 au 19/06/2010
 (= période des pompages d'essai dans Seigneur 1 et 2)**



9. Résultat du suivi piézométrique effectué dans le ruisseau de Péruelle au droit du champ captant

Le ruisseau de Péruelle prend naissance au droit de la ferme de Paumule (figure 1). Il s'écoule ensuite du sud vers le nord en passant en contrebas ouest de la ferme de Péruelle. Il oblique vers l'ouest à quelques mètres au sud-est de Seigneur 2 puis passe à quelques mètres au sud de Seigneur 2 et au nord de Seigneur 1 avant de s'orienter vers le nord en direction de Meunet-sur-Vatan.

Il a fait l'objet d'un suivi piézométrique pendant la période du 4/06 au 24/09/2010 au niveau du pont qui enjambe ce cours d'eau à quelques mètres au sud-est de Seigneur 2 (figures 49 et 50).

Pendant cette période, le niveau d'eau dans le cours d'eau est resté remarquablement stable, non influencé ni par les épisodes pluvieux, ni par les différents pompages qui ont été réalisés tant en Seigneur 2 qu'en Seigneur 1.

Par rapport au repère constitué par le bord en béton de ce pont (figure 50), le niveau d'eau a été enregistré entre 1,99 et 2,00 m de profondeur.

Commentaire :

Si l'on prend en compte les données de la carte topographique (figure 1) et les observations de terrain effectuées au cours de l'été 2010, on constate que le ruisseau de Péruelle n'est pas pérenne en amont de la ferme de Péruelle.

Si l'on prend en compte les données de la carte géologique (figure 14), on constate que le ruisseau de Péruelle prend naissance sur l'aire d'affleurement des calcaires de Buzançais avant de s'écouler sur les marnes de Saint-Doulchard à partir de la ferme de Péruelle.

Sur la base de ces observations et des données piézométriques (chapitre 5), le ruisseau de Péruelle, dans sa partie amont, apparaît être un exutoire de la nappe des calcaires de Buzançais. Il est alimenté par débordement de la nappe quand la cote de la surface de celle-ci s'élève au-dessus des cotes du fond du vallon dans l'axe duquel s'écoule le ruisseau.

Figure 49 : Localisation du point d'observation du ruisseau de Péruelle

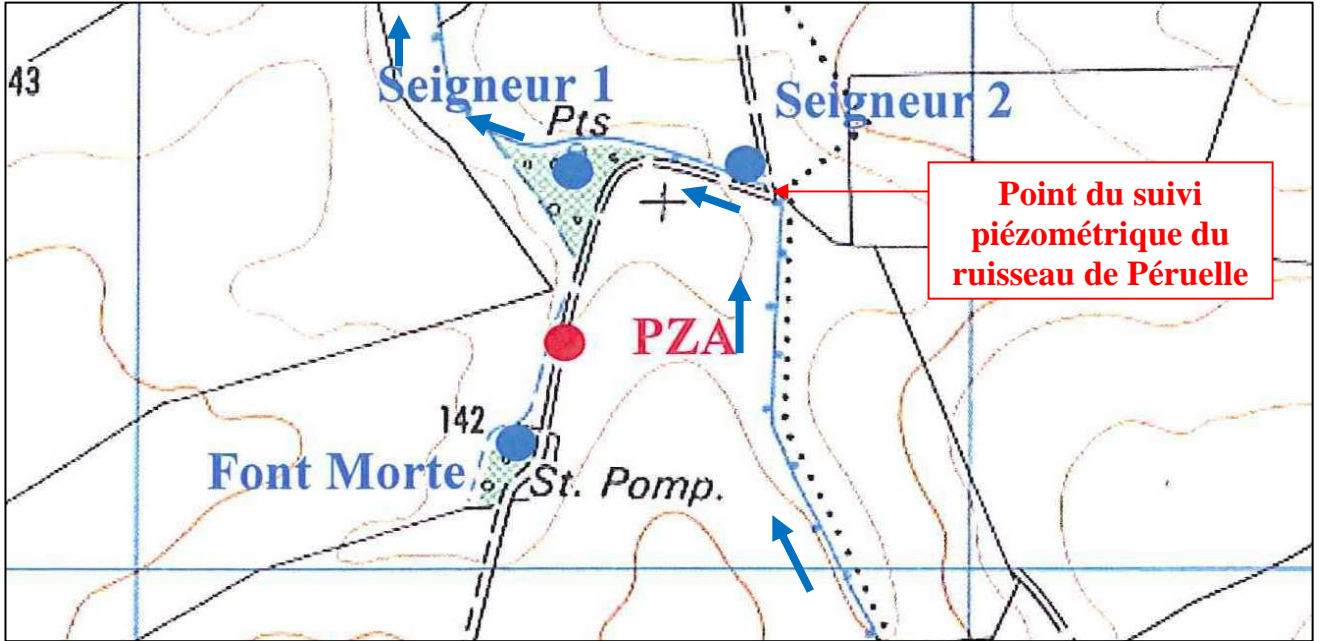


Figure 50 : Photographie du point d'observation du ruisseau de Péruelle



10. Caractérisation qualitative de la ressource en eau

10.1. Résultats d'analyses d'eaux prélevées dans Seigneur 1, Seigneur 2 et Font-Morte pendant les pompages d'essai

Ces résultats sont présentés en annexe 1 et rassemblés dans les tableaux 5, 6 et 7 relatifs respectivement aux captages Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte.

Les prélèvements d'eau effectués dans ces différents captages ont fait l'objet :

- de mesures in situ pour les paramètres : Conductivité, pH, Température de l'eau ;
- d'analyses en laboratoire pour les paramètres : Turbidité, Fer, Ammonium, Nitrites, Nitrates (laboratoire Wessling de Saint-Quentin-Fallavier, 38).

Résultats pour Seigneur 1 (tableau 5) :

Les 6 prélèvements d'eau ont été effectués :

- au début et au terme du pompage continu du 16 au 18/06/2010 (2 prélèvements) ;
- au cours de chacun des paliers du pompage par paliers de débit effectué le 29/06/2010 (4 prélèvements).

On constate des résultats globalement stables pour les paramètres analysés :

- conductivité comprise entre 666 et 682 $\mu\text{S}/\text{cm}$, donc une eau moyennement minéralisée ;
- pH faiblement alcalin, décroissant de 7,4 à 7,07 ;
- température de l'eau de 12,6 à 13,5 °C ;
- turbidité, ammonium, nitrite en dessous des seuils de détection analytique ;

*SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A*

→ fer à des concentrations inférieures ou proches du seuil de détection analytique ;

→ nitrate stable (entre 35 et 38 mg/l) donc en dessous de la limite de potabilité (50 mg/l).

Tableau 5 : Résultats d'analyses de l'eau du forage Seigneur 1

N° échantillon d'eau	Seigneur 1-1	Seigneur 1-2	Seigneur 1-3	Seigneur 1-4	Seigneur 1-5	Seigneur 1-6
Echantillon d'eau prélevé le	16/06/2010 à 16h30 (début pompage continu)	18/06/2010 à 11h (fin pompage continu)	29/06/2010 à 10h (palier 1)	29/06/2010 à 11h50 (palier 2)	29/06/2010 à 13 h (palier 3)	29/06/2010 à 14 h (palier 4)
Conductivité (en $\mu\text{S/cm}$)	666	680	686	681	681	682
pH	7,40	7,25	7,20	7,18	7,12	7,07
Température (en °C)	12,9	12,6	13,1	13,3	13,4	13,5
Turbidité (en NTU)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fer (en mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,1	0,08	0,07
Ammonium (en mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrite (en mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitrate (en mg/l)	35	38	36	36	36	36

Résultats pour Seigneur 2 (tableau 6) :

Les 6 prélèvements d'eau ont été effectués :

- au début et au terme du pompage continu du 15 au 16/06/2010 (2 prélèvements) ;
- au cours du pompage par paliers de débit effectué le 01/07/2010 (4 prélèvements).

On constate les résultats suivants :

- conductivité comprise entre 714 et 859 $\mu\text{S}/\text{cm}$, donc une eau moyennement minéralisée ;
- pH faiblement alcalin, décroissant de 7,4 à 7,12 ;
- température de l'eau de 12,8 à 13,3 °C ;
- turbidité inférieure au seuil de détection analytique ou inférieure à la référence de qualité (2 NTU) ;
- fer à des concentrations comprises entre 0,41 et 0,71 mg/l, donc supérieures à la référence de qualité (0,2 mg/l) ;
- ammonium et nitrite en dessous des seuils de détection analytique ;
- nitrate en dessous du seuil de détection analytique.

*SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A*

Tableau 6 : Résultats d'analyses de l'eau du forage Seigneur 2

N° échantillon d'eau	Seigneur 2-1	Seigneur 2-2	Seigneur 2-3	Seigneur 2-4	Seigneur 2-5	Seigneur 2-6
Echantillon d'eau prélevé le	15/06/2010 à 18h (début pompage continu)	16/06/2010 à 15h (fin pompage continu)	1/07/2010 à 8h50 (avant paliers)	1/07/2010 à 10h30 (palier 1)	1/07/2010 à 12h30 (palier 2)	1/07/2010 à 15h (palier 3)
Conductivité (en µS/cm)	792	714	859	853	831	834
pH	7,40	7,20	7,14	7,15	7,14	7,12
Température (en °C)	13,0	13,0	12,8	12,8	13,1	13,3
Turbidité (en NTU)	0,8	< 0,5	1,9	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fer (en mg/l)	0,44	0,49	0,47	0,52	0,41	0,71
Ammonium (en mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrite (en mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitrate (en mg/l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Résultats pour Font Morte (tableau 7) :

Les 6 prélèvements d'eau ont été effectués :

- au début et au terme du pompage continu de Seigneur 1 du 16 au 18/06/2010 (2 prélèvements) ;
- au cours de chacun des paliers du pompage par paliers de débit de Seigneur 1 effectué le 29/06/2010 (4 prélèvements).

On constate des résultats globalement stables pour les paramètres analysés :

- conductivité comprise entre 688 et 705 $\mu\text{S}/\text{cm}$, donc une eau moyennement minéralisée ;
- pH faiblement alcalin, de 7,28 à 7,13 ;
- température de l'eau de 11,9 à 13,6 °C ;
- turbidité, fer, ammonium, nitrite en dessous des seuils de détection analytique ;
- nitrate au dessus de la limite de potabilité pour le 1^{er} prélèvement (56 mg/l), stable (38 – 39 mg/l) en dessous de la limite de potabilité pour les autres.

*SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A*

Tableau 7 : Résultats d'analyses de l'eau du captage de Font Morte

N° échantillon d'eau	Font Morte1	Font Morte2	Font Morte3	Font Morte4	Font Morte5	Font Morte6
Echantillon d'eau prélevé le	16/06/2010 à 16h30 (début pompage continu)	18/06/2010 à 11h (fin pompage continu)	29/06/2010 à 10h (palier 1)	29/06/2010 à 11h50 (palier 2)	29/06/2010 à 13 h (palier 3)	29/06/2010 à 14 h (palier 4)
Conductivité (en µS/cm)	697	688	705	704	703	703
pH	7,25	7,28	7,17	7,13	7,26	7,18
Température (en °C)	13,6	11,9	12,9	12,6	12,8	12,6
Turbidité (en NTU)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fer (en mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ammonium (en mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrite (en mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitrate (en mg/l)	56	38	39	39	39	39

10.2. Résultats du suivi bimestriel de la qualité de l'eau de Seigneur 1 et 2

Ces résultats sont présentés en annexe 2 et rassemblés dans le tableau 8.

Les prélèvements d'eau effectués les 18/03, 16/06, 15/07, 24/09, 9/11/2010 dans ces deux captages ont fait l'objet d'analyses (par le laboratoire Wessling) pour les paramètres :

- Nitrate,
- Fer,
- Produits phytosanitaires (88 molécules recherchées).

Résultats pour Seigneur 1 (tableau 8) :

→ nitrate stable (entre 34 et 38 mg/l) donc en dessous de la limite de potabilité (50 mg/l) ;

→ fer : concentrations inférieures au seuil de détection analytique pour 3 prélèvements, concentrations inférieures à la référence de qualité (0,25 mg/l) pour 2 prélèvements ;

→ produits phytosanitaires : 2 molécules détectées dans le prélèvement du 18/03/2010, le bifénox (0,28 µg/l) et le pendiméthaline (0,23 µg/l) à des concentrations supérieures à la limite de qualité (0,1 µg/l).

Résultats pour Seigneur 2 (tableau 8) :

→ nitrate : concentrations inférieures au seuil de détection analytique pour « prélèvements, concentrations inférieures au niveau guide (0,25 mg/l) pour 2 prélèvements ;

→ fer : concentrations comprises entre 0,37 et 3,9 mg/l, donc supérieures à la référence de qualité (0,2 mg/l) ;

→ produits phytosanitaires : 2 molécules détectées dans le prélèvement du 9/11/2010, le bifénox (0,22 µg/l) et le pendiméthaline (0,21 µg/l) à des concentrations supérieures à la limite de qualité (0,1 µg/l).

Commentaire concernant le bifénox et le pendiméthaline :

Le **bifénox** est une substance active de produit phytosanitaire (ou produit phytopharmaceutique ou pesticide) qui présente un effet herbicide. Il appartient à la famille chimique des diphényl-éthers.

Il est autorisé pour le désherbage des végétaux suivants : avoine d'hiver et de printemps, blé dur, blé tendre, orge, seigle, dactyle, fétuque, gazons de graminées, ray grass, triticale.

Sur le plan de la réglementation des produits phytopharmaceutiques, cette substance active, pour l'union européenne, est inscrite à l'annexe I de la directive 91/414/CEE par la directive 2008/66/CE. Pour la France, elle est autorisée dans la composition de préparations bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché.

Le bifénox possède une solubilité de 0,36 mg/l. Il a une durée de demi-vie de 9 jours. La dose journalière admissible (DJA) pour l'homme est de 0,03 mg/kg/j, soit 3 mg/j pour un individu de 100 kg.

Compte tenu de sa courte durée de demi-vie, on en déduit que son épandage serait peu éloigné du captage et effectué à fortes concentrations.

Le **pendiméthaline** est une substance active de produit phytosanitaire herbicide, classé par l'EPA dans le groupe C, cancérigène possible.

Les teneurs maximales autorisées en résidus de pesticides sont 0,2 mg/kg pour les carottes et les légumes secs, 0,05 mg/kg pour les fruits et autres légumes.

Il est autorisé pour le désherbage des végétaux suivants : ail, arbres et arbustes d'ornement, blé dur, blé tendre, carotte, chou, échalote, féverole, lentille, maïs, oignon, orge, poireau, pois, pommier, seigle, tomate, tournesol, ...

Il est un des deux produits constituant le Nirvana, herbicide autorisé pour le désherbage des pois protéagineux d'hiver et de printemps, des pois de conserve et des féveroles d'hiver et de printemps, à des doses autorisées de 4,5 l/ha.

**Tableau 8 : Résultats d'analyses de l'eau des forages Seigneur 1 et Seigneur 2
(analyses bimestrielles sur une durée de 8 mois)**

N° échantillon d'eau	Seigneur 1-A	Seigneur 1-B	Seigneur 1-C	Seigneur 1-D	Seigneur 1-E
Echantillon d'eau prélevé le	18/03/2010	16/06/2010	15/07/2010	24/09/2010	9/11/2010
Nitrate (en mg/l)	34	34	34	37	38
Fer (en mg/l)	< 0,05	< 0,05	0,1	< 0,05	0,21
Produits phytosanitaires : 88 molécules recherchées (en µg/l)	2 molécules détectées : Bifénox : 0,28 Pendiméthaline : 0,23	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

N° échantillon d'eau	Seigneur 2-A	Seigneur 2-B	Seigneur 2-C	Seigneur 2-D	Seigneur 2-E
Echantillon d'eau prélevé le	18/03/2010	16/06/2010	15/07/2010	24/09/2010	9/11/2010
Nitrate (en mg/l)	< 1	< 1	17	< 1	3
Fer (en mg/l)	0,4	0,37	0,37	2,8	3,9
Produits phytosanitaires : 88 molécules recherchées (en µg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	2 molécules détectées : Bifénox : 0,22 Pendiméthaline : 0,21

10.3. Résultats de l'analyse complète de l'eau de Seigneur 1 et 2

Résultats pour Seigneur 1 :

Un prélèvement d'eau dans le captage de Seigneur 1 a été effectué au terme du pompage de longue durée le 18 juin 2010 à 10h30, soit après 42h15mn de pompage au débit moyen de 59,24 m³/h, par le laboratoire Ianesco Chimie de Poitiers en vue d'une analyse complète de l'eau.

Ce laboratoire est accrédité COFRAC et agréé par le ministère de la santé.

Les résultats du laboratoire sont présentés en annexe 3.

On note les points remarquables suivants :

- * Température : 12,5 °C
- * pH (in situ) : 7,30
- * Conductivité à 25°C : 677 µS/cm
- * Oxygène dissous : 5 mg O²/l
- * Turbidité : 0,2 NFU (Référence de qualité : 2 NFU)
- * Ammonium, nitrite et azote Kjeldahl : en dessous des seuils de détection
- * Nitrates : 34 mg/l (Limite de qualité : 50 mg/l)
- * Hydrogénocarbonates et calcium : respectivement 302 et 120 mg/l
- * Dureté : 36 °F (eau dure)
- * Sulfates : 80 mg/l (Référence de qualité : 250 mg/l)
- * Fer total et dissous, Manganèse total : en dessous des seuils de détection
- * Fluorure : 0,17 mg/l (Limite de qualité : 1,5 mg/l)
- * Arsenic : en dessous du seuil de détection
- * Sélénium : en dessous du seuil de détection

- * Tous les micros polluants recherchés : en dessous de leurs seuils de détection
- * Qualité radiologique de l'eau satisfaisante
- * Qualité bactériologique de l'eau : détection d'entérocoques

Commentaire :

Il s'agit d'une eau moyennement minéralisée, bicarbonatée calcique, dure, de qualité physico-chimique satisfaisante en vue de l'alimentation en eau potable.

