

DEPARTEMENT DE HAUTE-SAONE  
**SIE DE CHAMPAGNEY**

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES PUITTS DES PRES LA GRANGE.  
RAPPORT FINAL

12/09/2016



**B.E. Caille**

bureau d'études en hydrogéologie  
& environnement

4 les Berrods 39150 PRENOVEL

Tél : 03 84 33 75 13

[contact@hydrogeologie-caille.com](mailto:contact@hydrogeologie-caille.com)

[www.hydrogeologie-caille.com](http://www.hydrogeologie-caille.com)



## Sommaire

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES .....</b>	<b>5</b>
2.1	DESCRIPTION DES PUIITS DE CAPTAGE.....	5
2.2	SITUATION DES PUIITS ET REFERENCE BSS.....	7
2.3	POSE DE 10 PIEZOMETRES .....	7
<b>3</b>	<b>MESURES DE LA PIEZOMETRIE .....</b>	<b>9</b>
3.1	MESURES .....	9
3.2	CARTE PIEZOMETRIQUE .....	10
<b>4</b>	<b>GEOPHYSIQUE ELECTRIQUE .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>POMPAGES D’ESSAI.....</b>	<b>14</b>
5.1	ORGANISATION DES POMPAGES .....	14
5.2	POMPAGE DANS P1.....	14
5.3	POMPAGE DANS P2.....	15
<b>6</b>	<b>TRAÇAGES RADIAL-CONVERGENTS.....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>MODELISATION DE LA NAPPE.....</b>	<b>19</b>
7.1	PRINCIPE.....	19
7.2	CALAGE.....	19
7.3	SIMULATION DES POMPAGES.....	20
<b>8</b>	<b>EXTENSION DE LA NAPPE. ....</b>	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>DEBITS DU RAHIN. ....</b>	<b>24</b>
<b>10</b>	<b>ROLE DU BARRAGE SUR LE RAHIN. ....</b>	<b>25</b>
<b>11</b>	<b>OPTIMISATION DE L’EXPLOITATION.....</b>	<b>25</b>
<b>12</b>	<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>25</b>

## Table des illustrations

Figure 1 : Localisation des puits et de la zone d'étude .....	4
Figure 2 : Localisation des puits sur photo aérienne (Source : Géoportail) .....	5
Figure 3 : Captages des Prés de la Grange.....	6
Figure 4 : Coupe du puits 2 .....	6
Figure 5 : Localisation des piézomètres sur photo aérienne et carte topographique .....	8
Figure 6 : Tableau des points de mesure.....	9
Figure 7 : Carte piézométrique du 16/03/2016.....	10
Figure 8 : Carte piézométrique du 19/07/2016.....	10
Figure 9 : Tableau des pentes dans la nappe et la rivière en hautes eaux. ....	11
Figure 10 : Tableau des pentes dans la nappe et la rivière en basses eaux.....	11
Figure 11 : Localisation des profils géo-électriques .....	12
Figure 12 : Coupes géo-électriques des 2 profils.....	13
Figure 13 : Suivi des niveaux d'eau dans le pz8. ....	14
Figure 14 : Courbe de la remontée du 29/07. ....	15
Figure 15 : Courbe des niveaux d'eau dans le piézomètre.....	16
Figure 16 : Courbe semi-log des rabattements dans le piézomètre. ....	16
Figure 17 : Courbe de restitution de l'éosine dans le puits P1.....	17
Figure 18 : Courbe de restitution de l'éosine dans le puits P2.....	18
Figure 19 : Calage courbe calculée / courbe mesurée .....	18
Figure 20 : Piézométrie calculée pour la situation du 19/07/2016. ....	19
Figure 21 : Graphe du calage des niveaux piézométriques.....	20
Figure 22 : Zone d'alimentation du puits P1 en pompage.....	21
Figure 23 : Zone d'alimentation du puits P2 en pompage.....	22
Figure 24 : Zone d'alimentation des puits P1 & P2 en pompage simultané. ....	23
Figure 25 : Carte des limites de la nappe.....	24

## Table des annexes

Annexe 1 : Coupes des piézomètres .....	27
Annexe 2 : Station de jaugeage du Rahin à Plancher Bas, fiche synthèse .....	38

## 1 INTRODUCTION

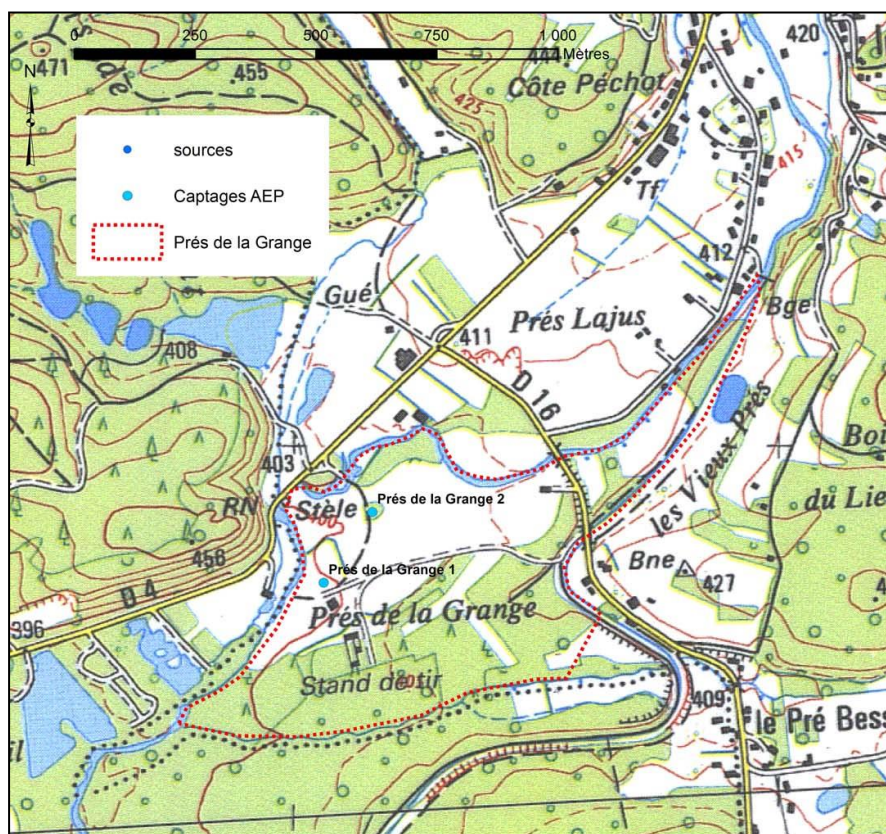
Le SIE de Champagny exploite 2 puits dans la nappe alluviale du Rahin sur la commune de Plancher-Bas. Le Syndicat vient d'engager la procédure de protection de ses puits.

Les puits sont exploités depuis 1988, ils n'ont pas fait l'objet d'étude hydrogéologique spécifique et on connaît mal leur capacité et leur zone d'alimentation.

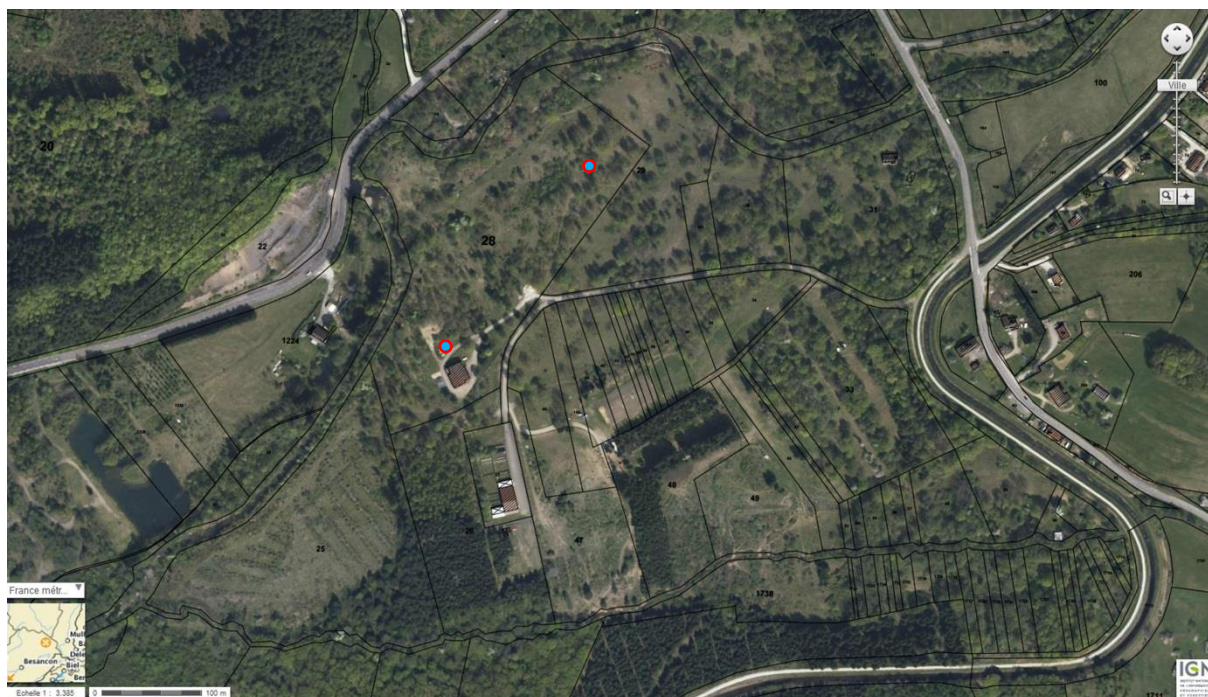
Le SIE de Champagny s'agrandit, les communes de Plancher les Mines et Ronchamp ont adhéré au syndicat récemment. Aussi est-il nécessaire de mieux connaître les capacités de production des puits de Prés la Grange et de délimiter leur zone d'alimentation. Après avoir réalisé une étude hydrogéologique du site de Saint Antoine en 2013/2014 sur la commune de Plancher les Mines, le syndicat lance une étude hydrogéologique du site de Prés la Grange.

Les informations disponibles sont incomplètes puisqu'on ne dispose ni de cartes piézométriques permettant de visualiser les directions de circulation de l'eau dans la nappe, ni des paramètres hydrodynamiques de la nappe. L'étude hydrogéologique comprend la pose de 10 piézomètres, les mesures de niveaux d'eau et la modélisation informatique des écoulements qui permettra de simuler les pompages dans les puits et de définir son bassin d'alimentation et la relation à la rivière Rahin.

**Figure 1 : Localisation des puits et de la zone d'étude**



**Figure 2 : Localisation des puits sur photo aérienne (Source : Géoportail)**



## 2 CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES

### 2.1 DESCRIPTION DES PUIS DE CAPTAGE

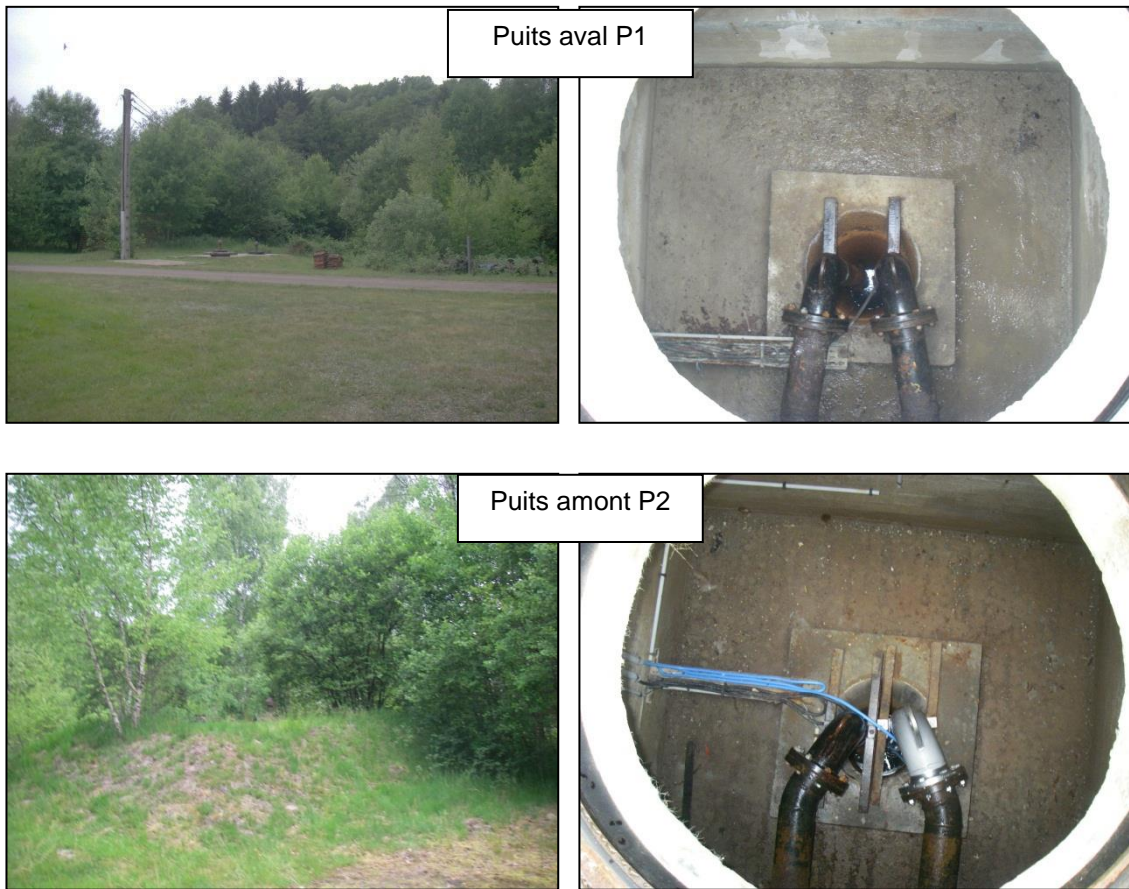
Deux puits sont présents sur le site des Prés de la Grange. Le puits P1/aval, vers la station de traitement, est équipé de 2 pompes de 80 m<sup>3</sup>/h. Le puits P2/amont est équipé de 2 pompes de 60 m<sup>3</sup>/h. Les puits ont une profondeur de 9 à 10 m, pour un diamètre de 45 cm.

Les puits ont été réalisés lors d'un projet de recherche d'eau dans les années 1980. Ils sont exploités depuis 1988.

