



ARCHAMBAULT CONSEIL

03328X0001/

SAEP

SDDEA

Cité administrative des Vassaulles  
22, rue Grégoire Herluison  
BP 3076 – 10 012 TROYES Cedex

**Étude complémentaire pour la mise en place  
des périmètres de protection  
de la source captée de  
Maraye en Othe (10)**

**CAP 2239**

ETUDES ET EXPERTISES : EAU & ENVIRONNEMENT

AGENCE NORD EST IDF : 3 av. du Général Gallieni - 92000 Nanterre - Tél 01 55 90 16 68 - Fax 01 55 90 60 77  
AGENCE CENTRE OUEST : 175 rue Merandière - 37260 Monts - Tél 02 47 26 98 31 - Fax 02 47 73 04 17  
SIEGE & AGENCE SUD EST : 90 rue de Paris - 69890 La Tour De Salvagny - Tél 04 78 48 83 83 - Fax 04 78 48 86 31  
ARCHAMBAULT CONSEIL - SA à Directoire et Conseil de Surveillance Capital 500 000 € - SIRET 32875112803013 - APE 7112B  
[www.archambault-conseil.fr](http://www.archambault-conseil.fr)

## SOMMAIRE

1	PREAMBULE .....	3
2	JAUGEAGES .....	3
2.1	Aménagement de la source.....	3
2.2	Périodes d'intervention .....	4
2.3	Débit calculé en Basses Eaux .....	5
2.4	Débit calculé en Hautes Eaux.....	7
2.5	Conclusion sur les jaugeages .....	10
3	BILAN SUR LE BASSIN D'ALIMENTATION.....	10
3.1	Bilan hydrique .....	11
3.2	Estimation du BAC .....	11
4	CONCLUSION .....	12

### LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Représentation du bassin d'alimentation théorique du captage

### LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résultats du jaugeage sur le trop plein (Basses Eaux).....	5
Tableau 2 : Résultats du jaugeage sur l'exutoire (Basses Eaux).....	6
Tableau 3 : Résultats du jaugeage sur la canalisation d'entrée dans le bassin (Basses Eaux) .....	7
Tableau 4 : Résultats du jaugeage sur le trop plein (Hautes Eaux) .....	8
Tableau 5 : Résultats du jaugeage sur l'exutoire (Hautes Eaux) .....	8
Tableau 6 : Résultats du jaugeage sur la canalisation d'entrée dans le bassin (Hautes Eaux) .....	9
Tableau 7 : Bilan hydrique, pour une RFU moyenne de 50 mm .....	11

### LISTE DES TABLEAUX

Figure 1 : Bassin accueillant les eaux de la source.....	4
Figure 2 : Chronique piézométrique (Piézomètre de Villeloup) janvier 2008 – avril 2009 .....	4

## 1 PREAMBULE

La source captée de Maraye en Othe (n°03323X0001) subvient aux besoins des 300 habitants environ reliés au réseau d'alimentation en eau potable de la commune.

Une procédure de mise en place de périmètres de protection pour cette ressource est actuellement en cours et une étude préliminaire a déjà été réalisée à ce titre (rapport ARCHAMBAULT CONSEIL – CAP 2092 – septembre 2004). Toutefois, si le précédent dossier répond aux exigences réglementaires, un complément d'information a été demandé, concernant la définition du bassin d'alimentation de la source comportant notamment la réalisation de jaugeages en Hautes et Basses Eaux et un calcul du volume des pluies efficaces.

Dans ce cadre, le SDDEA, Maître d'Ouvrage délégué, a demandé à ARCHAMBAULT CONSEIL de procéder à la réalisation des opérations demandées.

Ce rapport présente le compte rendu des jaugeages réalisés et le bilan du bassin d'alimentation.

## 2 JAUGEAGES

### 2.1 Aménagement de la source

La source est captée au niveau d'une cavité naturelle dans la Craie qui a été aménagée et canalisée. Au niveau de la source, un bassin carré de 1,05 x 1,09 m de côté, d'une profondeur de 0,74 m par rapport au rebord (figure 1).