On note la concentration relativement élevée en nitrates (34 mg/l) sans toutefois atteindre la limite de potabilité (50 mg/l) qui souligne la vulnérabilité de cette ressource en eau aux pollutions de surface.

On note également une qualité bactériologique de l'eau non satisfaisante du fait de la présence d'entérocoques.

Les caractéristiques de cette eau sont cohérentes avec le contexte lithologique et hydrogéologique de l'aquifère contenant la nappe captée.

Résultats pour Seigneur 2 :

Un prélèvement d'eau dans le captage de Seigneur 2 a été effectué au terme du pompage de longue durée le 16 juin 2010 à 10h, soit après 18h de pompage au débit moyen de 24 m³/h, par le laboratoire Ianesco Chimie de Poitiers en vue d'une analyse complète de l'eau.

Les résultats du laboratoire sont présentés en annexe 4.

On note les points remarquables suivants :

- * Température : 13,0 °C
- * pH (in situ) : 7,40
- * Conductivité à 25°C : 797 µS/cm
- * Oxygène dissous : 5 mg O²/l
- * Turbidité : 4,9 NFU (Référence de qualité : 2 NFU)
- * Ammonium : 0,07 mg/l ((Référence de qualité : 0,1 mg/l)

- * Nitrites et nitrates : en dessous des seuils de détection
- * Hydrogénocarbonates et calcium : respectivement 341 et 120 mg/l
- * Dureté : 42 °F (eau dure)
- * Sulfates : 150 mg/l (Référence de qualité : 250 mg/l)
- * Fer total et dissous : respectivement 430 et 400 µg/l (Référence de qualité : 200 µg/l)
- * Manganèse total : 6 µg/l (Référence de qualité : 50 µg/l)
- * Fluorure : 0,29 mg/l (Limite de qualité : 1,5 mg/l)
- * Arsenic : en dessous du seuil de détection
- * Sélénium : en dessous du seuil de détection
- * Parmi les micropolluants recherchés : détection de fluoranthène (0,068 µg/l) au-dessus de la limite de qualité (0,01 µg/l)
- * Qualité radiologique de l'eau satisfaisante
- * Qualité bactériologique de l'eau satisfaisante

Commentaire :

Il s'agit d'une eau moyennement minéralisée, bicarbonatée calcique, très dure, de qualité physico-chimique satisfaisante en vue de l'alimentation en eau potable (hors la présence de fer ferreux à une concentration très supérieure à la référence de qualité).

On note que les nitrates sont en dessous du seuil de détection analytique ce qui souligne, a priori, la faible vulnérabilité de cette ressource en eau aux pollutions de surface produites dans l'environnement immédiat et rapproché du captage.

On note également une qualité bactériologique de l'eau satisfaisante.

Les caractéristiques de cette eau sont cohérentes avec le contexte lithologique et hydrogéologique de l'aquifère contenant la nappe captée.

En ce qui concerne **le fluoranthène** détecté à une concentration très supérieure à la limite de qualité, il s'agit d'un hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP)

dérivant structurellement d'un naphthalène lié au benzène par deux liaisons simples formant avec celui-ci un cycle pentagonal.

C'est un polluant cancérigène inscrit sur la liste des cancérigènes du groupe 3 du CIRC (centre international de recherche sur le cancer) considéré comme l'un des plus nocifs.

Le fluoranthène est très persistant dans l'environnement. Sa détection sert avant tout d'indicateur à la présence d'autres HAP plus dangereux. Dans l'eau, les rares données expérimentales qui ont pu être trouvées sur des essais en milieux aqueux montrent que le fluoranthène est peu biodégradable.

Les HAP sont synthétisés lors de la formation des énergies fossiles (pétrole, charbon) ou bien lors de la combustion incomplète de matières organiques (chauffage au fuel, feux de forêts, etc). Leur synthèse lors de la formation des énergies fossiles explique leur présence dans le pétrole, le charbon et les produits dérivés.

Ils sont donc rejetés dans l'environnement soit à partir de produits dérivés de combustibles fossiles (goudron, coke, créosote, ...), soit suite à des combustions incomplètes (chauffage, moteur diesel, ...).

Les rejets dans l'environnement sont principalement atmosphériques. Les émissions des foyers domestiques, des incinérateurs d'ordures ménagères, des unités de production de goudron et d'asphalte des unités de craquage du pétrole, constituent les principales sources anthropiques atmosphériques. Ces sources stationnaires représentent environ 80 % des émissions. Les sources mobiles sont constituées par des échappements des véhicules essence et diesel.

Outre les imbrulés organiques, les mâchefers d'incinération des ordures ménagères (MIOM) contiennent également des HAP, en particulier le fluoranthène.

Soulignons que la décharge de l'Echineau située à 2,5 km au sud-est du captage Seigneur 2 traitait principalement des mâchefers d'incinération (rapport de la DDASS au CDH de l'Indre du 7 mai 2003).

10.4. Résultats de l'analyse physico-chimique de l'eau des piézomètres PZA, PZB et PZC

Ces résultats sont présentés en annexe 5 et rassemblés dans le tableau 9.

Ils concernent des prélèvements d'eau effectués par pompage le 9/11/2010 dans les trois piézomètres du site. Ces prélèvements ont fait l'objet :

- de mesures in situ pour les paramètres :

Conductivité,
pH,
Température de l'eau ;

- d'analyses par le laboratoire Wessling pour les paramètres :

O₂ dissous,
Ammonium,
Nitrites,
Nitrates,
Fer,
Manganèse,
Triazines (87 paramètres),
Glyphosate,
Acide phosphonique-aminoéthyl (AMPA).

Commentaire sur le glyphosate : il s'agit d'un pesticide de la famille des acides amino-phosphoriques qui est utilisé en usage agricole (sur tous types de cultures), et non agricole (espaces verts, jardins, routes, voies ferrées). Il est un des herbicides les plus vendus. Peu absorbé seul par la plante, il lui est adjoint des surfactants (POER) soupçonnés de présenter des toxicités aquatiques plus importantes et potentialisant son efficacité comme sa toxicité. Il est assez fréquemment rencontré dans les eaux de surface à des concentrations de plusieurs mg/l. Il ne serait pas bioaccumulé par les mammifères. Il présente une toxicité a priori modérée. Sa limite de qualité « eau potable » est de 0,1 µg/l.

Commentaire sur l'AMPA : il s'agit de l'acide phosphonique-aminoéthyl qui est le principal produit de dégradation du glyphosate. Il serait plus dangereux pour l'environnement que la molécule-mère. Cette molécule est également produite par dégradation d'autres substances.

Résultats pour les trois piézomètres (tableau 9) :

- On constate que les eaux sont moyennement minéralisées et faiblement alcalines ;
- Elles montrent des concentrations en ammonium et nitrite en dessous de seuils de détection ;
- Elles montrent également de faibles concentrations en nitrate (< 10 mg/l) en relation probable avec une recharge de la nappe dans un contexte environnemental favorable ;
- Les concentrations en fer sont significatives tout en restant inférieures à la référence de qualité pour ce paramètre ;
- Les concentrations en manganèse sont inférieures ou égales au seuil de détection analytique.
- Les concentrations en triazines, glyphosate et AMPA sont en dessous de seuils de détection.

Tableau 9 : Résultats d'analyses de l'eau des piézomètres PZA, PZB et PZC

	Piézomètre PZA	Piézomètre PZB	Piézomètre PZC
Echantillon d'eau prélevé le	9/11/2010	9/11/2010	9/11/2010
Conductivité (en µS/cm)	733	673	690
pH	7,48	7,46	7,52
Température (en °C)	11,8	12,0	12,0
Oxygène dissous (en mg/l)	4,99	3,63	3,34
Ammonium (en mg/l)	< 0,1	< 0,5	< 0,1
Nitrite (en mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitrate (en mg/l)	2	2	8
Fer (en mg/l)	0,09	0,15	0,08
Manganèse (en mg/l)	0,005	< 0,005	< 0,005
Triazines (87 paramètres) (en µg/l)	< 1	< 1	< 0,05
Glyphosate (en µg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acide phosphonique-aminoéthyl (AMPA) (en µg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

10.5. Synthèse et commentaires

Cette caractérisation qualitative de la ressource en eau a porté sur l'eau prélevée dans les 6 ouvrages du site (les 3 captages Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte ; les 3 piézomètres PZA, PZB, PZC) entre mars et novembre 2010.

→ En ce qui concerne les prélèvements effectués dans les captages Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte, pendant les pompages d'essai dans Seigneur 1 et Seigneur 2, ils ont montré des qualités d'eau spécifiques à chaque captage :

- L'eau de Seigneur 1 a une conductivité de l'ordre de 670-680 $\mu\text{S}/\text{cm}$; elle montre des concentrations en fer généralement inférieures au seuil de détection ; les concentrations en nitrates sont relativement élevées (35-38 mg/l) tout en restant inférieures à la limite de potabilité (50 mg/l).