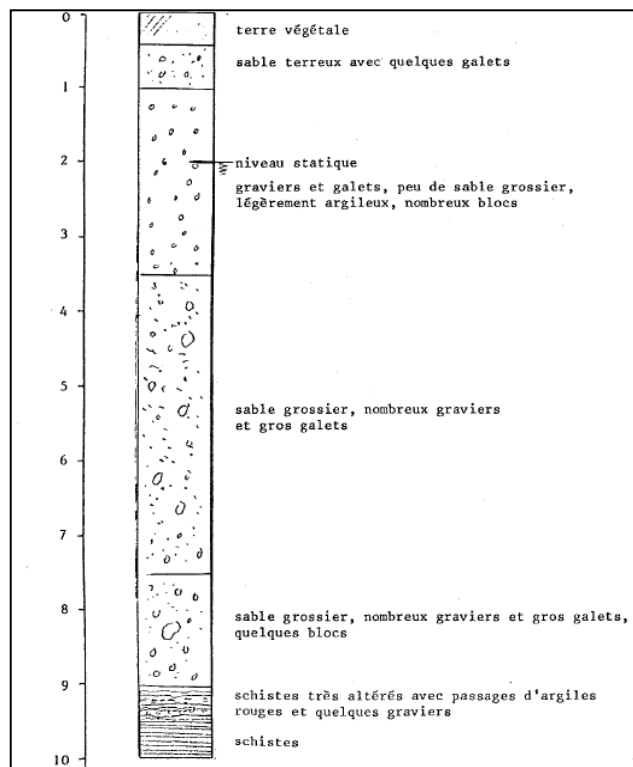
La coupe géologique du puits 2 amont est présenté Figure 4.

Des documents sont disponibles sur la base infoterre du BRGM. Les localisations et dénominations étant imprécises il n'est pas possible de connaître les caractéristiques des 2 puits en exploitation. Les informations trouvées sur le secteur indiquent une épaisseur d'alluvions assez constante voisine de 9 m, les débits testés dans différents forages d'essai sont compris entre 50 et 100 m<sup>3</sup>/h. Aucune étude hydrogéologique de la nappe n'a été réalisée, de ce fait la ressource est mal connue (débits maximum, piézométrie, relation avec la rivière...).

**Figure 3 : Captages des Prés de la Grange**



**Figure 4 : Coupe du puits 2**



## 2.2 SITUATION DES PUIITS ET REFERENCE BSS

<b>Captage</b>	<i>Puits 1/aval</i>	Puits 2/amont
<b>Commune</b>	Plancher Bas	Plancher Bas
<b>Lieu-dit</b>	Derrière la Tuilerie	Derrière la Tuilerie
<b>Section</b>	ZH	ZH
<b>Parcelle n°</b>	28	28
<b>Surface (m<sup>2</sup>)</b>	54470 m <sup>2</sup>	54470 m <sup>2</sup>
<b>Propriétaire</b>	SIAEP de Champagney (70 290)	SIAEP de Champagney (70 290)
<b>Code BSS</b>	04117X0081	04117X0082
<b>X (Lambert 93)</b>	929068	929196
<b>Y (Lambert 93)</b>	2309679	2309882
<b>Z (NGF)</b>	402	403

Ils sont situés dans une zone de prés, le puits 1 étant à proximité de la station de pompage et de traitement.

## 2.3 POSE DE 10 PIEZOMETRES

La piézométrie de la nappe n'est pas connue, aussi 10 piézomètres ont été mis en place dans la zone d'étude. Les coupes de forage des piézomètres sont en Annexe 1.

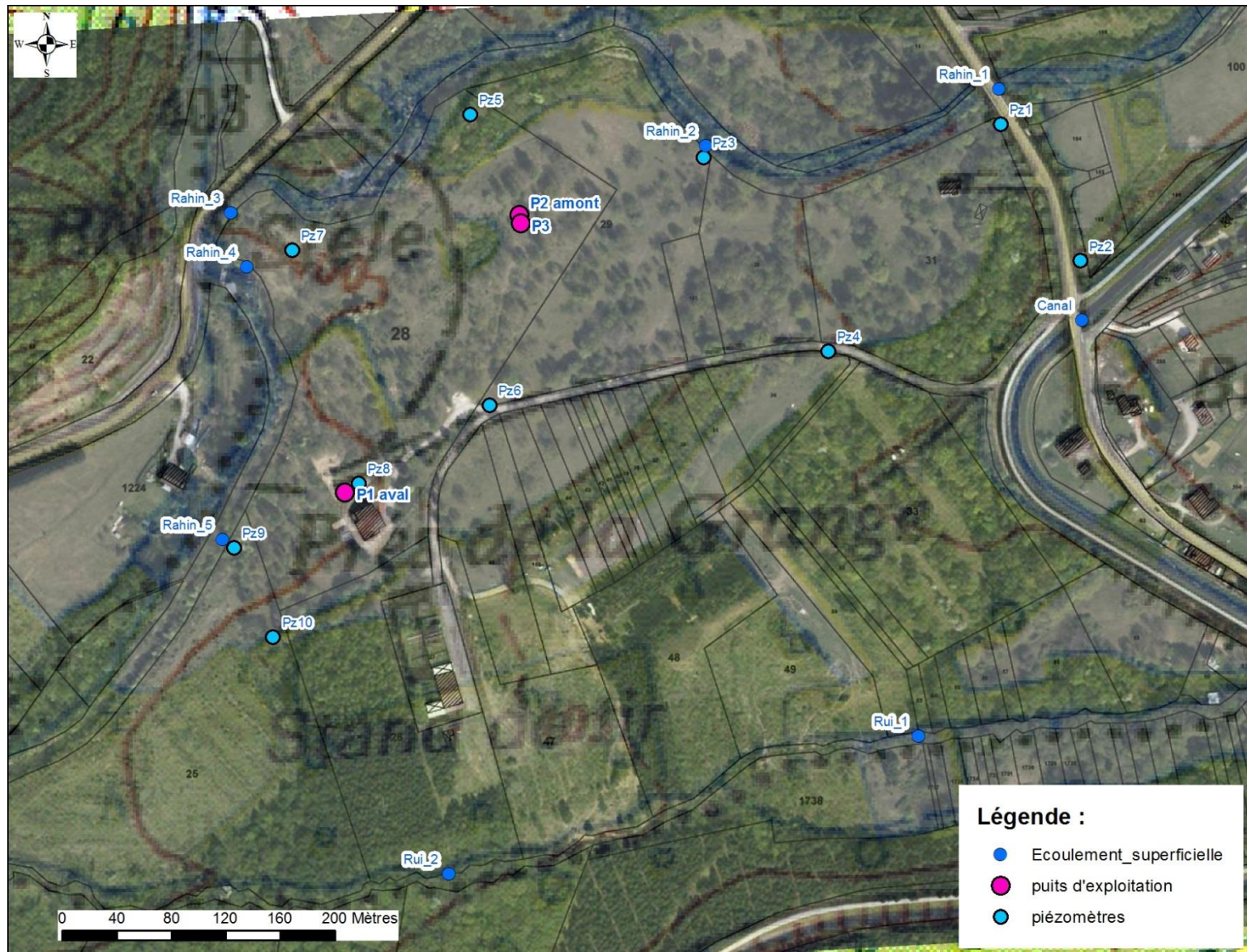
Les alluvions du Rahin (Sables, graviers et galets) reposent sur les formations imperméables volcano détritiques du viséen (pélites, arkoses et grauwackes schisteux). Ces formations sont touchées dans les piézomètres Pz 3, 5, 7 & 9 à des profondeurs comprises entre 8,40 et 9,70 m. Dans les autres piézomètres elles ne sont pas atteintes, elles sont à plus de 10 m de profondeur.

Outre les 2 puits exploités, il existe un forage de reconnaissance proche du puits 2-amont qui peut être utilisé pour des mesures.

Les points de mesure du niveau de la nappe ont été nivelés par le géomètre X. Delplanque ainsi que 5 points dans le Rahin et 2 points dans le ruisseau de Malembre.

Une carte piézométrique est dessinée à partir des mesures du niveau de la nappe, elle fournit les directions de circulation dans la nappe et permet de connaître la relation nappe/rivière.

Figure 5 : Localisation des piézomètres sur photo aérienne et carte topographique



### 3 MESURES DE LA PIEZOMETRIE

#### 3.1 MESURES

Des mesures de niveaux d'eau ont été réalisées en hautes et en basses eaux dans les puits et les piézomètres ainsi que dans les écoulements superficiels (Rahin, ruisseau, canal).

Figure 6 : Tableau des points de mesure.

	Repère_Lambert 93			16/03/2016		19/07/2016 pompage dans P1 (75 m3/h)		descriptif point de mesure
	X	Y	Z	Profondeur (m)	Altitude (m NGF)	Profondeur (m)	Altitude (m NGF)	
<b>P1</b>	979128	6740321	400,40			6,85	393,55	Puits d'exploitation aval
<b>P2</b>	979258	6740517	403,29	3,42	399,87	3,59	399,70	Puits d'exploitation amont
<b>P3</b>	979263	6740507	402,16	2,35	399,81	2,53	399,63	Ancien forage proche P2
<b>PZ1</b>	979625	6740567	408,80	4,685	404,11	5,025	403,77	Piézomètre de l'étude
<b>PZ2</b>	979676	6740461	414,04	6,3	407,74	6,5	407,54	Piézomètre de l'étude
<b>PZ3</b>	979390	6740569	404,26	2,645	401,62	2,91	401,35	Piézomètre de l'étude
<b>PZ4</b>	979471	6740420	405,64	3,33	402,31	3,72	401,92	Piézomètre de l'étude
<b>PZ5</b>	979281	6740591	403,05	2,31	400,74	2,445	400,61	Piézomètre de l'étude
<b>PZ6</b>	979230	6740383	401,88	3,59	398,29	4,245	397,63	Piézomètre de l'étude
<b>PZ7</b>	979103	6740484	400,55	2,68	397,87	2,855	397,69	Piézomètre de l'étude
<b>PZ8</b>	979141	6740329	400,57	3,415	397,16	4,94	395,63	Piézomètre de l'étude
<b>PZ9</b>	979051	6740271	399,46	3,55	395,91	3,83	395,63	Piézomètre de l'étude
<b>PZ10</b>	979111	6740237	401,07	4,34	396,73	5,05	396,02	Piézomètre de l'étude
<b>Rahin_1</b>	979614	6740606	409,55	5,7	403,85	5,75	403,80	Rivière Rahin pont routier (balustrade)
<b>Rahin_2</b>	979401	6740568	404,50	1,9	402,60	1,99	402,51	Branche coupée
<b>Rahin_3</b>	979052	6740531	400,00	1,2	398,80	1,6	398,40	Souche
<b>Rahin_4</b>	979060	6740484	399,81	1,08	398,73			Marque sur arbuste
<b>Rahin_5</b>	979039	6740282	398,46	2,68	395,78	2,83	395,63	Marque sur arbuste
<b>Rui_1</b>	979503	6740130	405,59	0,88	404,71			Passerelle ancien poteau béton
<b>Rui_2</b>	979201	6740035	403,47	1,55	401,92	1,71	401,76	Branche coupée
<b>Canal</b>	979671	6740441	415,72	4,59	411,13	5,43	410,29	Pont routier (balustrade) sur canal

### 3.2 CARTE PIEZOMETRIQUE

Des cartes piézométriques ont été dessinées à partir des mesures en hautes et basses eaux grâce à un outil d'interpolation sur ordinateur (méthode kriging). Les circulations dans la nappe se font d'est en ouest quel que soit les conditions hydrologiques.

Figure 7 : Carte piézométrique du 16/03/2016.

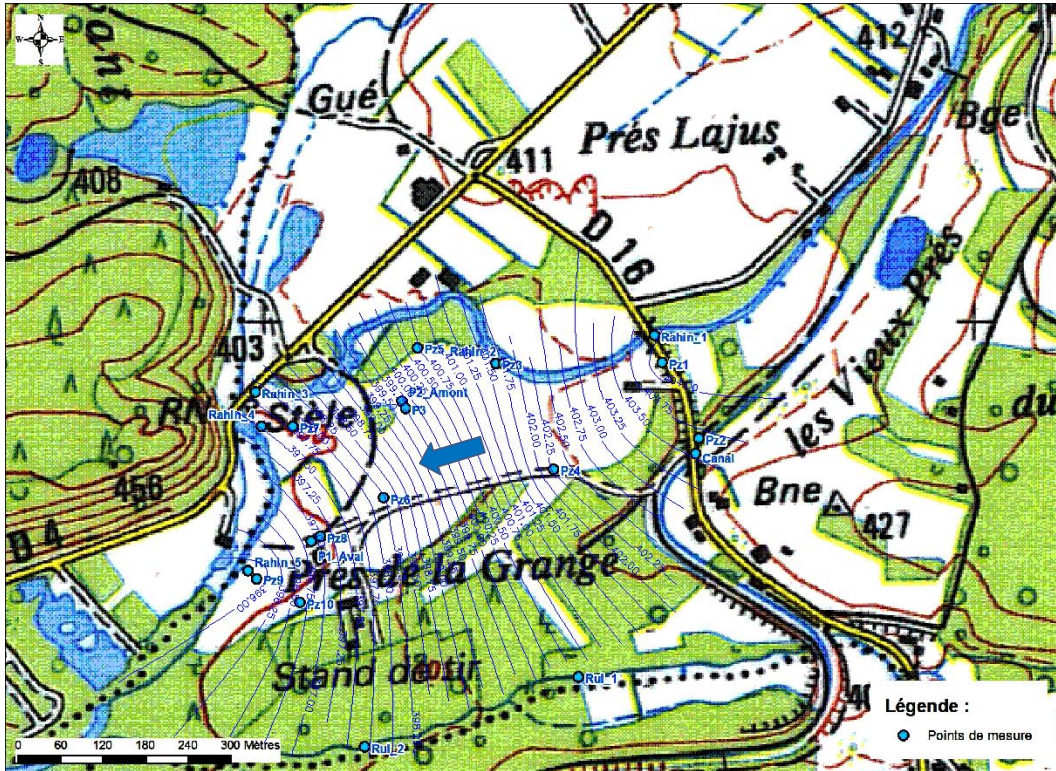
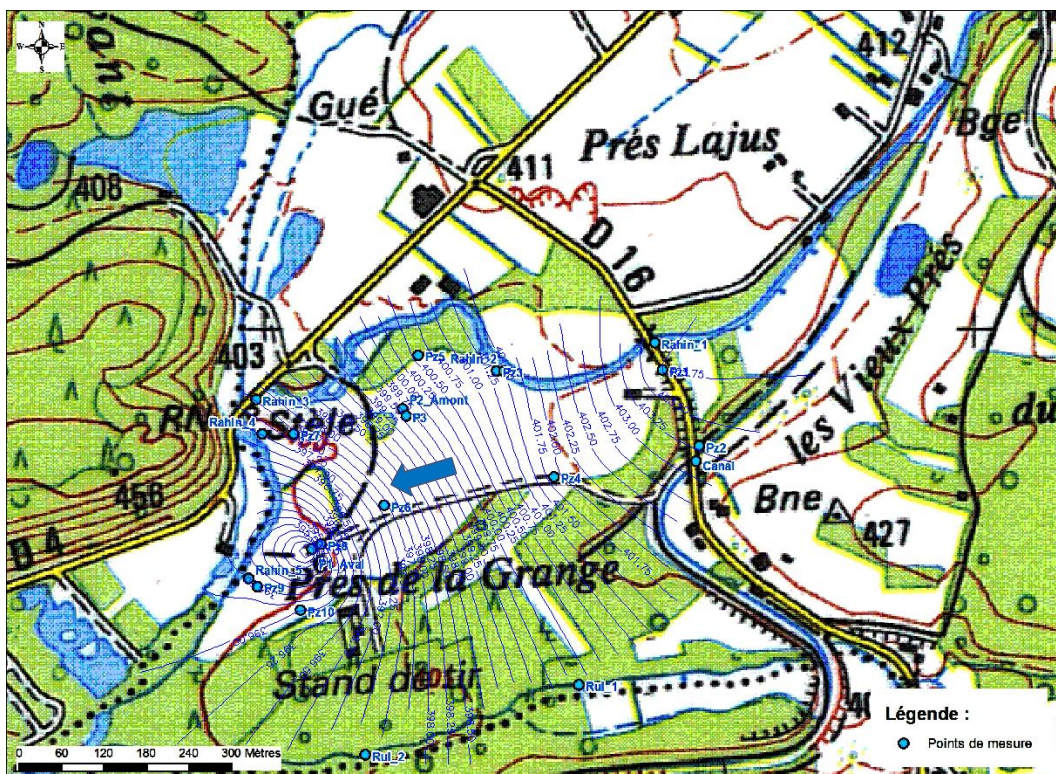


Figure 8 : Carte piézométrique du 19/07/2016



Les gradients de pente dans la nappe et la rivière sont équivalents, voisins de 1,20 %. Il s'agit d'un gradient élevé pour la nappe. C'est le Rahin qui impose le niveau d'eau dans la nappe tout au long de son linéaire.