Le bassin est alimenté par un tube en diamètre 150 mm qui traverse la maçonnerie et se déverse au dessus du niveau d'eau (robattue par un trop plein). Le trop plein fait 50 cm de largeur et rabat le niveau dans le bassin de 12,5 cm par rapport au rebord. En temps normal, la section du trop plein est obstruée par des briquettes, ce qui a pour conséquence une élévation du niveau d'eau (à 5 cm du rebord le 24 juillet et le 24 septembre 2008).

Le réservoir de Maraye en Othe est alimenté gravitairement par une canalisation de diamètre 190 mm intérieur qui se trouve inséré dans la maçonnerie entre 24 et 43 cm par rapport au rebord. La canalisation d'exhaure est longue de près de 1 300 m (estimation) jusqu'à la sortie de la galerie.

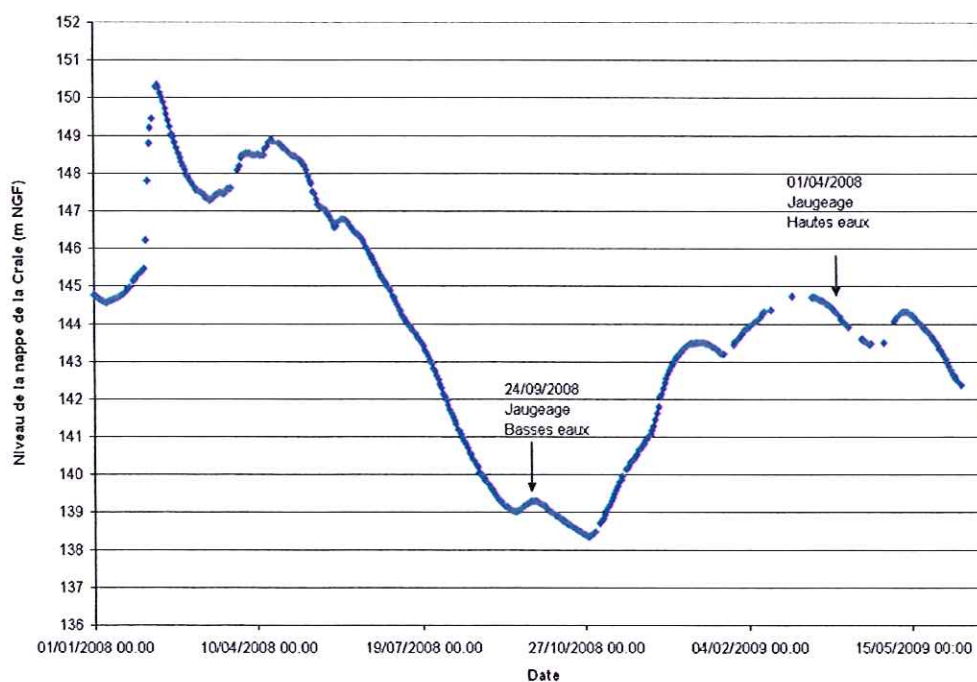
Figure 1 : Bassin accueillant les eaux de la source.



## 2.2 Périodes d'intervention

Le jaugeage de la source en période de Basses Eaux a été réalisé le 24 septembre 2008. Le jaugeage en période de Hautes Eaux a été réalisé le 1<sup>er</sup> avril 2009.

Figure 2 : Chronique piézométrique (Piézomètre de Villeloup) janvier 2008 – avril 2009



Les mesures piézométriques disponibles sur des ouvrages de référence à la nappe de la Craie, situés à proximité de la source, indiquent que les niveaux étaient à leur niveau bas saisonnier le 24 septembre 2008 et en période de hautes eaux le 1<sup>er</sup> avril 2009 sur le cycle hydro climatique de l'année 2008-2009 (figure 2).