- L'eau de Seigneur 2 a une conductivité de l'ordre de 790-860 $\mu\text{S}/\text{cm}$; elle montre des concentrations en fer (0,4-0,7 mg/l) supérieures à la référence de qualité (0,2 mg/l) ; les concentrations en nitrates sont inférieures au seuil de détection.

- L'eau de Font Morte a une conductivité légèrement supérieure à l'eau de Seigneur 1 ; elle montre une qualité « fer » et « nitrate » conforme à l'eau de Seigneur 1.

→ En ce qui concerne le suivi bimestriel de la qualité de l'eau de Seigneur 1 et Seigneur 2, outre le fait qu'il a confirmé la spécificité de chacun de ces captages pour le fer et les nitrates, il a conduit à mettre en évidence dans l'eau de chacun de ces captages, pour des prélèvements effectués à des dates différentes, 2 produits phytosanitaires, le bifénox et le pendiméthaline, utilisés pour le désherbage des cultures. Les concentrations constatées (comprises entre 0,2 et 0,3 $\mu\text{g}/\text{l}$) sont supérieures à la limite de qualité (0,1 $\mu\text{g}/\text{l}$).

→ En ce qui concerne les analyses complètes de l'eau de Seigneur 1 et Seigneur 2 portant sur des prélèvements effectués au terme des pompages continus réalisés dans chaque captage dans le cadre de cette étude, elles ont conduit à caractériser l'eau produite par chacun de ces captages.

- L'eau de Seigneur 1 prélevée le 18 juin 2010 présente les caractéristiques suivantes : elle est moyennement minéralisée, bicarbonatée calcique, dure, enrichie en nitrates, dépourvue de traces de micropolluants organiques, de qualité radiologique satisfaisante, de qualité bactériologique non satisfaisante du fait de la présence d'entérocoques.

- L'eau de Seigneur 2 prélevée le 16 juin 2010 présente les caractéristiques suivantes : elle est plus minéralisée que l'eau de Seigneur 1, bicarbonatée calcique, dure, enrichie en fer, sans nitrates, de qualité radiologique et bactériologique satisfaisante. Elle montre la présence de fluoranthène à une concentration (0,068 µg/l) supérieure à la limite de qualité (0,01 µg/l).

→ En ce qui concerne les prélèvements effectués dans les piézomètres du site, dans le but de rechercher des produits phytosanitaires, du glyphosate et de l'AMPA (principal produit de dégradation du glyphosate), les résultats sont tous négatifs pour ces molécules recherchées.

On retiendra donc de ces différentes analyses d'eau :

- 1) qu'il existe une spécificité qualitative de l'eau produite par chacun des captages : deux d'entre eux (Seigneur 1 et Font Morte) produisent une eau qui traduit un milieu oxydant comme en atteste la présence de nitrates et l'absence de fer ; l'autre (Seigneur 2) produit une eau qui traduit un milieu réducteur comme en atteste l'absence de nitrates et la présence de fer dissous en concentrations significatives.
- 2) que, lors du suivi bimestriel de la qualité de l'eau de Seigneur 1 et Seigneur 2, deux produits phytosanitaires utilisés pour le désherbage des cultures ont été détectés : le bifénox et le pendiméthaline à des concentrations supérieures à la limite de qualité.
- 3) que, dans le cadre des analyses complètes de l'eau de Seigneur 1 et Seigneur 2, outre la caractérisation physico-chimique, radiologique et bactériologique de l'eau, du fluoranthène (hydrocarbure aromatique polycyclique inscrit sur la liste des cancérogènes du groupe 3 du CIRC considéré comme l'un des plus nocifs) a été détecté dans l'eau de Seigneur 2 à une concentration (0,068 µg/l) supérieure à la limite de qualité (0,01 µg/l).
- 4) que les recherches de produits phytosanitaires, de glyphosate et d'AMPA (principal produit de dégradation du glyphosate) dans l'eau des trois piézomètres du site sont restées négatives.

11. Caractérisation des sédiments à l'exutoire du captage de Font Morte

Les sédiments rougeâtres présents dans le lit du ruisseau généré par les eaux issues du captage de Font Morte, à quelques mètres en aval de l'exutoire de ce captage, ont fait l'objet d'un prélèvement pour analyse à la demande de l'Hydrogéologue agréé.

Neuf paramètres métalliques ont été analysés par le laboratoire Wessling. Les résultats de ces analyses sont présentés en annexe 6 et rassemblés dans le tableau 10.

Pour évaluer les niveaux de concentrations de ces éléments, nous les avons comparés :

- aux valeurs limites données par l'arrêté du 28 octobre 2010 relatif aux installations de stockage de déchets inertes (ISDI) ;
- aux gammes de concentrations pour des terres naturelles données dans le guide « Base de données relatives à la qualité des sols » du BRGM.

Commentaire :

Si les concentrations constatées sont supérieures aux valeurs limites données par l'arrêté ISDI, elles restent très inférieures aux valeurs données pour des terres naturelles dans le guide du BRGM.

**Tableau 10 : Résultats d'analyses des sédiments à l'exutoire du captage de
Font-Morte**

Eléments	Concentrations (en mg/kg de matière sèche)	Valeurs limites à respecter (arrêté du 28/10/2010 relatif aux installations de stockage de déchets inertes, ISDI) (en mg/kg de matière sèche)	Gammes de concentrations pour des terres naturelles (extrait du guide « Base de données relatives à la qualité des sols » – BRGM avril 2008 – V.0.1) (en mg/kg de matière sèche)
aluminium	1 900		
phosphore	200		
chrome total	5	0,5	35 à 80
manganèse	100		
fer	18 000		
nickel	6	0,4	15 à 40
cuivre	3	2	10 à 70
zinc	46	4	40 à 180
plomb	< 10	0,5	15 à 80

12. Délimitation du bassin versant hydrogéologique en amont des captages et coupe géologique et hydrogéologique schématique à travers ce bassin

Sur la base des données de la cartographie géologique, des cartes piézométriques disponibles et des esquisses piézométriques « basses eaux » et « hautes eaux » établies dans le cadre de cette étude, une délimitation du bassin versant hydrogéologique en amont des captages de Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte est proposée en figure 51.

Ce bassin versant hydrogéologique s'étire vers le sud jusqu'à la crête piézométrique de la nappe des calcaires de Buzançais, orientée ouest-sud-ouest est-nord-est, qui passe en limite sud des bourgs de Ménétréols-sous-Vatan et Vœu.

Il s'étend, dans sa partie amont, sur l'aire d'affleurement des calcaires de Buzançais et, dans sa partie aval, sur l'aire d'affleurement des marnes de Saint-Doulchard.

Ses dimensions maximales sont de près de 5,2 km selon l'axe nord-sud et de près de 3,6 km selon l'axe ouest-est, pour une superficie évaluée à 13,2 km².

A l'aplomb de ce bassin, sur l'aire d'affleurement des calcaires de Buzançais, la nappe est vulnérable aux pollutions de surface car aucun écran hydrogéologique n'est intercalé entre la surface du sol et la nappe. Les eaux de précipitations qui s'infiltreront dans les sols en période de recharge sont susceptibles d'entraîner vers la nappe, après lessivage des sols, les éventuelles substances indésirables qu'ils contiennent.

Pour la partie aval du bassin versant qui s'étend sur l'aire d'affleurement des marnes de Saint-Doulchard, la nappe bénéficie d'une protection naturelle contre les pollutions de surface, protection naturelle assurée par l'écran hydrogéologique que constituent les marnes de Saint-Doulchard. Elle est donc peu vulnérable aux pollutions de surface générées sur la surface même des marnes de Saint-Doulchard. Mais les marnes de Saint-Doulchard restent inefficaces au regard des pollutions de surface, issues de l'aire d'affleurement des calcaires de Buzançais, qui migrent latéralement du sud vers le nord, sous les marnes de Saint-Doulchard, du fait de l'écoulement naturel de la nappe.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