**Figure 9 : Tableau des pentes dans la nappe et la rivière en hautes eaux.**

Nappe	altitude (m)	$\Delta$	distance (m)	gradient
Pz1	404,11	6,24	530	1,18%
Pz7	397,87			
Rivière	altitude (m)	$\Delta$	distance (m)	gradient
Rahin 1	403,85	8,07	975	0,83%
Rahin 5	395,78			

**Figure 10 : Tableau des pentes dans la nappe et la rivière en basses eaux.**

Nappe	altitude (m)	$\Delta$	distance (m)	gradient
Pz1	403,77	6,08	530	1,15%
Pz7	397,69			
Rivière	altitude (m)	$\Delta$	distance (m)	gradient
Rahin 1	403,8	8,17	975	0,84%
Rahin 5	395,63			

## 4 GEOPHYSIQUE ELECTRIQUE

2 profils géo-électriques de 355 m de longueur ont été réalisés transversalement à la vallée. L'objectif de ces profils est de connaître l'épaisseur des alluvions et par conséquent l'extension latérale de la nappe dans la vallée.

La limite entre les alluvions (résistance électrique élevée) et les schistes (résistance électrique faible) se situe vers 600 ohm.m. A noter que la présence d'eau dans la nappe ne modifie pas la résistivité du sous-sol car les eaux sont très peu minéralisées (Conductivité = 50  $\mu$ S/cm).

Dans le profil 1, la nappe a une épaisseur comprise entre 5 et 8 m au nord de la route, au sud elle est réduite à 2 ou 3 m. Le ressaut topographique correspond à la limite d'une terrasse alluviale ancienne qui présente peu d'intérêt pour la ressource en eau.

Le profil 2 présente les mêmes caractéristiques avec cependant des épaisseurs de nappe plus importantes : de 10 à 15 m au nord, et de 2 à 6 m au sud. On observe un surcreusement important de la nappe alluviale entre le Pz10 et le Rahin.

Les zones intéressantes pour l'exploitation de la nappe sont localisées au nord du ressaut topographique, là où les épaisseurs d'alluvions sont les plus importantes.

Les données géométriques obtenues grâce aux profils électriques serviront à la construction du modèle informatique de simulation des écoulements dans la nappe.

Figure 11 : Localisation des profils géo-électriques

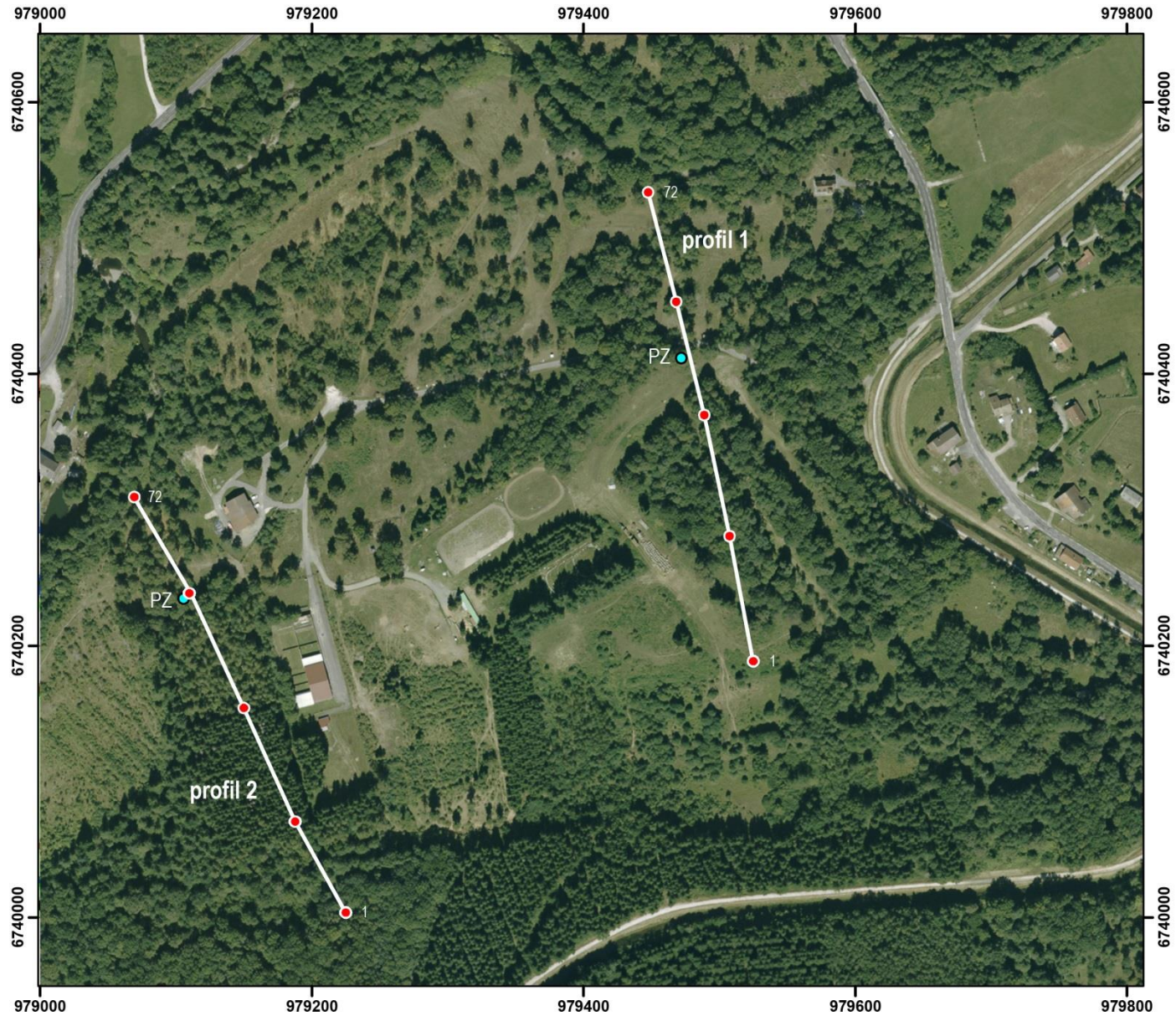
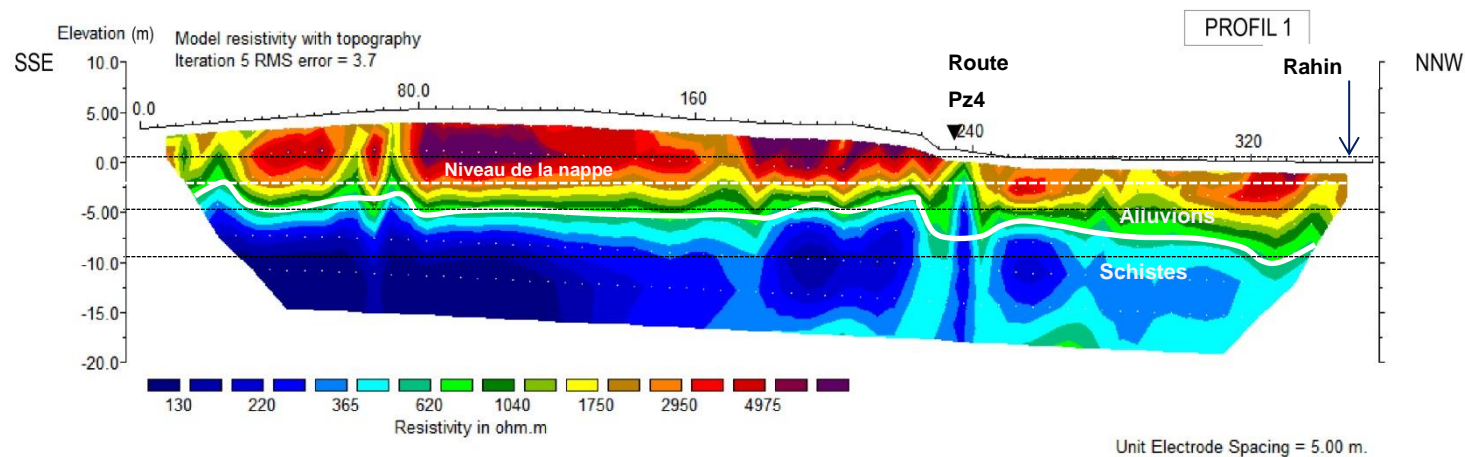
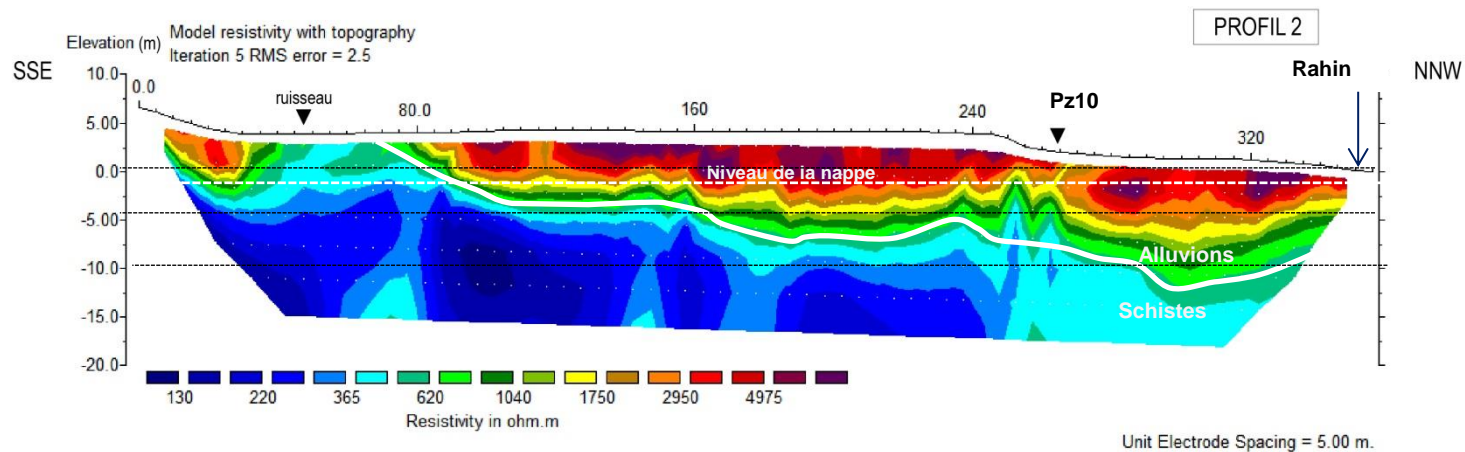


Figure 12 : Coupes géo-électriques des 2 profils.



Horizontal scale is 13.29 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 2.88  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 355.0 m.



Horizontal scale is 13.31 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 2.79  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 355.0 m.

## 5 POMPAGES D'ESSAI.

### 5.1 ORGANISATION DES POMPAGES.

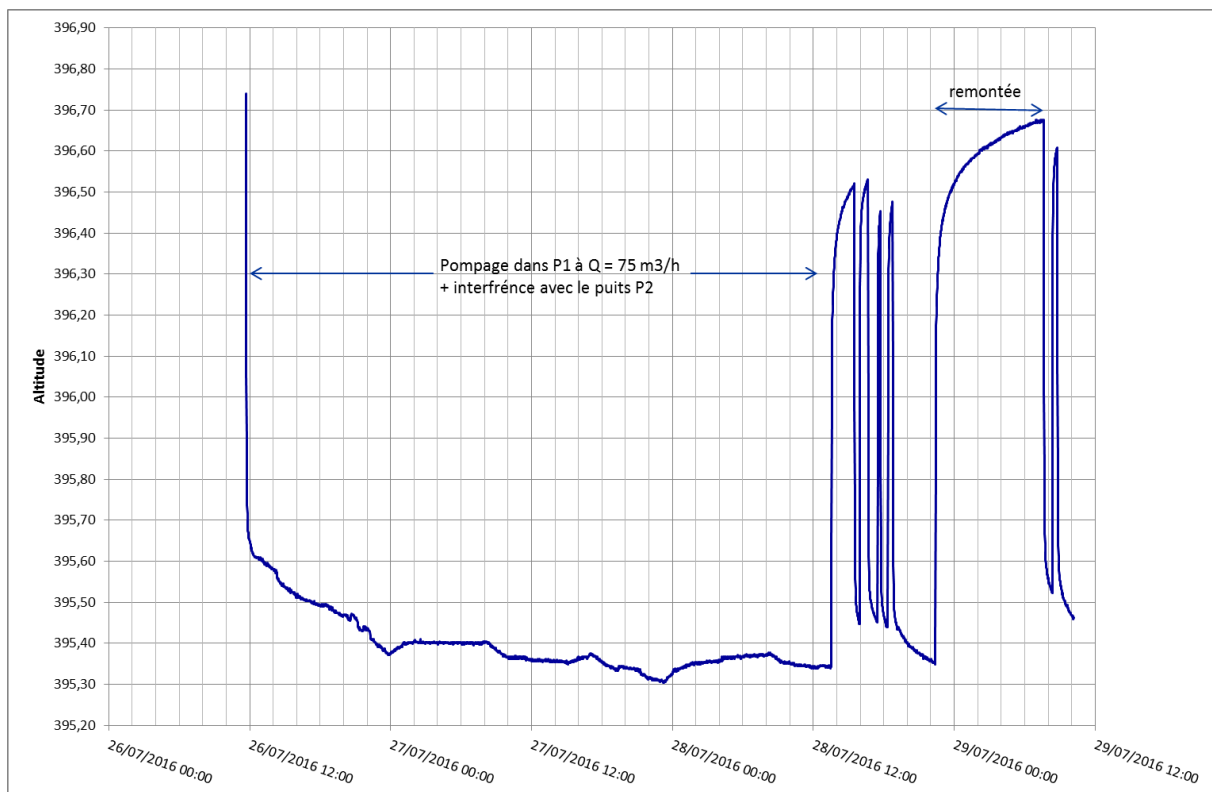
Les essais ont été réalisés dans les 2 puits P1 & P2 avec les pompes d'exploitation respectivement 75 et 84 m<sup>3</sup>/h. Des pompages de longue durée (48 h) ont été menés dans les 2 puits en surveillant les niveaux d'eau dans les puits et les piézomètres proches des puits. Le but est le calcul des paramètres hydrodynamiques de la nappe (transmissivité, perméabilité, coefficient d'emmagasinement à partir des courbes de rabattement des niveaux d'eau.