## 2.3 Débit calculé en Basses Eaux

Les jaugeages ont été réalisés selon deux méthodologies distinctes :

- Cumul des mesures de débit indépendantes du trop plein et de l'exutoire.
- Mesure du débit entrant dans le bassin.

### 2.3.1 Méthode 1 : jaugeages indépendants des flux sortants

Cette méthode consiste à calculer le débit de la source grâce au cumul des résultats des jaugeages du trop plein et de l'exutoire réalisés indépendamment,

Le débit de fuite du trop plein a été réalisé en mesurant la vitesse d'élévation du niveau d'eau dans le bassin alors que le trop plein est obstrué à l'aide de planches de bois. La fiabilité du jaugeage par cette méthode est dépendante de l'étanchéité du système.

Les résultats de ce jaugeage sont présentés dans le tableau suivant. Ne sont reportées dans le tableau que les mesures ayant été jugées satisfaisantes en terme de condition d'étanchéité du dispositif.

Tableau 1 : Résultats du jaugeage sur le trop plein (Basses Eaux)

	Elévation du niveau d'eau (en m)	Durée (en sec)	Débit calculé (en m <sup>3</sup> /h)
Essai 1	0,1	60	6,9
Essai 2	0,055	30	7,6
Essai 3	0,095	60	6,5

Le débit du trop plein calculé est de l'ordre de 7 m<sup>3</sup>/h. cette valeur est vraisemblablement sous évaluée du fait que l'étanchéité parfaite du système ne pouvait être obtenue.

Le débit de l'exutoire (canalisation ø 190 mm) a été mesuré à l'aide d'une hélice calibrée (ø 50 mm, pas de 50 mm) fixée sur un micromoulinet. Le dispositif a ainsi été inséré dans la canalisation d'exhaure afin d'obtenir une mesure de la vitesse du courant. La fiabilité du jaugeage par cette méthode est dépendante des turbulences potentielles générées à l'amont de l'hélice.



Les résultats de ce jaugeage sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau 2 : Résultats du jaugeage sur l'exutoire (Basses Eaux)**

	nombre de tour de l'hélice	Durée de la mesure (en sec)	Vitesse du flux (en m/s)	Débit calculé (en m³/h)
Essai 1	25	30	0,0689	7,03
Essai 2	28	30	0,07532	7,69
Essai 3	37	30	0,09458	9,65
Essai 4	15	30	0,0475	4,85
Essai 5	40	30	0,101	10,31
Essai 6	40	30	0,101	10,31
Essai 7	29	30	0,07746	7,91
Essai 8	35	30	0,0903	9,22
Essai 9	28	30	0,07532	7,69
Essai 10	30	30	0,0796	8,12
Essai 11	28	30	0,07532	7,69
Essai 12	25	30	0,0689	7,03

L'équation de l'hélice utilisée pour les calculs de débit est la suivante

$$V = 1,54 + 6,42 * n \text{ (en nb de tour / sec)} \quad (\text{avec } n < 2,08)$$

Avec : V, la vitesse du flux en cm/s

n, en nombre de tours par seconde (tr/s)

Les prises de mesures 4, 5 et 6, valeurs extrêmes, ont été écartées. Les résultats montrent que le flux sortant par la canalisation d'exhaure est compris entre 7 et 9,5 m³/h. les variations observées sont dues aux perturbations du flux engendrées par la présence de l'opérateur dans le bassin.

En conclusion, le débit total de la source peut être estimé par la somme de l'exutoire et du trop plein, soit entre 14 et 16,5 m³/h, par cette méthode.

### 2.3.2 Méthode 2 : Jaugeage du flux entrant

Le débit du flux entrant (dans une canalisation de ø 150 mm), a été mesuré à l'aide d'une hélice calibrée (ø 50 mm, pas de 100 mm) fixée sur un micromoulinet. Le dispositif a ainsi été inséré dans la canalisation d'entrée afin d'obtenir une mesure de la vitesse du courant. Toutefois, lors de la mesure, on a mesuré une hauteur d'eau dans la canalisation de 50 mm. La fiabilité du jaugeage par cette méthode est dépendante de l'immersion de l'hélice lors de la mesure.