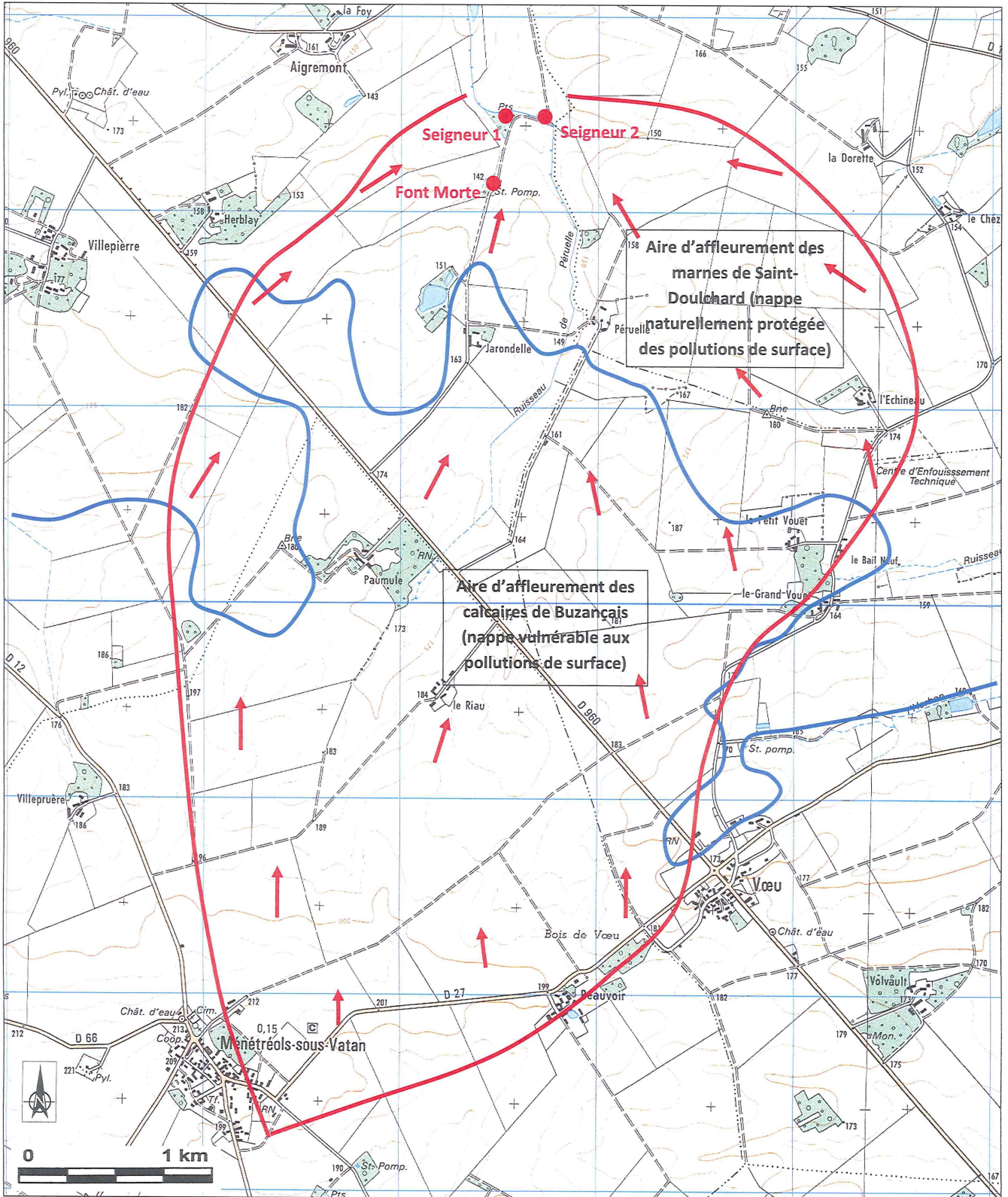
Une représentation schématique du contexte géologique et hydrogéologique est donnée par la coupe de la figure 52.

Cette coupe montre la surface piézométrique de la nappe qui passe de l'état libre à l'aplomb de l'aire d'affleurement des calcaires de Buzançais à l'état captif à l'aplomb de l'aire d'affleurement des marnes de Saint-Doulchard.

Elle permet de placer les captages Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte dans leur contexte géologique et hydrogéologique.

A l'aplomb du champ captant, la nappe est en charge sous les marnes de Saint-Doulchard, d'où, compte tenu de la topographie locale, le caractère artésien de ces ouvrages.

Figure 51 : Délimitation du bassin versant hydrogéologique en amont des captages






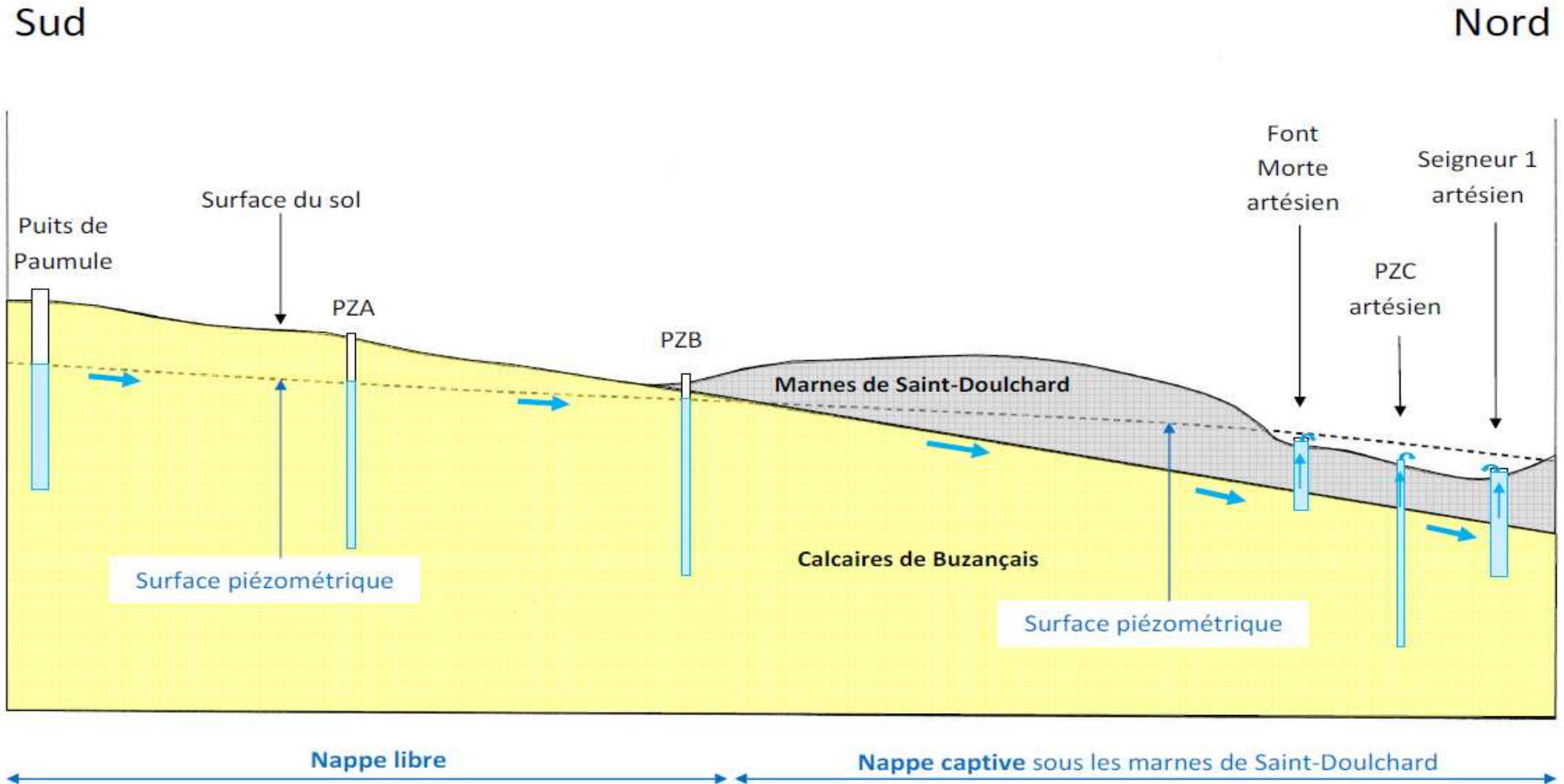
-  Limite d'affleurement des marnes de Saint-Doulchard et des calcaires de Buzançais
-  Limite du bassin versant hydrogéologique en amont des captages Seigneur 1, Seigneur 2 et Font Morte
-  Direction d'écoulement des eaux souterraines (nappe des calcaires de Buzançais)

Figure 52 : Coupe géologique et hydrogéologique schématique sud-nord à travers le bassin versant hydrogéologique



13. Recherche d'indices karstiques

Aucune manifestation exokarstique n'a été identifiée au sein du bassin versant hydrogéologique sur l'aire d'affleurement de la formation des marnes de Saint-Doulchard (figure 51), formation noté j_8 sur l'extrait de la carte géologique de la figure 14.

Il en est de même, au sein de ce bassin, sur l'aire d'affleurement de la formation des calcaires de Buzançais, formation noté j_{7b} sur l'extrait de la carte géologique de la figure 14.

Les rares dépressions repérées au sein de cette formation sont d'origine anthropique (anciennes carrières, stockage d'eau, ...).

14. Etude environnementale

Elle porte sur le bassin versant hydrogéologique en amont des captages, tel qu'il est délimité en figure 51.

Ce bassin versant s'étend sur 4 communes :

- Vatan (partie nord-ouest),
- Giroux (partie nord-est),
- Ménétréols-sous-Vatan (partie sud-ouest et sud),
- Paudy (partie est incluant le hameau de Vœu).

Occupation du sol :

La surface du bassin versant hydrogéologique est consacrée presque entièrement aux cultures : céréales (blé, orge, maïs), oléagineux (colza, tournesol), légumineuses (pois, lentilles) ; quelques parcelles en jachères.