En même temps que les essais de pompage, des traçages radial-convergeants ont été réalisés pour chaque puits. Ils permettent le calcul de la porosité efficace de la nappe.

### 5.2 POMPAGE DANS P1.

Le pompage s'est déroulé du 26 au 28 juillet 2016 au débit de 75 m<sup>3</sup>/h pour une seule pompe en action. Les niveaux d'eau ont été suivis en continu dans le piézomètre pz8.

Figure 13 : Suivi des niveaux d'eau dans le pz8.



La courbe de pompage est perturbée par les pompages dans le puits P2, elle n'est pas utilisable pour un calcul de paramètres hydrodynamiques. La courbe de remontée du 29/07 nous a permis de faire un calcul de la transmissivité et de la perméabilité de la nappe.

**Figure 14 : Courbe de la remontée du 29/07.**



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

Perméabilité  $k = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

### 5.3 POMPAGE DANS P2.

Le pompage s'est déroulé du 20 au 22 juillet 2016 au débit de  $84 \text{ m}^3/\text{h}$  pour 2 pompes en action. Les niveaux d'eau ont été suivis en continu dans un ancien piézomètre situé au nord du puits à une dizaine de mètres.

La courbe est exploitable malgré de faibles interférences avec les pompages dans le puits P1.

Figure 15 : Courbe des niveaux d'eau dans le piézomètre.

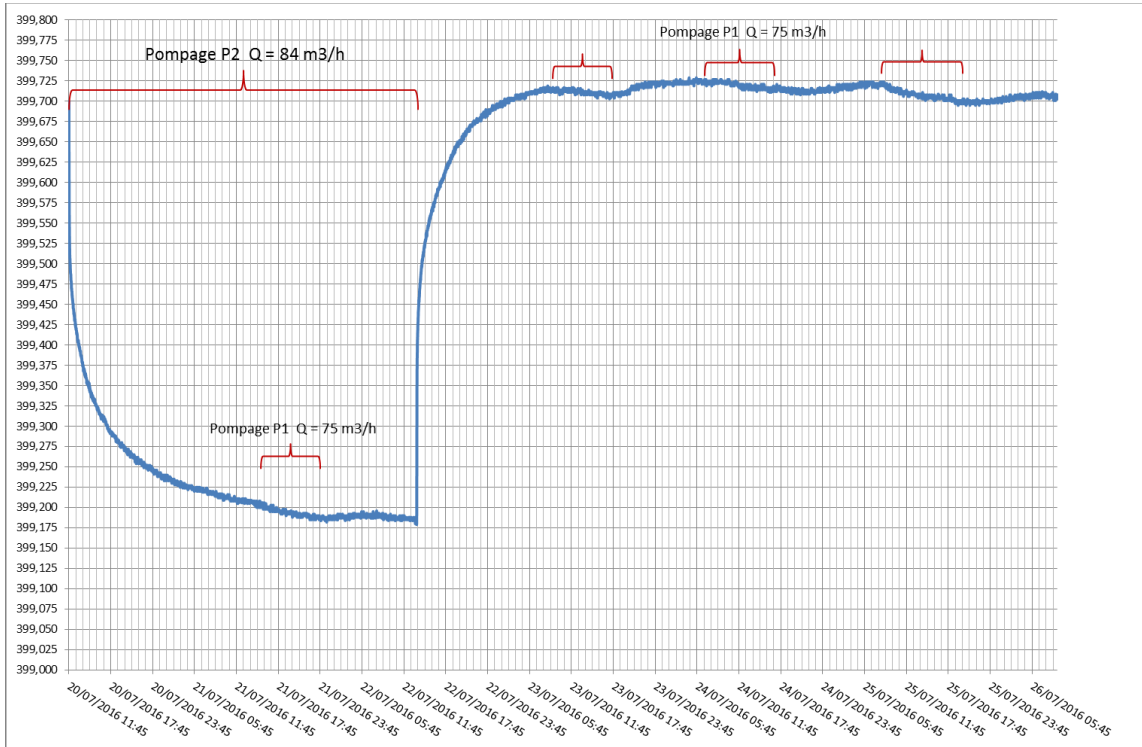
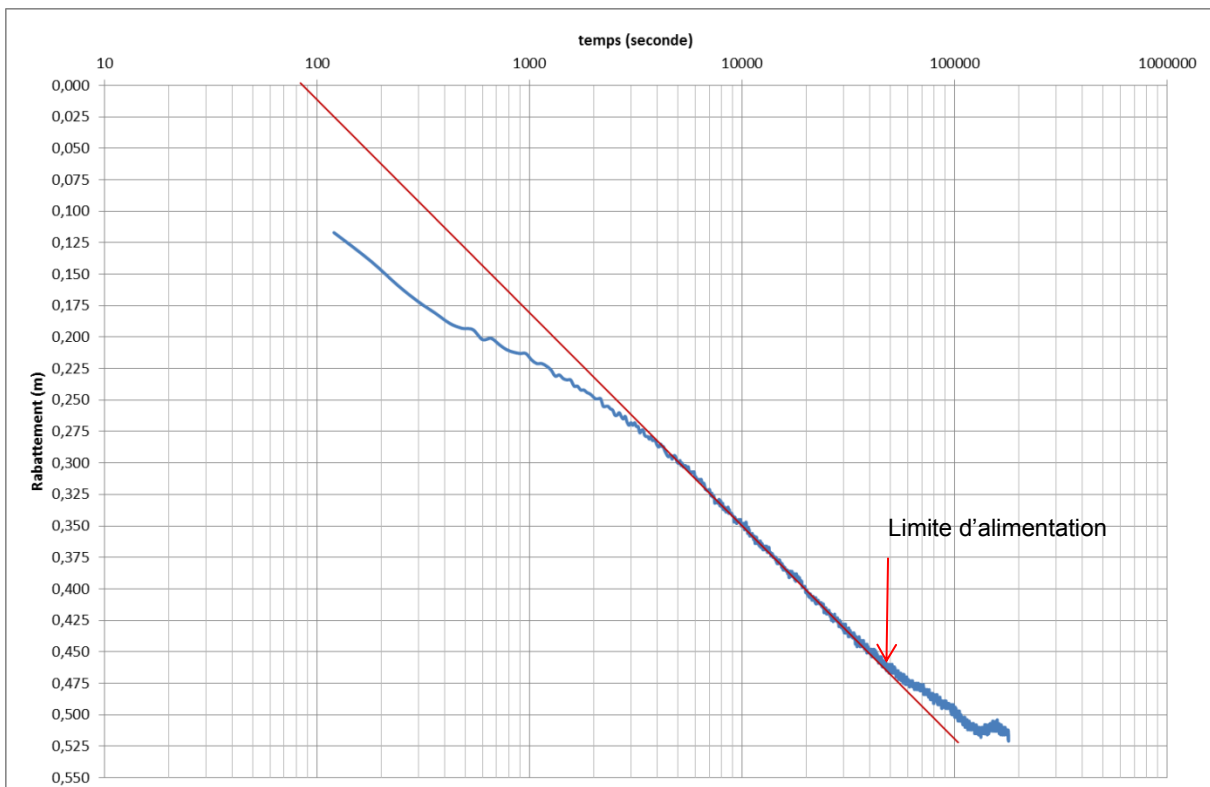


Figure 16 : Courbe semi-log des rabattements dans le piézomètre.



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

Perméabilité  $K = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

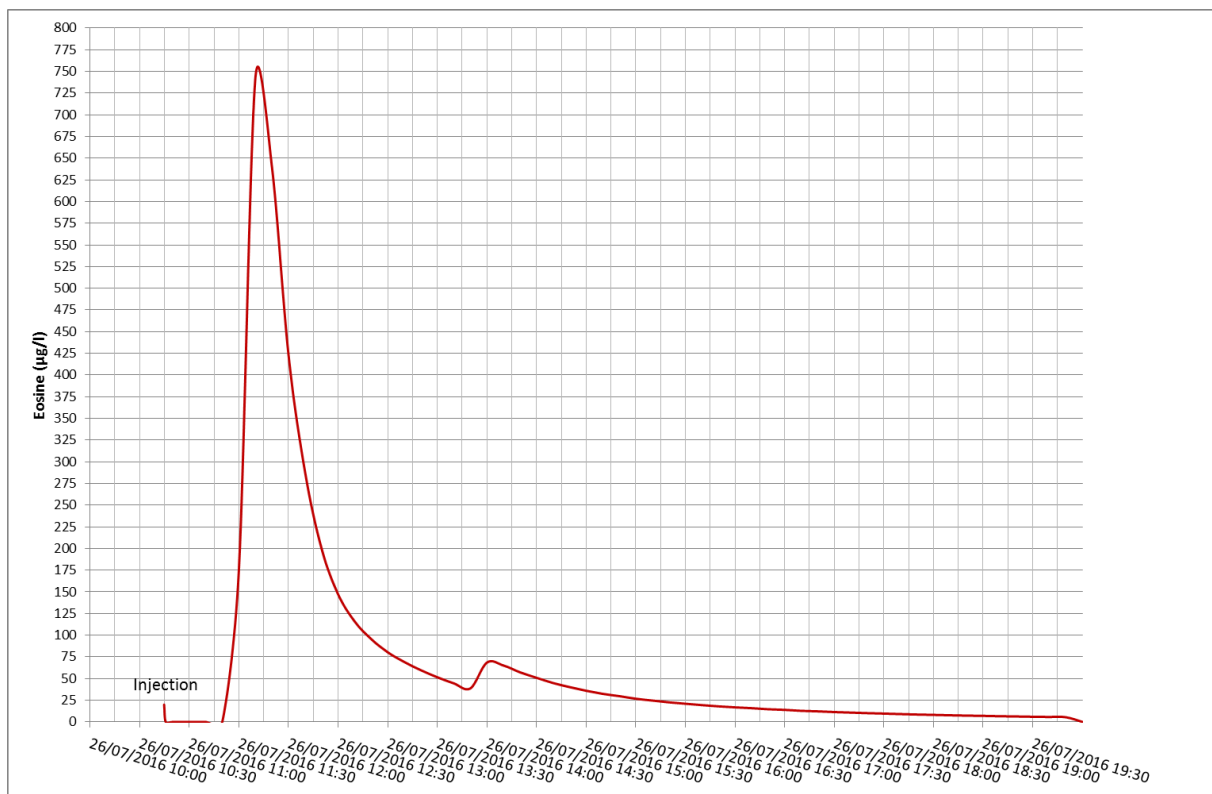
Coefficient d'emmagasinement  $S = 4,2 \%$

Une limite d'alimentation est présente à environ 115 m du puits, il s'agit du Rahin qui alimente la nappe.

## 6 TRAÇAGES RADIAL-CONVERGENTS.

Pendant les pompages de longue durée dans les puits P1 & P2, 100 g d'éosine ont été injectés dans un piézomètre proche. La concentration en éosine dans le puits en pompage est enregistrée par un fluorimètre au pas de temps de 10 mn.

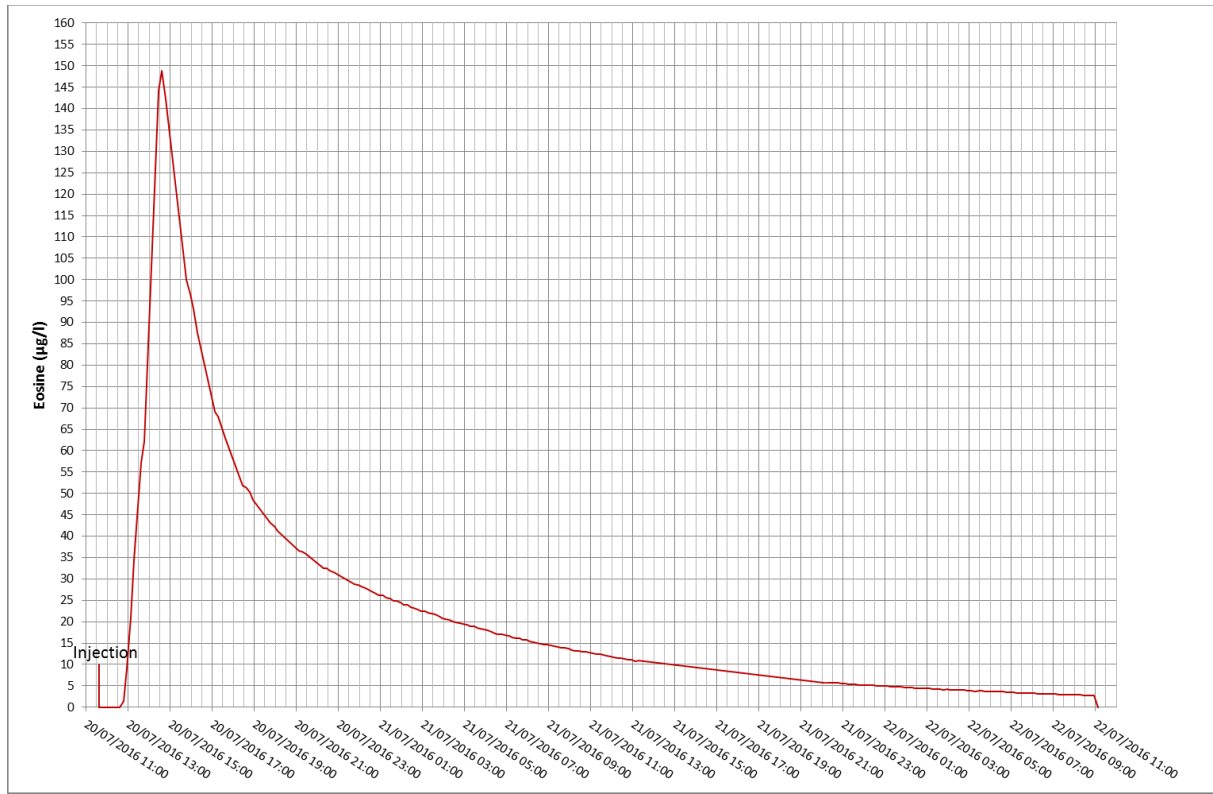
Figure 17 : Courbe de restitution de l'éosine dans le puits P1.