Les résultats de ce jaugeage sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Résultats du jaugeage sur la canalisation d'entrée dans le bassin (Basses Eaux)

	nombre de tour de l'hélice	Durée de la mesure (en sec)	Vitesse du flux (en m/s)	Débit calculé (en m <sup>3</sup> /h)
Essai 1	281	30	1,00403	18,64
Essai 2	256	30	0,91578	17,00
Essai 3	239	30	0,85577	15,69
Essai 4	260	30	0,9299	17,26
Essai 5	241	30	0,86283	16,02
Essai 6	263	30	0,94049	17,46

L'équation de l'hélice utilisée pour les calculs de débit est la suivante

$$V = 1,21 + 10,59 * n \text{ (en nb de tour / sec)} \quad (\text{avec } 2 < n < 10)$$

Avec : V, la vitesse du flux en cm/s

n, en nombre de tours par seconde (tr/s)

Sachant que la hauteur d'eau n'est que de 5 cm sur la section de 15 cm, la section mouillée utilisée dans le calcul est de 29 % de la section totale, soit 0,0051 m<sup>2</sup>.

Les prises de mesures 3 et 6, valeurs extrêmes, ont été écartées. Les résultats montrent que le flux entrant est compris entre 16 et 18,5 m<sup>3</sup>/h. les variations observées sont dues aux perturbations de la mesure engendrées par l'immersion parfois incomplète de l'hélice (ø 50 mm) dans les 50 mm d'eau environ.

### 2.3.3 Conclusion partielle

Les mesures débit réalisées avec ces deux méthodes sont globalement concordantes, avec une estimation entre 14 et 16,5 m<sup>3</sup>/h pour la méthode 1 et entre 16 et 18,5 m<sup>3</sup>/h pour la méthode 2. On considérera que la méthode 2 est susceptible de donner les résultats les plus fiables du fait, d'une part que le jaugeage du trop plein nécessite un degré d'étanchéité du système difficile à atteindre, et d'autre part que la méthode 1 cumule les incertitudes sur les mesures de deux jaugeages.

Le débit de la source en septembre 2008 (période de Basses Eaux) est donc compris entre 16 et 18,5 m<sup>3</sup>/h.

## 2.4 Débit calculé en Hautes Eaux

Les jaugeages ont été réalisés selon la même méthodologie utilisée pour le calcul du débit en basses eaux.

- Cumul des mesures de débit indépendantes du trop plein et de l'exutoire.



- Mesure du débit entrant dans le bassin.

#### 2.4.1 Méthode 1 : jaugages indépendants des flux sortants

Les résultats du jaugeage du trop plein sont présentés dans le tableau suivant. Ne sont reportées dans le tableau que les mesures ayant été jugées satisfaisantes en terme de condition d'étanchéité du dispositif.

Tableau 4 : Résultats du jaugeage sur le trop plein (Hautes Eaux)

	Elévation du niveau d'eau (en m)	Durée (en sec)	Débit calculé (en m³/h)
Essai 1	0,075	30	10,3
Essai 2	0,055	30	9,6
Essai 3	0,095	30	10,0
Essai 4	0,095	30	9,6

Le débit du trop plein calculé est de l'ordre de 10 m³/h. cette valeur est vraisemblablement sous évaluée du fait que l'étanchéité parfaite du système ne pouvait être obtenue.