Les seules zones non exploitées correspondent aux bâtiments d'habitation et d'exploitation et aux surfaces immédiates, boisées ou non, qui les entourent (Jarondelle, Péruelle, l'Echineau, Paumule, Le Riau, Le Petit Vouet, Beauvoir) ainsi qu'aux voies de circulation (routes et chemins) qui parcourent le bassin versant.

Les principaux exploitants agricoles sont :

Autour de Jarondelle (150 ha) : Bernard COULON, Pouillaut, 36100 Lizeray
Tél. : 02 54 49 40 60 / 06 69 74 22 97

Autour de Péruelle (50 ha) : Simone COLAS, Péruelle, 36150 Giroux
Tél. : 02 54 49 40 46

Autour du Riau (170 ha) : Christophe METIVIER, SCEA du Riau, 36150 Ménétréols-sous-Vatan ou 8, avenue de Paris, 36150 Vatan
Tél. : 02 54 49 40 63 / 06 80 38 32 32

Autour de Paumule (130 ha) : François JOFFRE, Le Mez, 36150 Vatan
Tél. : 02 54 49 80 98

Autour de l'Echineau (80 ha) : Christophe DENIS, l'Echineau, 36150 Giroux
Tél. : 09 77 48 39 93

Autre propriétaire non exploitant agricole : Jacques FRAISSIGNES, Paumule,
36150 Ménétréols-sous-Vatan
Tél. : 02 54 49 48 36

Forages, puits et sources (figure 53) :

518-5X-0021 : Le Riau ; puits ancien de 16,3 m de profondeur ; diamètre 1,1 m ; niveau d'eau vers 13-14 m de profondeur ; capte la nappe des calcaires de Buzançais.

518-5X-0023 : Le Petit Vouet ; puits ancien de 6,45 m de profondeur ; diamètre 1 m ; niveau d'eau vers 4 m de profondeur ; capte la nappe des calcaires de Buzançais.

518-5X-0024 : L'Echineau ; puits ancien de 26,8 m de profondeur ; diamètre 1 m ; niveau d'eau vers 1,6 m de profondeur ; capte la nappe des calcaires de Buzançais.

518-5X-0026 : Beauvoir ; puits ancien de 8,45 m de profondeur ; niveau d'eau vers 4-5 m de profondeur ; capte la nappe des calcaires de Buzançais.

518-5X-0031 : Le Riau ; sources diffuses ; faible débit ; exutoire naturel de la nappe des calcaires de Buzançais.

518-5X-0032 : Le Riau ; sources diffuses ; faible débit ; exutoire naturel de la nappe des calcaires de Buzançais.

518-5X-0037 : Péruelle ; puits ancien captant une source ; niveau d'eau affleurant en hautes eaux, s'abaissant à 1 à 2 m en basses eaux ; utilisé pour l'arrosage et les traitements agricoles au débit de 4 m³/h ; capte la nappe des calcaires de Buzançais.

518-5X-0039 : Jarondelle ; puits ancien de 24,3 m de profondeur ; niveau d'eau vers 21-22 m de profondeur ; alimentation de la ferme ; débit de l'ordre de 22m³/h ; jamais tari ; capte la nappe des calcaires de Buzançais.

518-5X-0043 ; Le Bail Neuf ; puits ancien de 4,2 m de profondeur ; niveau d'eau vers 3 m de profondeur ; capte la nappe des calcaires de Buzançais.

518-5X-0047 : Le Riau ; forage d'irrigation de 30 m de profondeur réalisé en 1987 au diamètre de 254 mm ; testé à 48 m³/h pour un rabattement de 1,7 m ; débit potentielle très supérieur à 50 m³/h ; 1^{ère} venue d'eau à 8 m puis augmentation du débit jusqu'à 16,5 m ; non exploité ; capte la nappe des calcaires de Buzançais.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

518-5X-0057 : Jarondelle ; forage d'irrigation de 15 m de profondeur réalisé en 1992 ; diamètre 500mm ; débit d'exploitation de l'ordre de 40 m³/h ; exploité ; capte la nappe des calcaires de Buzançais.

518-5X-0058 : Jarondelle ; forage d'irrigation de 15m de profondeur réalisé en 1992 ; diamètre 345 mm ; débit de l'ordre de 50 m³/h ; exploité ; capte la nappe des calcaires de Buzançais.

518-5X-00XX : Paumule ; puits ancien de 9,25 m de profondeur ; niveau d'eau vers 7 m de profondeur ; n'est plus exploité ; capte la nappe des calcaires de Buzançais.

Zones inondables dans le voisinage de la zone de captage :

En période de très fortes précipitations, des débordements du fossé qui longe côté ouest le périmètre clôturé de la station de pompage de Font Morte peuvent se produire, sans atteindre la station de pompage et le captage de Font Morte.

Carrières :

Pas de carrière d'importance significative dans le bassin versant hydrogéologique.

Dépôts de déchets :

En limite est-nord-est du bassin versant hydrogéologique, à cheval sur les communes de Paudy (partie sud) et Giroux (partie nord) se trouve le Centre d'enfouissement technique de résidus urbains de classe 2 de l'Echineau (figure 53) qui a été exploité par le SICTOM de la région d'Issoudun de 1992 à 2003.

Ce centre traitait principalement des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères.

Il a été autorisé par l'arrêté préfectoral 92-E-1057 du 25 mai 1992.

L'enfouissement de nouveaux déchets a été interdit au 1^{er} juin 2003.

Le site, après fermeture et remise en état, fait l'objet, depuis le 1^{er} juin 2003 et pour une durée de 30 ans, d'un suivi quantitatif et qualitatif des lixiviats, des eaux pluviales et des eaux souterraines.

Canalisations d'hydrocarbures liquides ou de tous autres produits liquides ou gazeux, à usage non domestique :

Rien à signaler.

Stockages de produits chimiques (hydrocarbures, produits fertilisants et de traitement, ... :

Présence de cuves à fuel (non aux normes) dans les fermes de Jarondelle (5000 l), Péruelle (5000 l), Le Riau (5000 l), Paumule (2000 l), l'Echineau (6000 l).

Présence de produits fertilisants et de traitements liquides à la ferme Le Riau (< 50 000 l).

Rejets d'eaux usées, d'eaux pluviales collectives et de drainage (flux et qualité) :

Pas de rejets directs d'eaux usées dans l'environnement ; les fermes et hameaux situés sur le bassin versant hydrogéologique sont en assainissement individuel (voir ci-dessous).

Pas de rejets d'eaux pluviales collectives et de drainage sur l'aire d'affleurement des calcaires de Buzançais.

Epannage et infiltration de lisiers, de boues de station d'épuration, de matières de vidange, de jus d'ensilage ou de toutes eaux usées autres que domestiques :

Rien à signaler.

Conformité des bâtiments d'élevage :

Pas de bâtiments d'élevage sur le bassin versant hydrogéologique.

Etat des documents d'urbanisme et de l'assainissement collectif et individuel (zonage) dans les communes concernées :

Les communes de Paudy et de Ménétréols-sous-Vatan n'ont pas de Plan d'Occupation des Sols ni de Plan Local d'Urbanisme.

La commune de Ménétréols-sous-Vatan dispose d'une carte communale qui définit les zones à urbaniser et les zones naturelles, pour ces dernières, sans distinction des zones d'activités agricoles.

En matière d'assainissement,

- le hameau de Vœu (commune de Paudy) va prochainement disposer d'un assainissement collectif ;
- le hameau de Beauvoir (commune de Ménétréols-sous-Vatan), est en assainissement individuel ;

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

- le bourg de Ménétréols-sous-Vatan dispose d'un assainissement collectif, en réseau unitaire ou séparatif ;
- les fermes situées dans le bassin versant hydrogéologique (Paumule, Le Riau, Jarondelle, Péruelle, Le Petit Vouet) sont en assainissement individuel (fosses septiques vidangées régulièrement par une entreprise spécialisée).

Installations classées pour la protection de l'environnement :

Le Centre d'enfouissement technique de l'Echineau est la seule installation classée pour la protection de l'environnement du secteur ; elle est en limite du bassin versant hydrogéologique.

Pollutions potentielles linéaires (voies ferrées, routes, ...) :

Deux axes routiers traversent le bassin versant hydrogéologique (figure 53).