Le calage de la courbe par un calcul itératif dans un modèle de transport chimique a fourni les valeurs suivantes :

Porosité efficace :  $n_e = 5\%$  et dispersivité  $\alpha = 1$  m.

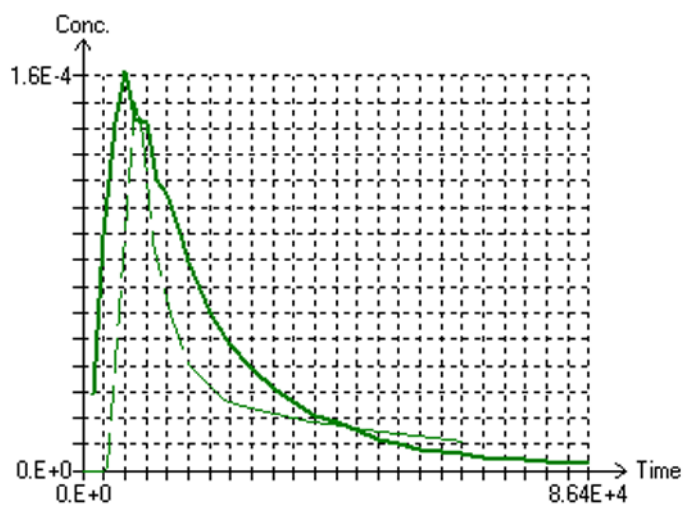
**Figure 18 : Courbe de restitution de l'éosine dans le puits P2.**



Le calage de la courbe par un calcul itératif dans un modèle de transport chimique a fourni les valeurs suivantes :

Porosité efficace :  $n_e = 10\%$  et dispersivité  $\alpha = 4$  m.

**Figure 19 : Calage courbe calculée / courbe mesurée**



Trait épais : courbe calculée

Trait fin : courbe mesurée

## 7 MODELISATION DE LA NAPPE

### 7.1 PRINCIPE.

Le fonctionnement de la nappe a été modélisé sur ordinateur avec un logiciel 3D. L'aire à modéliser est discrétisée en mailles carrées de 10 x 10 m. Les dimensions de l'aire modélisée sont de 1500 m x 1080 m.

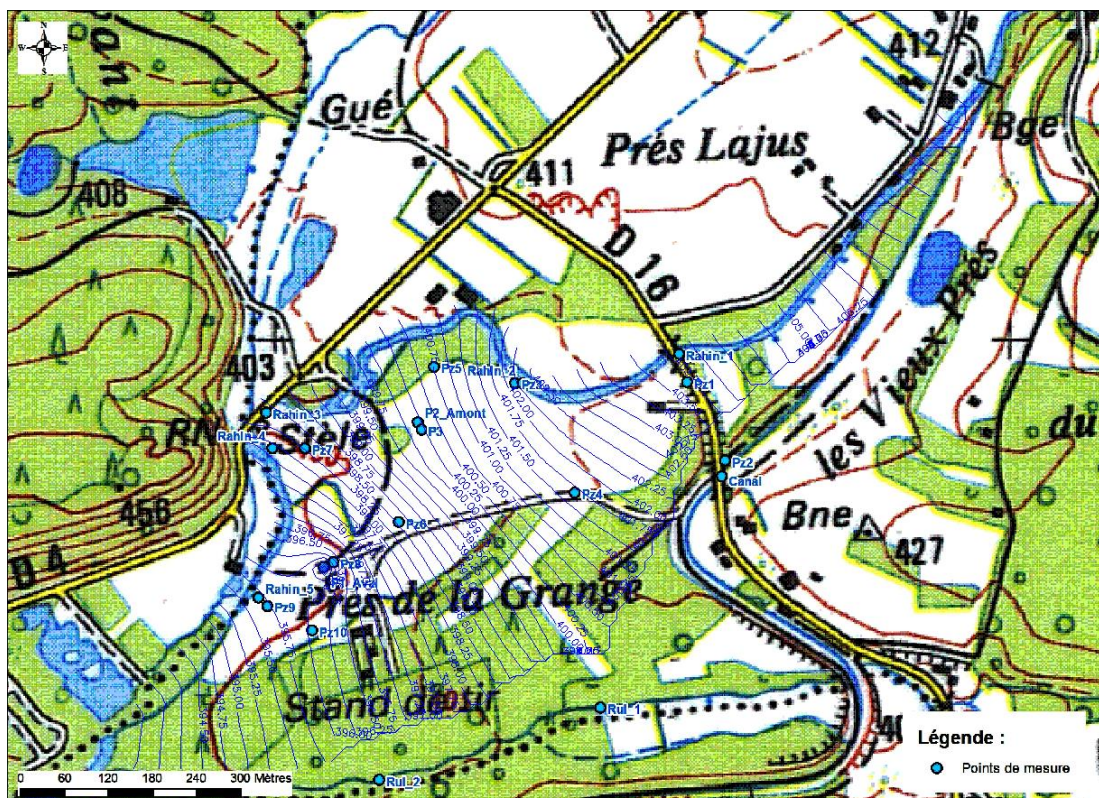
Les données nécessaires pour chaque maille à la construction du modèle sont les suivantes :

- Nappe libre.
- Altitudes du toit de l'aquifère.
- Altitudes de la base de la nappe (mur).
- Conditions aux limites de l'aire modélisée (étanches, rivière).
- Altitudes du niveau de la nappe.
- Perméabilité.
- Porosité efficace.
- Coefficient d'emménagement.
- Débits de pompage.

### 7.2 CALAGE.

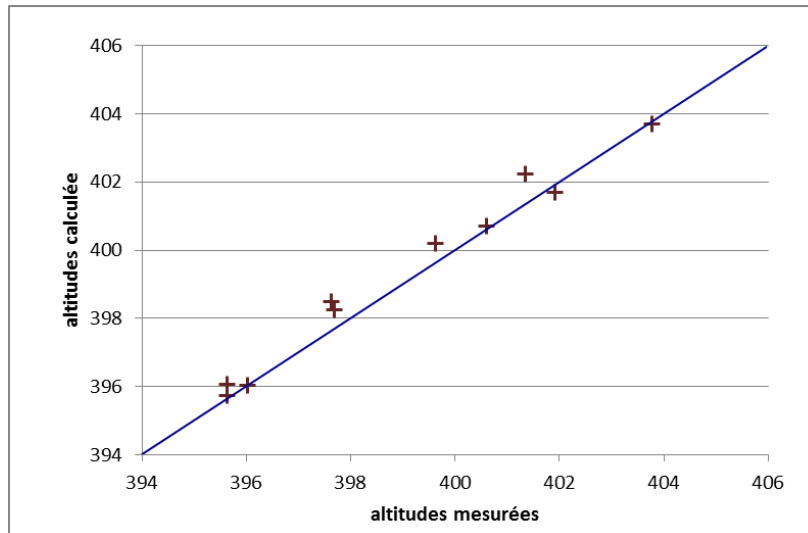
Le modèle est calé en régime permanent pour que la piézométrie calculée par le modèle soit comparable à la piézométrie mesurée. La rivière Rahin est une limite d'alimentation de la nappe. La recharge de la nappe se fait principalement par le Rahin et secondairement par l'infiltration sur place des eaux de pluie.

Figure 20 : Piézométrie calculée pour la situation du 19/07/2016.



La carte de la Figure 20 de la piézométrie calculée est à comparer à celle de la Figure 8 de la piézométrie mesurée. Le graphe de la Figure 21 montre un alignement correct des points sur la droite médiane. Pour le calage du modèle, c'est la conductivité hydraulique des berges de la rivière qui est le paramètre prépondérant. Les niveaux d'eau dans la nappe sont fixés par les niveaux d'eau dans la rivière.

**Figure 21 : Graphe du calage des niveaux piézométriques**



### 7.3 SIMULATION DES POMPAGES.

A partir du modèle calé, des simulations de pompages ont été réalisées afin de déterminer les zones d'alimentation des puits. Les pompes sont en activité 24h/24h pour simuler une exploitation extrême du champ captant.

Les Figure 22, Figure 23 & Figure 24 présentent les zones d'alimentation des puits en pompage. Les distances entre les marques sur les lignes de courant en rouge correspondent aux distances parcourues par l'eau en 1 jour. Les courbes en violet correspondent aux isochrones 7, 14, 21 & 28 jours, temps d'arrivée depuis la ligne jusqu'au puits P1 ou P2.

Lorsque seul P1 est en pompage (Figure 22), la rivière Rahin est atteinte au bout de 21 jours

Pour P2 (Figure 23) elle est atteinte rapidement au bout de 6 jours.

Pour P1 & P2 en pompage simultané, la zone d'alimentation du P1 s'arrête contre celle du P2 et les temps de transit depuis la rivière sont les mêmes que pour un pompage uniquement dans un puits.

Ces simulations indiquent que la totalité des eaux pompées dans les puits proviennent du Rahin.

Lorsque les 2 puits sont en pompage, toute la plaine des Prés de la Grange est incluse dans la zone d'alimentation jusqu'au pont de la D16 sur le Rahin.

Figure 22 : Zone d'alimentation du puits P1 en pompage.



Figure 23 : Zone d'alimentation du puits P2 en pompage.



Figure 24 : Zone d'alimentation des puits P1 & P2 en pompage simultané.

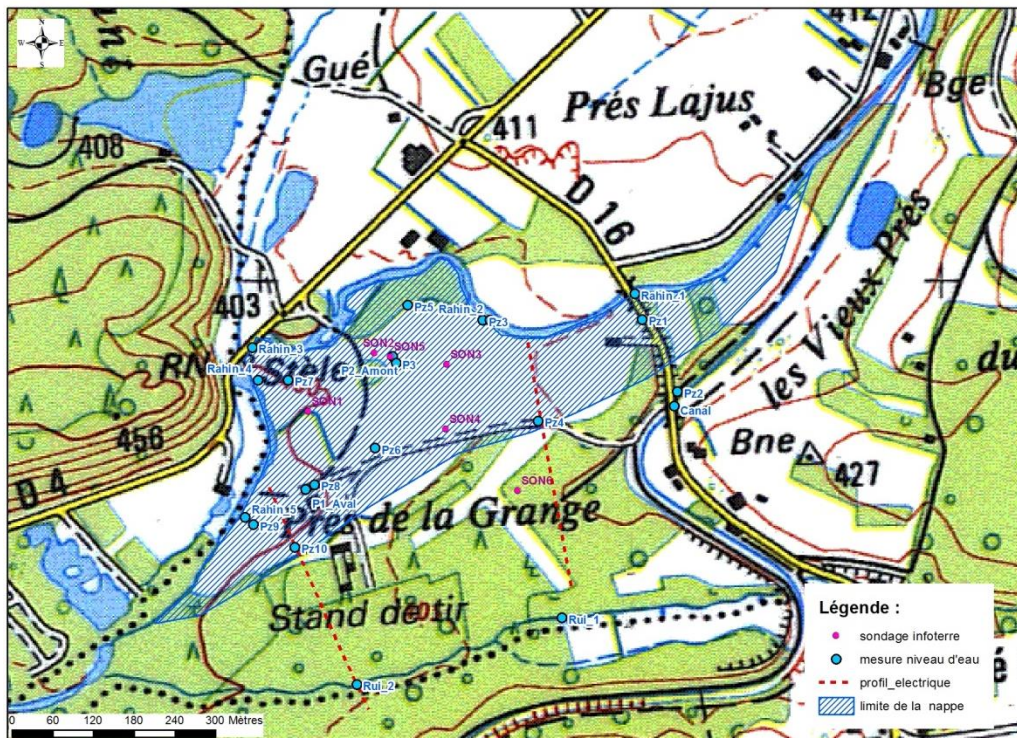


## 8 EXTENSION DE LA NAPPE.

Les coupes de sondages et les profils électriques fournissent les limites d'extension de la nappe. Au nord c'est le Rahin qui forme une limite d'alimentation de la nappe et qui constitue un barrage hydraulique car les eaux de la nappe ne peuvent pas circuler entre rive gauche et rive droite de la rivière.

Au sud les 2 profils électriques montrent que la nappe exploitable est limitée au petit ressaut topographique qui correspond à une ancienne terrasse alluviale. Au sud de ce ressaut les alluvions ne sont pas suffisamment épaisses et la hauteur de la nappe est de 1 ou 2 m.

Figure 25 : Carte des limites de la nappe.



## 9 DEBITS DU RAHIN.

Une station de jaugeage gérée par la DREAL est installée depuis 50 ans dans le Rahin à Plancher Bas. Cette station est très proche du champ captant des Prés la Grange, elle est donc représentative des débits qui passent dans le Rahin au droit des puits de captage (voir Annexe 2).

Le QMNA5 du Rahin, qui est le débit de référence dans la loi sur l'eau, est de  $0,100 \text{ m}^3/\text{s}$ . La moyenne des débits secs mensuels mesurés à la station est de  $0,242 \text{ m}^3/\text{s}$ .

En pompage instantané maximum dans les 2 puits le débit de pompage est de  $159 \text{ m}^3/\text{h} = 0,044 \text{ m}^3/\text{s}$  soit 44% du QMNA5 du Rahin.

Dans sa demande d'autorisation de prélèvement, le syndicat demande à prélever  $87,5 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0243 \text{ m}^3/\text{s}$  ce qui représente 24 % du QMNA5.

L'inertie de la nappe est relativement faible puisque les temps de parcours des eaux depuis le Rahin sont de 7 jours pour le P2 et 21 jours pour le P1. En période d'étiage qui peut durer plusieurs mois, l'incidence sur la rivière des pompages est donc importante. Or période d'étiage, l'incidence sur la rivière devient négligeable puisque son module (débit moyen) est de  $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 10 ROLE DU BARRAGE SUR LE RAHIN.

En hautes eaux, la différence de niveau dans le Rahin entre l'amont et l'aval du barrage est voisin de 1 m ; En basses eaux, le niveau amont baisse en-dessous de la crête du barrage car celui-ci est fuyard, la différence n'est plus que de 0,50 m environ.

L'impact sur les niveaux d'eau dans la rivière à l'amont du barrage est très faible car le linéaire de retenue ne dépasse pas 75 m en hautes eaux et disparaît en basses eaux.

Les cartes piézométriques (Figure 7 & Figure 8) ne montrent pas d'influence du barrage sur les écoulements dans la nappe.

Le projet d'effacement du barrage pour rétablir la continuité hydraulique de la rivière aura une influence négligeable sur la nappe.

## 11 OPTIMISATION DE L'EXPLOITATION.

Les débits de pompage sont de  $75 \text{ m}^3/\text{h}$  dans el P1 et de  $84 \text{ m}^3/\text{h}$  dans le P2, le total est donc de  $159 \text{ m}^3/\text{h}$ . Ce débit est élevé par rapport au débit maximum d'autorisation de  $2100 \text{ m}^3/\text{jour} = 87,5 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Les pompages dans le P2 interfèrent beaucoup avec le P1 situé à l'aval. Il serait plus judicieux de mieux répartir les pompages dans le champ captant en sollicitant plus le P1 et en étalant les prélèvements dans le temps. Par exemple en étalant le débit maximum sur 20 heures/jours, le débit de pompage est de  $105 \text{ m}^3/\text{h}$  qui serait réparti en  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  dans P1 et  $45 \text{ m}^3/\text{h}$  dans P2.

Cependant pour modifier le mode d'exploitation des puits il faut que les conditions d'exploitation du réseau le permettent : volumes de stockage des réservoirs, capacité de traitement de la station.

## 12 CONCLUSIONS.

L'étude hydrogéologique du champ captant des Prés la Grange a permis de déterminer la géométrie de la nappe, ses caractéristiques hydrodynamiques et sa relation avec le Rahin.

Grâce aux 2 profils géoélectriques et aux sondages préexistants ou réalisés dans le cadre de l'étude, on sait que l'extension de la nappe est limitée au sud par le talus topographique présent tout au long du site, et au nord par le Rahin qui constitue un barrage hydraulique pour les eaux de la nappe. La surface de la nappe est d'environ 17 ha. Les volumes d'eau stockés dans la nappe sont réduits à cause de sa faible extension.

La nappe est principalement alimentée par la rivière. Ce point important est attesté par la concordance des niveaux piézométriques de la nappe et de la rivière, un gradient hydraulique identique dans la nappe et la rivière, et le pompage de longue durée dans P2 dont la courbe indique l'existence d'une limite d'alimentation située à 115 m du puits (soit la distance au Rahin).


Aussi en période d'étiage, les débits prélevés dans les puits sont directement fournis par le Rahin via la recharge de la nappe. Les temps d'arrivée des eaux de la rivière aux puits étant de 7 jours pour P2 et 21 jours pour P1.

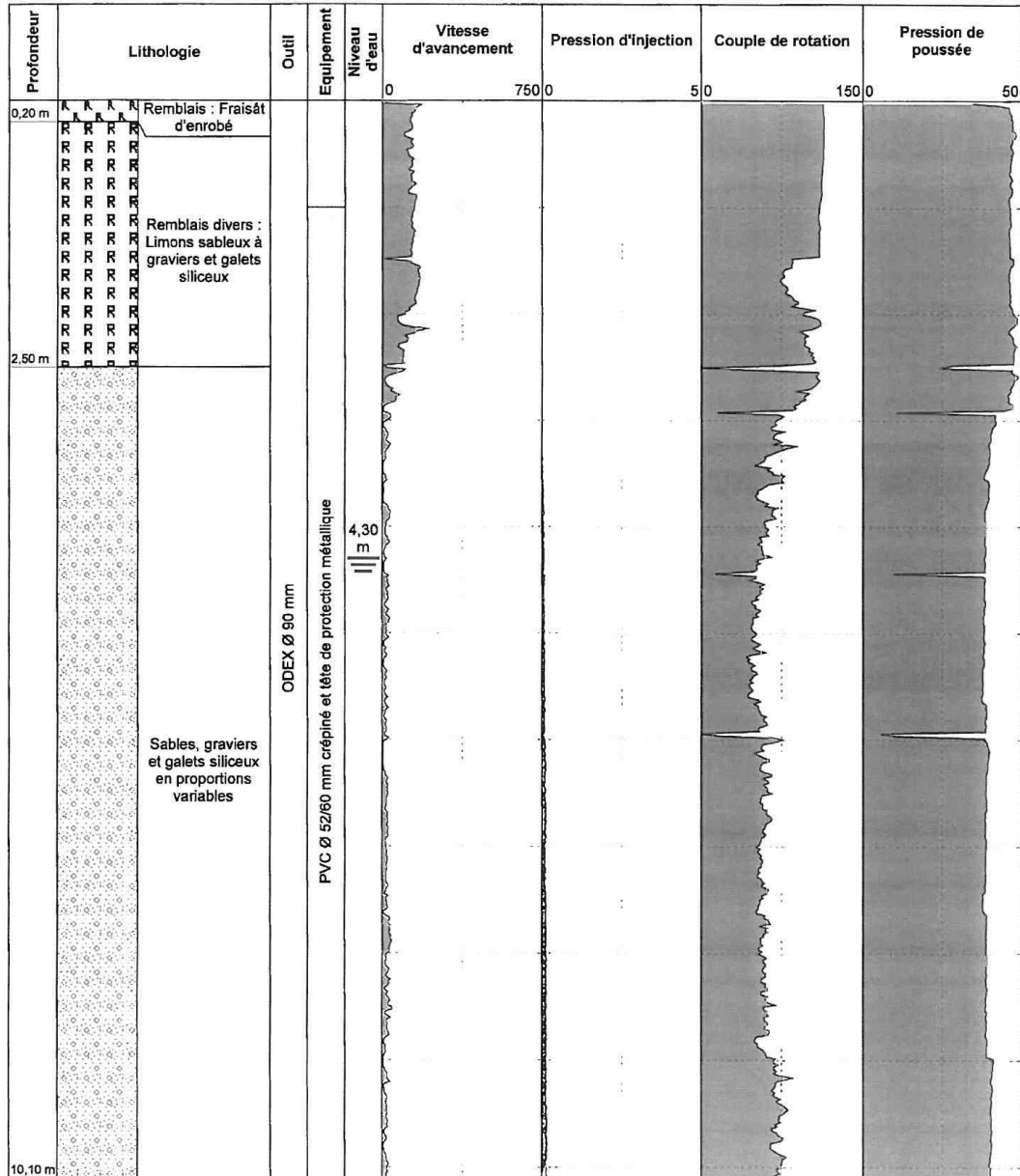
Les prélèvements actuels dont le maximum demandé par le syndicat dans le cadre de son autorisation est de  $2100 \text{ m}^3/\text{jour} = 87,5 \text{ m}^3/\text{h}$  ont une incidence importante sur les débits du Rahin (24 % du QMNA5).


Au vue de ces résultats, il ne parait pas envisageable d'augmenter les prélèvements aux Prés la Grange :

- L'augmentation des débits pompés dans les 2 puits aura une incidence directe sur le Rahin.
- La nappe n'est pas suffisamment étendue pour implanter un nouveau puits, les interférences avec les puits existants seront importantes et le Rahin sera forcément sollicité.

## **Annexe 1 : Coupes des piézomètres**

 <p><b>HYDROGÉOTECHNIQUE EST &amp; CENTRE</b>  <small>Ingenierie géotechnique, géologie, hydrogéologie et hydrologie          appliquée aux bâtiments, génie civil, environnement et à l'agriculture          Sondages Essais de sols in situ et en laboratoire          www.hydrogeotechnique.com</small></p>	C16.20004	
	<p><b>Plancher Bas</b></p> <p>Machine : <b>Hydrofore 750</b>      Profondeur : 0,00 - 10,10 m</p>	
1/50	PZ1	EXGTE 2.30/LUT3EPF508FR

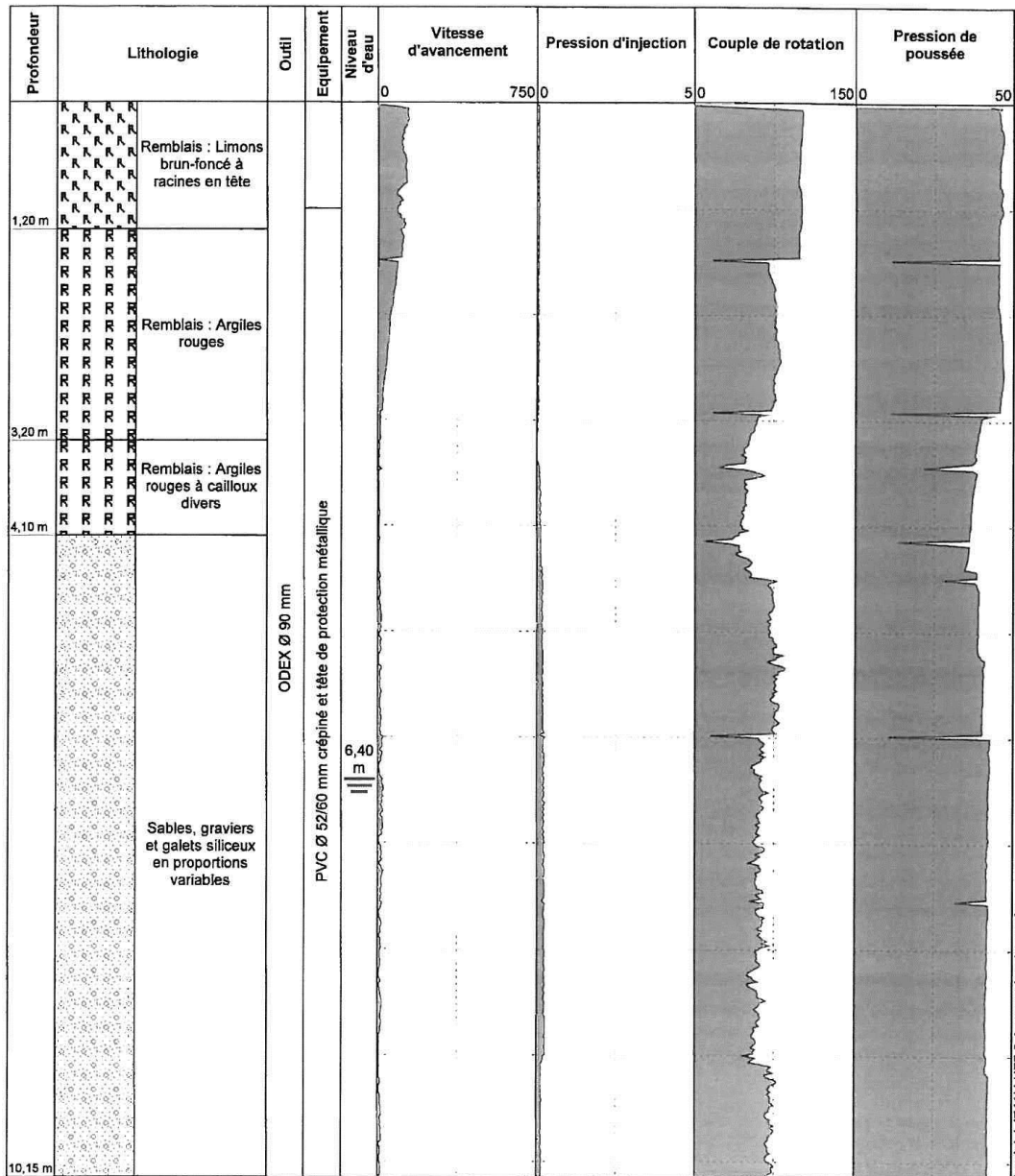


 <p><b>HYDROGÉOTECHNIQUE EST &amp; CENTRE</b> Ingénierie géotechnique, géologie, hydrogéologie et hydrologie appliquées aux bâtiments, génie civil, infrastructures et à l'environnement Sondages - Essais de sol - OVA et en laboratoire www.hydrogeotechnique.com</p>	<b>Plancher Bas</b>		C16.20004
	Machine : <b>Hydrofore 750</b>	Profondeur : <b>0,00 - 10,15 m</b>	