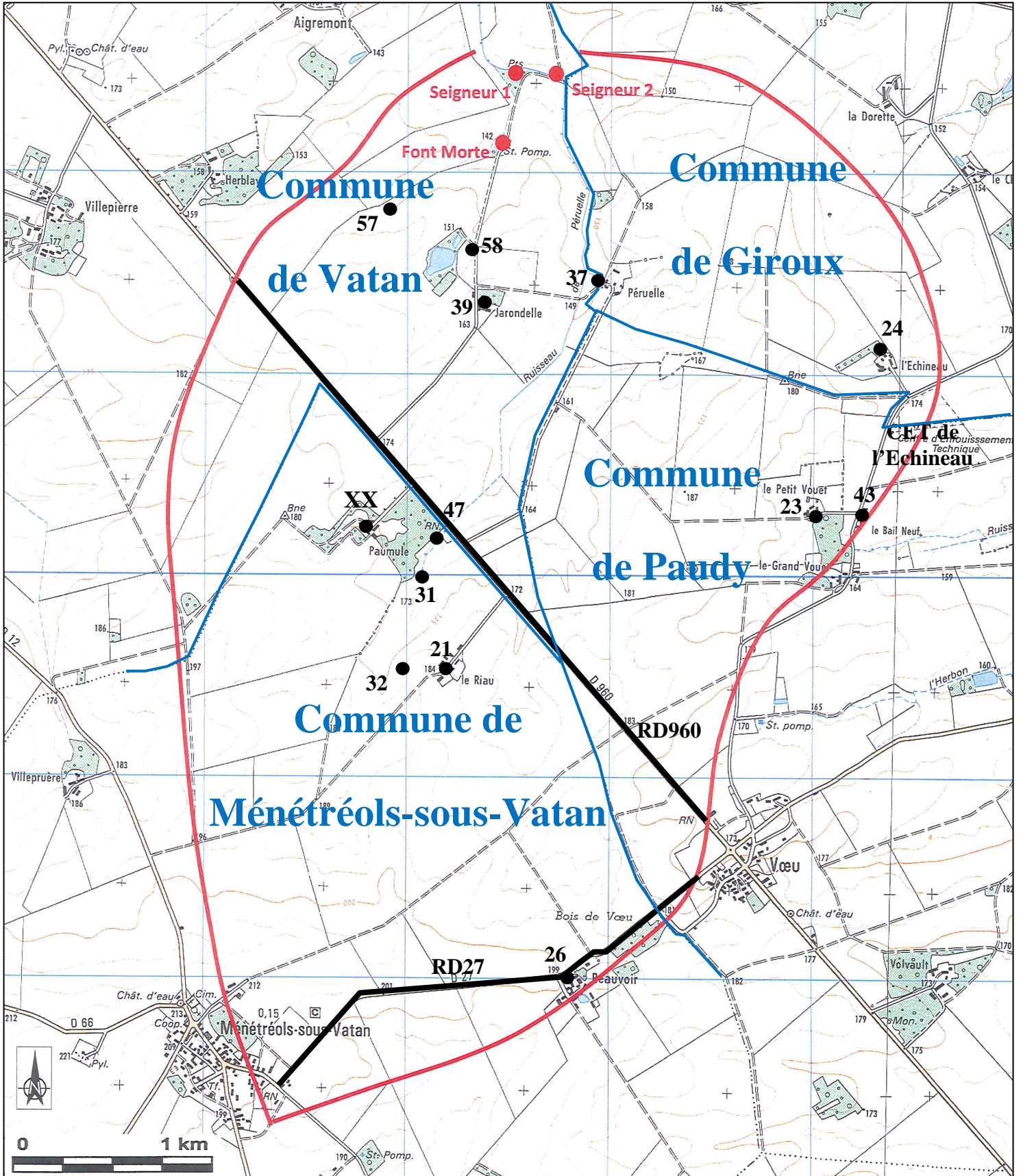
→ Le principal axe routier est la route D 960 reliant Vatan à Issoudun qui traverse le bassin versant de part en part, du nord-ouest vers le sud-est, sur une longueur de 3,6 km. C'est un axe fréquenté tant par les véhicules légers que par les poids lourds.

Les risques de pollutions liés au trafic routier sur cet axe ne sont pas négligeables. Ils sont d'ordre accidentel (déversement de substances polluantes, principalement hydrocarbures) et diffus (métaux lourds, hydrocarbures, autres molécules organiques).

→ L'autre axe routier est la route D27 qui relie Ménétréols-sous-Vatan à Vœu. Elle jouxte la limite sud-sud-est du bassin versant. Le trafic routier y est moindre que sur la route D 960.

Les risques de pollutions liés au trafic routier sur cet axe ne sont pas négligeables. Ils sont, comme pour la route D 960, d'ordre accidentel et diffus.

Figure 53 : Localisation des points d'eau inventoriés, du CET de l'Echineau et des principaux axes de circulation traversant le bassin versant hydrogéologique



15. Synthèse et conclusion

Le Syndicat Intercommunal des Eaux (SIE) de la région de Vatan exploite pour ses besoins en eau potable un champ captant situé sur la commune de Vatan, constitué par 2 forages qui captent la nappe des calcaires de Buzançais d'âge jurassique supérieur : les forages de Seigneur 1 et Seigneur 2.

Dans le cadre de la procédure des périmètres de protection relative à ces 2 captages, l'Hydrogéologue agréé désigné par arrêté préfectoral a demandé que soit réalisée une étude hydrogéologique et environnementale en préalable à l'élaboration de son rapport de proposition des périmètres de protection et des servitudes liées à ces derniers.

Cette étude, qui intègre également un troisième captage du champ captant, celui de Font Morte qui n'est plus exploité pour la production d'eau potable mais pour les besoins de la station de traitement des eaux de Seigneur 1 et Seigneur 2, fait l'objet de ce rapport.

Ces 3 captages présentaient la particularité lors de leurs créations (vers 1947 pour Font Morte, en 1971 pour Seigneur 1, en 1985 pour Seigneur 2) d'être artésiens. Ils le sont encore aujourd'hui, au moins en situation de hautes eaux de la nappe.

Cet artésianisme résulte de l'existence, entre la surface du sol et l'aquifère contenant la nappe captée (les calcaires de Buzançais), d'un écran hydrogéologique (la formation des marnes de Saint-Doulchard) qui provoque la mise en charge de la nappe des calcaires lors de son écoulement naturel du sud vers le nord.

Sur le site même des 3 captages, les marnes de Saint-Doulchard sont affleurantes et peu épaisses (quelques mètres). Elles disparaissent à quelques centaines de mètres au sud des captages (où se situe leur limite d'extension), remplacées à l'affleurement par les calcaires de Buzançais.

Le contexte hydrogéologique est donc celui d'une nappe libre, à l'aplomb de l'aire d'affleurement des calcaires de Buzançais au sud des captages, qui devient captive, lors de son écoulement du sud vers le nord, à l'aplomb de l'aire d'affleurement des marnes de Saint-Doulchard.

La réalisation sur la zone d'étude de 3 forages/piézomètres (PZA, PZB, PZC) d'une trentaine de mètres de profondeur, disposés selon un axe sud-nord, donc

*SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A*

parallèle au pendage des couches calcaires et marneuses, et de profils diagraphiques de radioactivité naturelle dans ces piézomètres a permis :

- de localiser précisément latéralement et verticalement l'interface étanche entre les marnes de Saint-Doulchard et les calcaires de Buzançais ;
- de mettre en évidence au sein des calcaires de Buzançais, une tranche essentiellement calcaire et donc productive (située directement sous les marnes de Saint-Doulchard) et une tranche calcaire à intercalations marneuses, nettement moins productive.

Les différents pompages réalisés dans les captages en exploitation de Seigneur 1 et Seigneur 2 n'ont pas mis en évidence d'anomalies particulières. Les prélèvements sont immédiatement compensés par des apports.

Les calculs relatifs à la géométrie de la zone d'appel de ces captages et aux isochrones, effectués sur la base de valeurs de paramètres déduits des résultats des investigations réalisés sur les captages et leur environnement, ont conduit aux résultats suivants :

- pour Seigneur 1 : largeur de la zone d'appel de l'ordre de 440 m ; isochrone 50 jours en amont du captage de l'ordre de 110 à 170 m ; isochrone 200 jours en amont du captage de l'ordre de 240 à 380 m.
- pour Seigneur 2 : largeur de la zone d'appel de l'ordre de 250 m ; isochrone 50 jours en amont du captage de l'ordre de 60 à 210 m ; isochrone 200 jours en amont du captage de l'ordre de 140 à 520 m.

Les suivis piézométriques effectués dans les 6 ouvrages du champ captant (les 3 captages et les 3 piézomètres) du 4 juin 2010 au 24 septembre 2010 ont permis d'étudier le comportement de la nappe pendant une période de basses eaux et de forts prélèvements. Parmi les points mis en évidence, on retiendra principalement :

- que la réalimentation de la nappe apparaît satisfaisante et qu'aucune anomalie piézométrique particulière n'a été détectée ;
- qu'il existe une nette différence entre les deux captages exploités sur le plan piézométrique : alors que les pompages dans Seigneur 1 montrent un impact piézométrique très net en PZA et à Font Morte, moins marqué mais toutefois existant en PZB et à un degré moindre en PZC, les pompages dans Seigneur 2 ne montrent pas d'impacts significatifs en Seigneur 1, en PZA, à Font Morte, en PZB et en PZC.