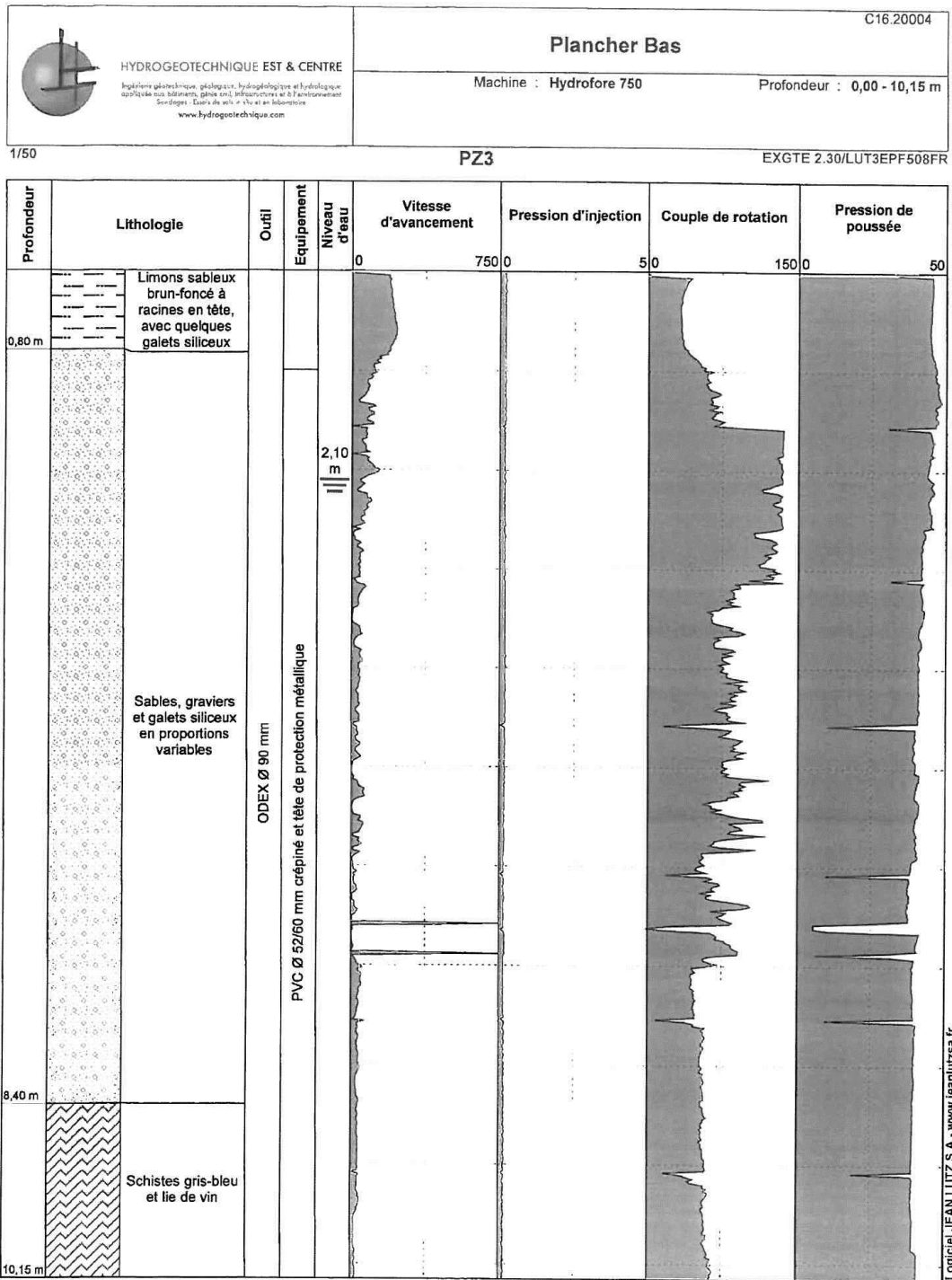
1/50


PZ2

EXGTE 2.30/LUT3EPF508FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

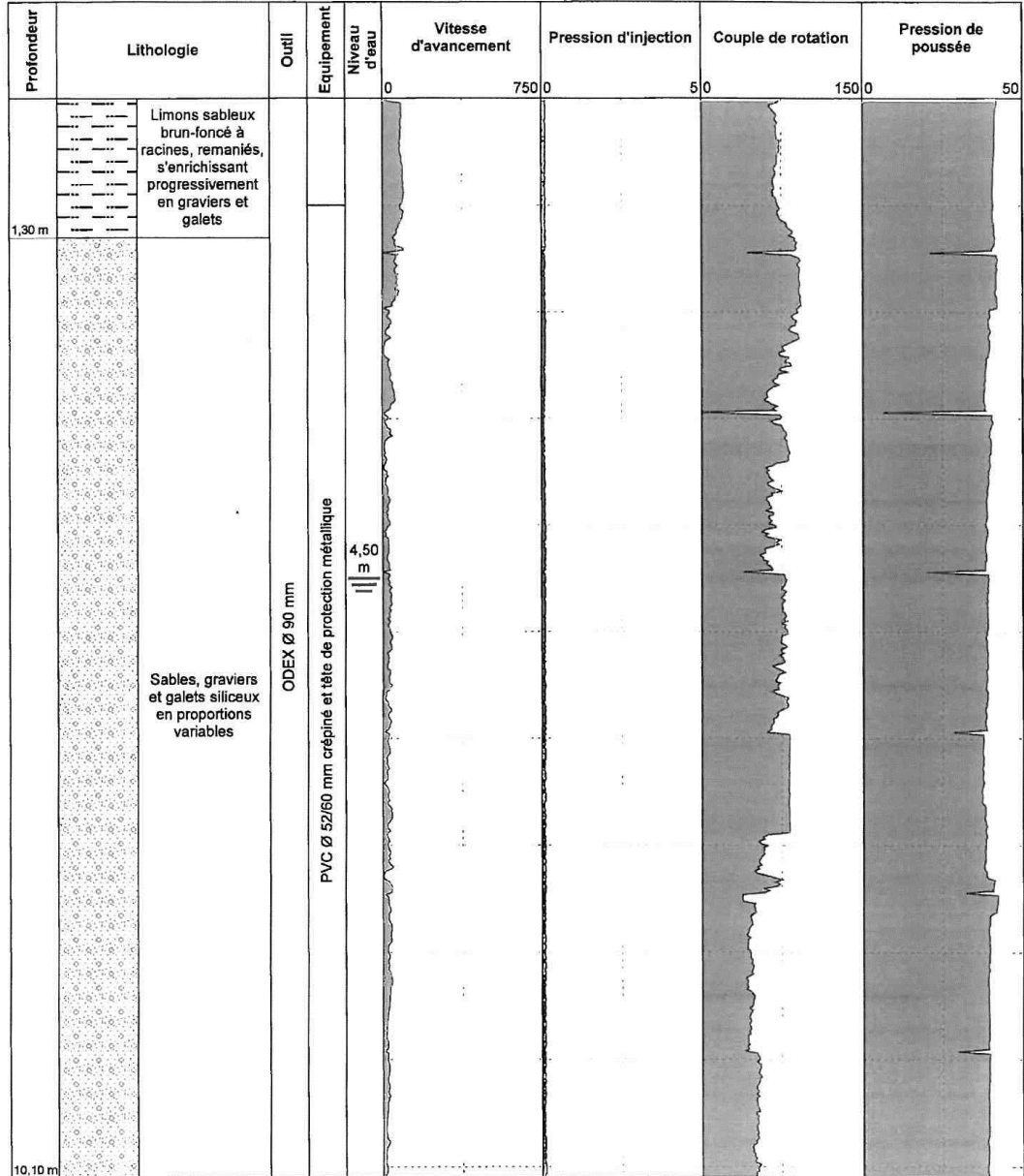


 <p><b>HYDROGÉOTECHNIQUE EST &amp; CENTRE</b>  <small>Ingénierie géotéchnique, géologie, hydrogéologie et hydrologie          appliquée aux bâtiments, génie civil, infrastructure et à l'environnement          Sondages - Essais de sol - in situ et en laboratoire          www.hydrogeotechnique.com</small></p>	<b>Plancher Bas</b>		C16.20004
	Machine : Hydrofore 750		Profondeur : 0,00 - 10,10 m

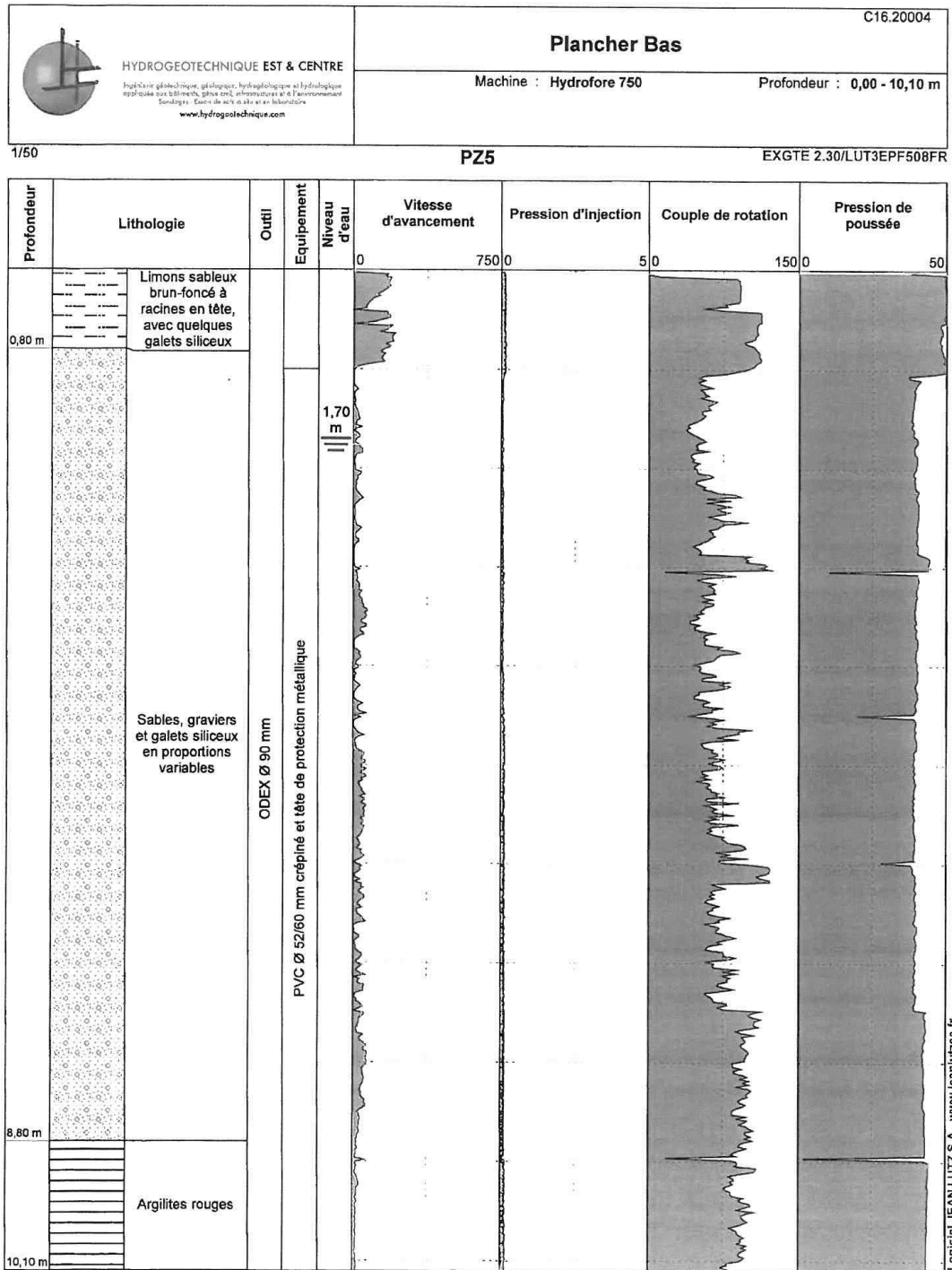
1/50


PZ4

EXGTE 2.30/LUT3EPF508FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

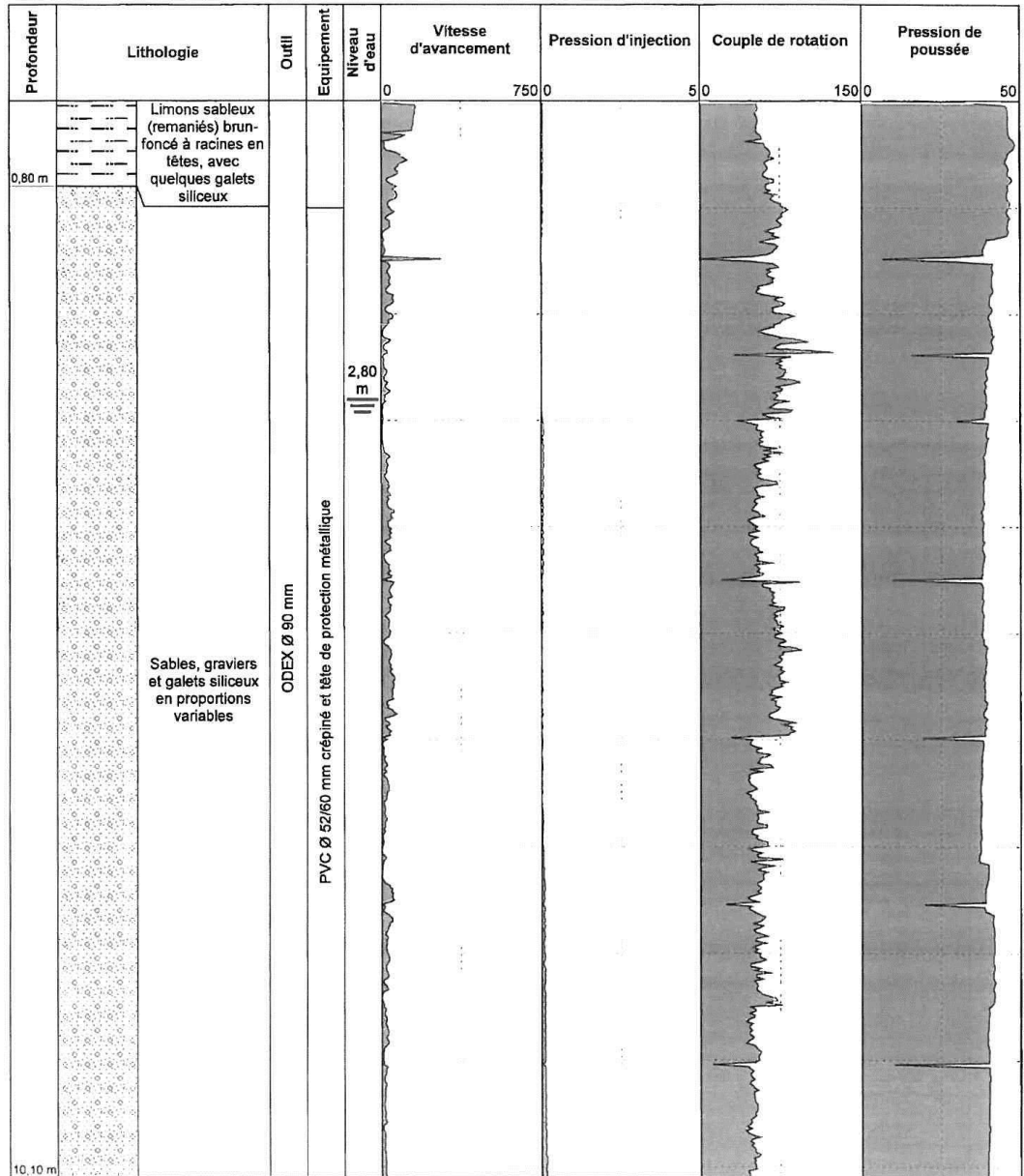


 <p><b>HYDROGÉOTECHNIQUE EST &amp; CENTRE</b> Ingénierie géotechnique, géologie, hydrogéologie et en hydrologie appliquée aux bâtiments, génie civil, infrastructures et l'environnement Sondages - Essais de sol - in situ et en laboratoire www.hydrogeotechnique.com</p>	<b>Plancher Bas</b>		C16.20004
	Machine : <b>Hydrofore 750</b>		Profondeur : <b>0,00 - 10,10 m</b>

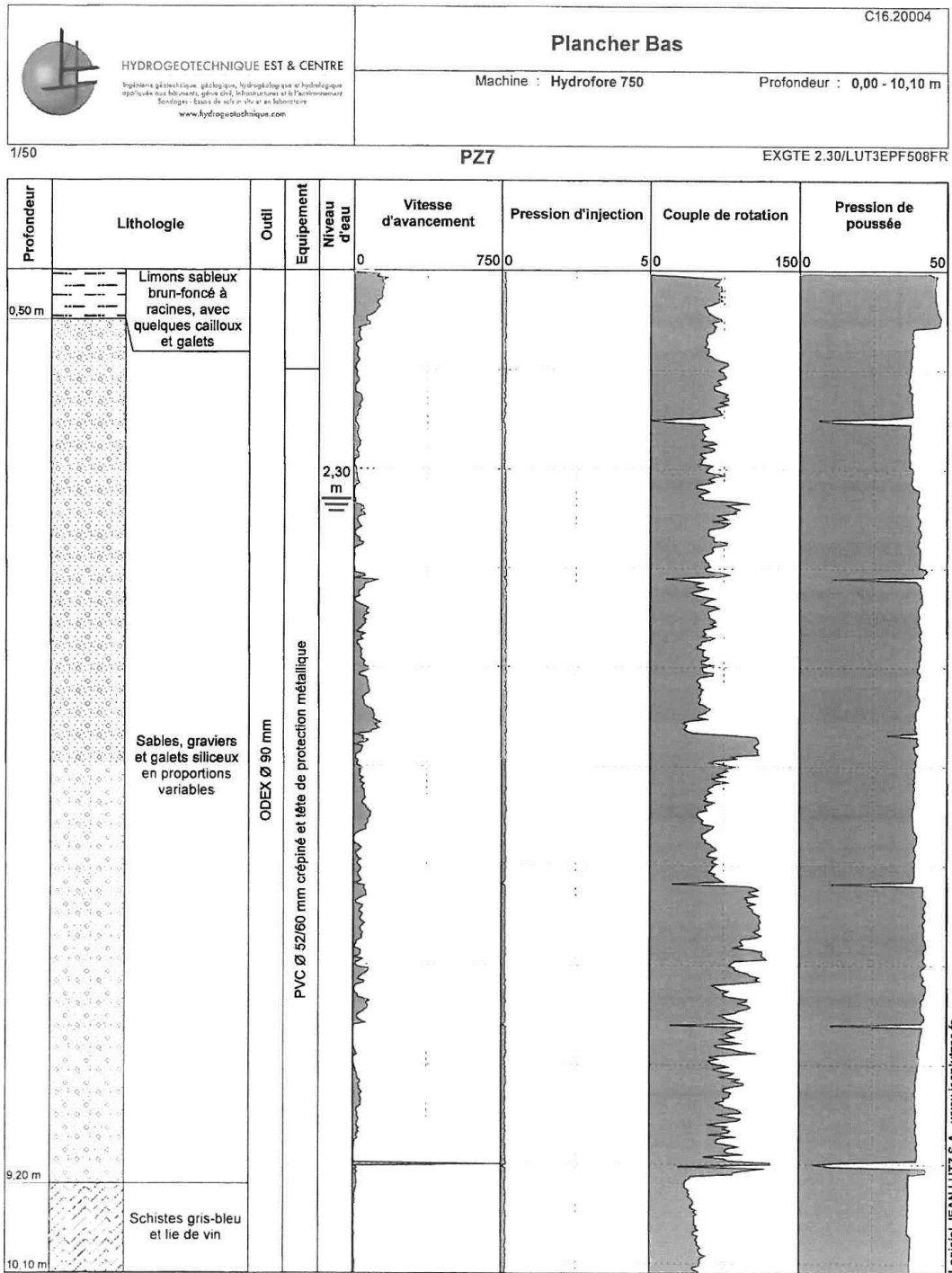
1/50


PZ6

EXGTE 2.30/LUT3EPF508FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

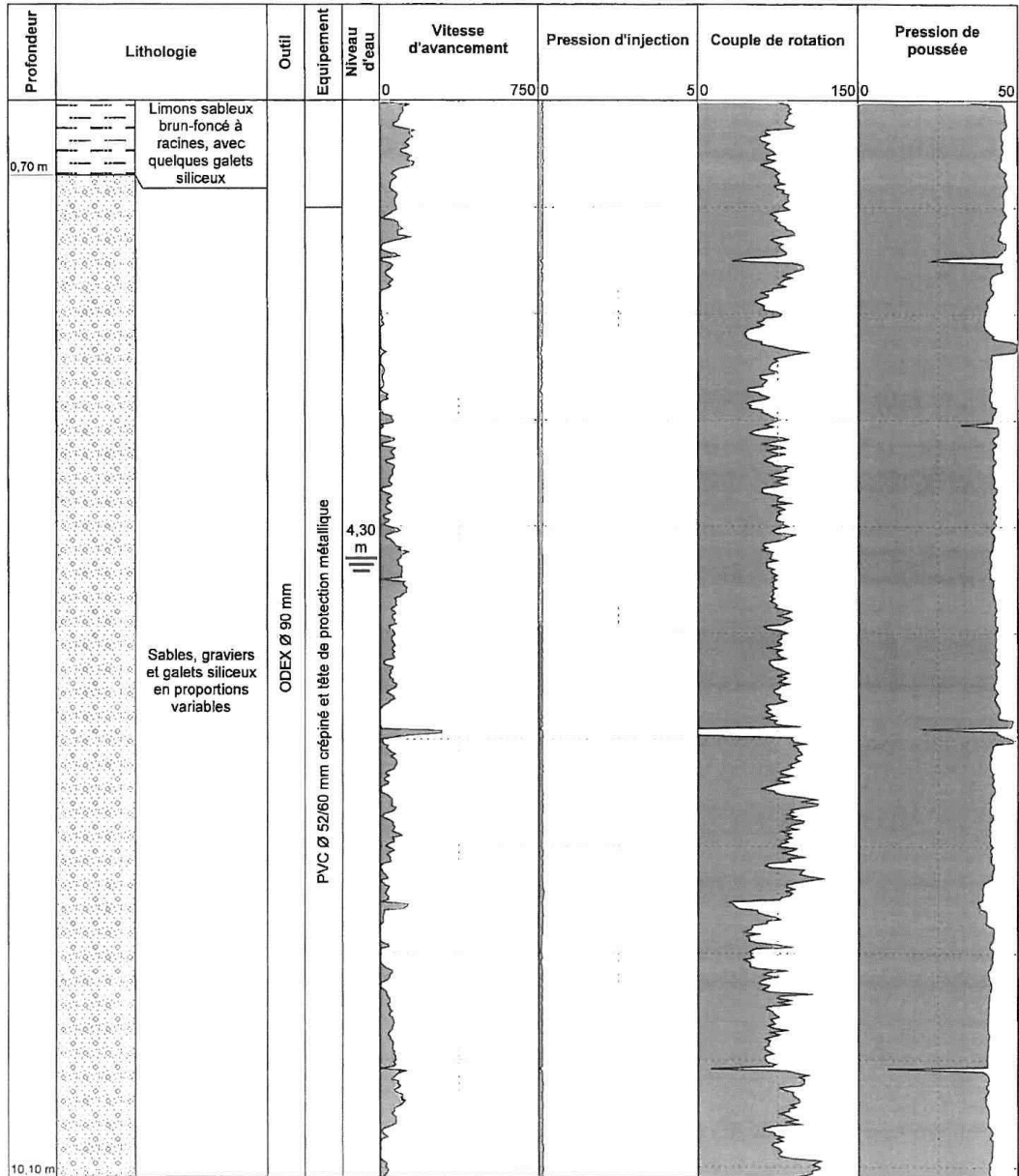


 <p><b>HYDROGÉOTECHNIQUE EST &amp; CENTRE</b>  <small>Ingenierie géotechnique, géologie, hydrogéologie et hydrologie appliquée aux bâtiments, génie civil, infrastructures et à l'environnement                  Sondages, Essais de sol, et essais de laboratoire                  www.hydrogeotechnique.com</small></p>	<b>Plancher Bas</b>		C16.20004
	Machine : <b>Hydrofore 750</b>	Profondeur : <b>0,00 - 10,10 m</b>	

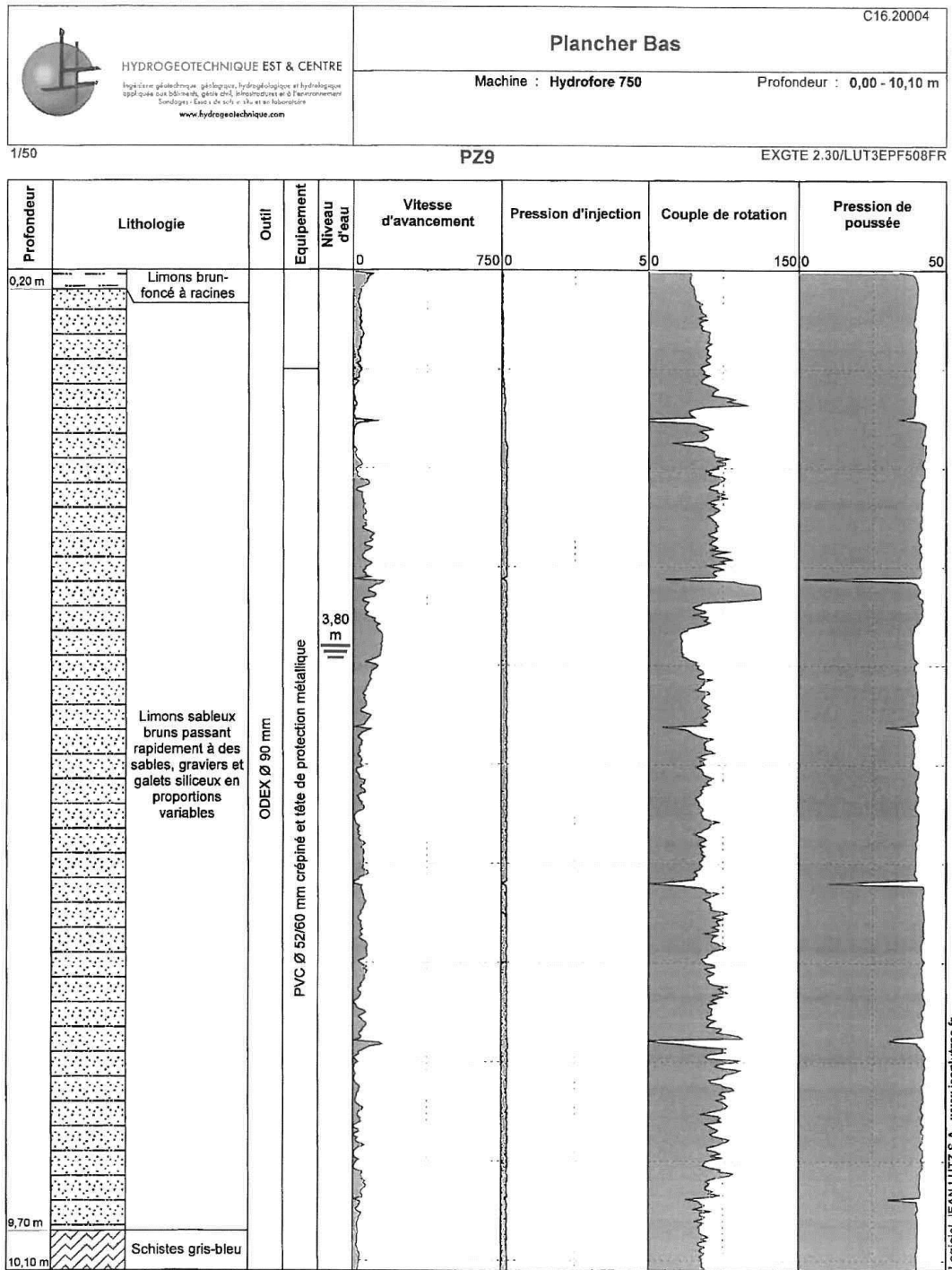
1/50

PZ8

EXGTE 2.30/LUT3EPF508FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr





**Annexe 2 : Station de jaugeage du Rahin à Plancher Bas, fiche synthèse**



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE



## Le Rahin à Plancher-Bas

### SYNTHESE : données hydrologiques de synthèse (1968 - 2016)

Calculées le 08/08/2016 - Intervalle de confiance : 95 %

Code Station : U1025010      Producteur : DREAL Franche-Comté  
 Bassin versant : 33 km<sup>2</sup>      E-mail : erwan.le-barbu@developpement-durable.gouv.fr

#### Écoulements mensuels (naturels) - données calculées sur 49 ans

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débits (m <sup>3</sup> /s)	2.610 #	2.380 #	2.400 #	1.900 #	1.350 #	0.944 #	0.706 #	0.571 #	0.718 #	1.430 #	2.090 #	2.740 #	1.650
Qsp (l/s/km <sup>2</sup> )	79.0 #	72.2 #	72.6 #	57.4 #	40.9 #	28.6 #	21.4 #	17.3 #	21.8 #	43.3 #	63.5 #	82.9 #	50.0
Lame d'eau (mm)	211 #	180 #	194 #	148 #	109 #	74 #	57 #	46 #	56 #	115 #	164 #	222 #	1582

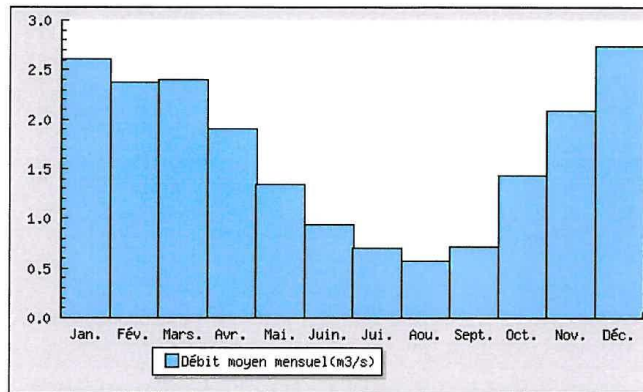
Qsp : débits spécifiques

#### Codes de validité d'une année-station :

- . + : au moins une valeur d'une station antérieure à été utilisée
- . P : le code de validité de l'année-station est provisoire
- . # : le code de validité de l'année-station est validé douteux
- . ? : le code de validité de l'année-station est invalidé
- . (espace) : le code de validité de l'année-station est validé bon

#### Codes de validité d'une donnée, d'un calcul:

- . ! : valeur reconstituée par le gestionnaire et jugée bonne
- . # : valeur 'estimée' (mesurée ou reconstituée) que le gestionnaire juge incertaine
- . E : la valeur retenue est une valeur estimée (à partir du rapport QIX/QJ)
- . L : une estimation a eu lieu (à cause d'une lacune dans la période étudiée) mais une valeur mesurée s'est révélée supérieure à l'estimation: la valeur mesurée a été retenue.
- . > : valeur inconnue forte
- . < : valeur inconnue faible
- . (espace) : valeur bonne



#### Modules interannuels (naturels) - données calculées sur 49 ans

Module (moyenne)	Fréquence	Quinquennale sèche	Médiane	Quinquennale humide
1.650 [ 1.540;1.760 ]		1.300 [ 1.100;1.400 ]	1.700 [ 1.400;2.000 ]	2.000 [ 1.900;2.200 ]

Les valeurs entre crochets représentent les bornes de l'intervalle de confiance dans lequel la valeur exacte du paramètre estimé a 95% de chance de se trouver.



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE



## Le Rahin à Plancher-Bas

### Basses eaux ( loi de Galton - janvier à décembre ) - données calculées sur 49 ans

Fréquence	VCN3 (m3/s)	VCN10 (m3/s)	QMNA (m3/s)
Biennale	0.068 [ 0.058;0.081 ]	0.089 [ 0.075;0.110 ]	0.190 [ 0.160;0.230 ]
Quinquennale sèche	0.039 [ 0.031;0.047 ]	0.050 [ 0.040;0.060 ]	0.100 [ 0.082;0.130 ]
Moyenne	0.085	0.111	0.242
Ecart Type	0.059	0.079	0.160

### Crues ( loi de Gumbel - septembre à août ) - données calculées sur 47 ans

Fréquence	QJ (m3/s)	QIX (m3/s)
Xo	15.500	22.600
Gradex	5.460	8.330
Biennale	17.00 [ 16.00;19.00 ]	26.00 [ 24.00;28.00 ]
Quinquennale	24.00 [ 22.00;26.00 ]	35.00 [ 32.00;39.00 ]
Décennale	28.00 [ 26.00;31.00 ]	41.00 [ 38.00;47.00 ]
Vicennale	32.00 [ 29.00;36.00 ]	47.00 [ 43.00;54.00 ]
Cinquantennale	37.00 [ 33.00;43.00 ]	55.00 [ 50.00;64.00 ]
Centennale	Non calculée	Non calculée

### Maximums connus (par la banque HYDRO)

Débit instantané maximal (m3/s)	55.70 #	15/02/1990 14:54
Hauteur maximale instantanée (cm) *	242	15/02/1990 14:54
Débit journalier maximal (m3/s)	41.30 #	15/02/1990

\* la synthèse étant effectuée sur la chronique complète de données (station ET stations antérieures comprises s'il en existe), la hauteur maximale connue affichée peut provenir d'une station antérieure

### Débits classés données calculées sur 17745 jours

Fréquences	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
Débit (m3/s)	12.10	9.390	5.960	3.880	2.310	1.580	1.160	0.868	0.643	0.459	0.304	0.171	0.105	0.057	0.044

### Stations antérieures utilisées

Pas de station antérieure