Les campagnes piézométriques réalisées en situations de basses et de hautes eaux de la nappe des calcaires de Buzançais, sur différents ouvrages de captage des

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

eaux souterraines du bassin versant topographique en amont des captages (puits anciens, forage d'irrigation), complétées avec les données des cartes piézométriques disponibles, ont permis de délimiter le bassin versant hydrogéologique en amont du champ captant. Ce bassin versant qui s'étend, dans sa partie amont sur l'aire d'affleurement des calcaires de Buzançais, dans sa partie aval sur l'aire d'affleurement des marnes de Saint-Doulchard, est limité au sud par une crête piézométrique d'orientation sud-ouest nord-est au-delà de laquelle les eaux souterraines sont drainées vers l'Arnon. Ce bassin versant hydrogéologique couvre une superficie évaluée à 13,2 km² (extension maximale de près de 5,2 km selon l'axe nord-sud et de près de 3,6 km selon l'axe ouest-est).

Sur le plan qualitatif, les résultats des analyses des différents échantillons d'eau prélevés dans les 6 ouvrages du site (les 3 captages Seigneur 1, Seigneur 2, Font Morte ; les 3 piézomètres PZA, PZB, PZC) entre mars et novembre 2010 ont montré :

- 1) qu'il existe une spécificité qualitative de l'eau produite par chacun des captages : deux d'entre eux (Seigneur 1 et Font Morte) produisent une eau qui traduit un milieu oxydant comme en atteste la présence de nitrates et l'absence de fer dissous ; l'autre (Seigneur 2) produit une eau qui traduit un milieu réducteur comme en atteste l'absence de nitrates et la présence de fer dissous en concentrations significatives.
- 2) que, lors du suivi bimestriel de la qualité de l'eau de Seigneur 1 et Seigneur 2, deux molécules de produits phytosanitaires utilisées pour le désherbage des cultures ont été détectés : le bifénox et le pendiméthaline à des concentrations supérieures à la limite de qualité.
- 3) que, dans le cadre des analyses complètes de l'eau de Seigneur 1 et Seigneur 2, du fluoranthène (HAP inscrit sur la liste des cancérigènes du groupe 3 du CIRC considéré comme l'un des plus nocifs) a été détecté dans l'eau de Seigneur 2 à une concentration (0,068 µg/l) supérieure à la limite de qualité (0,01 µg/l).
- 4) que les recherches de produits phytosanitaires, de glyphosate et d'AMPA (principal produit de dégradation du glyphosate) dans l'eau des 3 piézomètres du site sont restées négatives.

Sur le plan environnemental, le bassin versant hydrogéologique en amont du champ captant se caractérise par :

- son intense activité agricole,
- l'existence à son extrémité est d'un centre d'enfouissement technique fermé en 2003 où ont été stockés pendant une dizaine d'années des mâchefers

*SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A*

d'incinération d'ordures ménagères (qui pourraient être la source du fluoranthène détecté dans l'eau de Seigneur 2),

- l'existence d'une route fréquentée (celle qui relie Vatan à Issoudun) qui traverse du nord-ouest vers le sud-est le bassin versant sur une longueur de 3,6 km.

Compte tenu du contexte présenté ci-dessus, la ressource en eau captée par Seigneur 1 et Seigneur 2 apparaît :

- vulnérable aux pollutions de surface produites sur la partie amont du bassin versant hydrogéologique en amont des captages qui correspond à l'aire d'affleurement des calcaires de Buzançais ; ces pollutions après avoir migré verticalement dans la zone non saturée, de la surface du sol jusqu'à la nappe, sont entraînées vers le nord jusqu'aux captages par l'écoulement naturel de la nappe ;

- non vulnérable aux pollutions de surface produites sur la partie aval du bassin versant hydrogéologique en amont des captages qui correspond à l'aire d'affleurement des marnes de Saint-Doulchard.

Sur la base de ces résultats, on constate que les différences d'ordre piézométrique (*les pompages en Seigneur 1 ont un impact piézométrique sur les ouvrages situés au sud du captage (PZA, Font Morte, PZB, PZC), ce qui n'est pas le cas pour les pompages en Seigneur 2*) et qualitatif (*l'eau de Seigneur 1 est enrichie en nitrates et ne contient pas de fer dissous alors que l'eau de Seigneur 2 ne contient pas de nitrates et est enrichie en fer dissous*) constatées entre Seigneur 1 et Seigneur 2 s'expliquent par le contexte hydrogéologique.

Généralement, la mise en charge d'une nappe sous un écran hydrogéologique, comme c'est le cas ici, s'accompagne de réactions de dénitrification de l'eau de la nappe, réactions qui aboutissent au terme d'un cheminement souterrain plus ou moins long à la disparition totale des nitrates, qui évoluent en azote gazeux.

La limite d'extension des marnes de Saint-Doulchard en amont piézométrique du captage Seigneur 1 a été localisée à 850 m au sud du captage près du site du piézomètre PZB ce qui, compte tenu de la profondeur de la nappe constatée dans ce piézomètre, implique un début de mise en charge de la nappe à seulement quelques centaines de mètres au sud du captage, distance insuffisante, compte tenu de la cinétique de dénitrification, pour que cette mise en charge puisse avoir un impact significatif sur la qualité de l'eau de Seigneur 1.

Pour le captage Seigneur 2, il en est tout autre. En effet, l'amont piézométrique, tel qu'on peut le déduire des cartes piézométriques établies dans le cadre de cette

*SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A*

étude, se trouve à l'est, pour ce qui concerne l'amont proximal, puis au sud-est, pour ce qui concerne l'amont distal, d'où une limite d'extension des marnes de Saint-Doulchard en amont piézométrique du captage Seigneur 2 localisée à au moins 5 km au sud-sud-est du captage, dans le secteur de l'Echineau et du Petit Vouet. Ceci implique un début de mise en charge à plusieurs km en amont du captage, distance largement suffisante, compte tenu de la cinétique de dénitrification, pour que cette mise en charge s'accompagne d'une dénitrification complète de l'eau captée par Seigneur 2.

Le fait qu'aucun impact piézométrique des pompes dans Seigneur 2 n'a été ressenti sur les autres ouvrages du champ captant (Seigneur 1, PZA, Font Morte, PZB, PZC) plaide en faveur de ce schéma hydrogéologique.

De même, remarquons que le CET de l'Echineau, source potentielle de HAP (dont le fluoranthène détecté dans l'eau de Seigneur 2 mais pas dans celle de Seigneur 1) se trouve en amont piézométrique du captage de Seigneur 2 mais pas en amont piézométrique du captage de Seigneur 1.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations d'ANTEA ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

ANNEXES

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA REGION DE VATAN (36)
Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection
des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2 – A53913/A

**Annexe 1 : Résultats d'analyses d'eaux prélevées dans Seigneur 1, Seigneur 2
et Font-Morte pendant les pompages d'essai**

(8 pages)
(en volume séparé)

**Annexe 2 : Résultats du suivi bimestriel de la qualité de l'eau de Seigneur 1
et Seigneur 2**

(18 pages)
(en volume séparé)

**Annexe 3 : Résultats de l'analyse complète de l'eau de Seigneur 1
(prélèvement du 18/06/2010 à 10h30)**

(8 pages)
(en volume séparé)

**Annexe 4 : Résultats de l'analyse complète de l'eau de Seigneur 2
(prélèvement du 16/06/2010 à 10h)**

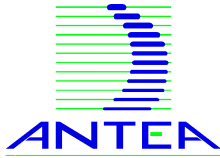
(8 pages)
(en volume séparé)

**Annexe 5 : Résultats de l'analyse physico-chimique de l'eau des piézomètres
PZA, PZB et PZC**

(6 pages)
(en volume séparé)

**Annexe 6 : Résultats de l'analyse des sédiments à l'exutoire du captage
de Font Morte**

(3 pages)
(en volume séparé)



Fiche signalétique

Rapport

Titre : *Etude hydrogéologique et environnementale préalable à l'instauration des périmètres de protection des captages d'eau potable Seigneur 1 et Seigneur 2*

Numéro et indice de version : A 53913/A

Date d'envoi : Mars 2011

Nombre d'annexes dans le texte : 0

Nombre de pages : 150

Nombre d'annexes en volume séparé : 6

Diffusion (nombre et destinataires) :

3 ex. client

1 ex. service de documentation

1 ex. unité, auteur

Client

Coordonnées complètes : Syndicat Intercommunal des Eaux de la Région de Vatan – Mairie – 36150 VATAN

Téléphone : 02 54 49 76 31

Télécopie : 02 54 49 93 72

Nom et fonction des interlocuteurs : Monsieur FOUQUET (Président du SIE de la région de Vatan), Monsieur MASSEREAU (Mairie de Vatan)

ANTEA

Unité réalisatrice : *Agence Paris Centre Normandie*

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Jean-Michel BOIRAT, interlocuteur commercial

Jean-Michel BOIRAT, chef de projet

Jean-Michel BOIRAT, auteur

Pascale MARAIS, secrétariat

Qualité :

Contrôlé par : *Alain FERRAND*

Date : Mars 2011 - Version A

Traçabilité

N° du projet : *ORLP 08 0392*

Références et date de la commande : Acte d'engagement acceptée le 10 février 2009

Mots-clés : HYDROGEOLOGIE, ENVIRONNEMENT, CHAMP-CAPTANT, EAU-POTABLE, PERIMETRES-DE-PROTECTION, VATAN, INDRE