Les résultats du jaugeage au micromoulinet de la canalisation d'exhaure sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Résultats du jaugeage sur l'exutoire (Hautes Eaux)

	nombre de tour de l'hélice	Durée de la mesure (en sec)	Vitesse du flux (en m/s)	Débit calculé (en m³/h)
Essai 1	50	30	0,1260	12,86
Essai 2	17	30	0,05585	5,70
Essai 3	50	30	0,12603	12,86
Essai 4	60	30	0,147	15,00
Essai 5	68	30	0,16276	16,61
Essai 6	59	30	0,14503	14,80
Essai 7	54	30	0,13454	13,73
Essai 8	52	30	0,13029	13,30
Essai 9	53	30	0,13241	13,51
Essai 10	71	30	0,16867	17,21
Essai 11	61	30	0,14897	15,20

Les équations de l'hélice utilisée pour les calculs de débit sont les suivantes :

$$V = 1,97 + 6,38 * n \text{ (en nb de tour / sec)} \quad (\text{avec } n < 1,94)$$

$$V = 2,88 + 5,91 * n \text{ (en nb de tour / sec)} \quad (\text{avec } 1,94 < n < 4,9)$$

Avec : V, la vitesse du flux en cm/s





n, en nombre de tours par seconde (tr/s)

Les prises de mesures 4, 5 et 6, valeurs extrêmes, ont été écartées. Les résultats montrent que le flux sortant par la canalisation d'exhaure est compris entre 12,5 et 14,5 m³/h. les variations observées sont dues aux perturbations du flux engendrées par la présence de l'opérateur dans le bassin.

En conclusion, le débit total de la source peut être estimé par la somme de l'exutoire et du trop plein, soit entre 22,5 et 24,5 m³/h, par cette méthode.

#### 2.4.2 Méthode 2 : Jaugeage du flux entrant

Le débit du flux entrant (dans une canalisation de  $\varnothing$  150 mm), a été mesuré à l'aide d'une hélice calibrée ( $\varnothing$  50 mm, pas de 50 mm) fixée sur un micromoulinet. Le dispositif a ainsi été inséré dans la canalisation d'entrée afin d'obtenir une mesure de la vitesse du courant. Toutefois, lors de la mesure, on a mesuré une hauteur d'eau dans la canalisation de 60 mm. La fiabilité du jaugeage par cette méthode est dépendante de l'immersion de l'hélice lors de la mesure.

Les résultats de ce jaugeage sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Résultats du jaugeage sur la canalisation d'entrée dans le bassin (Hautes Eaux)

	nombre de tour de l'hélice	Durée de la mesure (en sec)	Vitesse du flux (en m/s)	Débit calculé (en m³/h)
Essai 1	426	30	0,84092	19,98
Essai 2	453	30	0,89141	21,18
Essai 3	414	30	0,81848	19,45
Essai 4	441	30	0,86897	20,65
Essai 5	442	30	0,87084	20,69
Essai 6	427	30	0,84279	20,03
Essai 7	407	30	0,80539	19,14
Essai 8	442	30	0,87084	20,69
Essai 9	452	30	0,88954	21,14
Essai 10	443	30	0,87271	20,73
Essai 11	472	30	0,92594	22,78

L'équation de l'hélice utilisée pour les calculs de débit est la suivante

$$V = 4,43 + 5,61 * n \text{ (en nb de tour / sec)} \quad (\text{avec } 4,9 < n < 10)$$

Avec : V, la vitesse du flux en cm/s

n, en nombre de tours par seconde (tr/s)



Sachant que la hauteur d'eau n'est que de 6 cm sur la section de 15 cm, la section mouillée utilisée dans le calcul est de 37 % de la section totale, soit 0,0066 m<sup>2</sup>.

Les prises de mesures 1, 3, 6, 7 et 11 valeurs extrêmes, ont été écartées. Les résultats montrent que le flux entrant est compris entre 20,5 et 21,5 m<sup>3</sup>/h. les variations observées sont dues aux perturbations de la mesure engendrées par l'immersion parfois incomplète de l'hélice (ø 50 mm) dans les 60 mm d'eau environ. Il faut noter que les valeurs de courant mesurées ne sont pas dans la gamme de calibration de l'hélice utilisée (nombre de tour par seconde supérieur à 10). Il y a donc une incertitude supplémentaire sur le calcul des débits entrants.

#### 2.4.3 Conclusion partielle

Les mesures débit réalisées avec ces deux méthodes sont globalement concordantes, avec une estimation entre 22,5 et 24,5 m<sup>3</sup>/h pour la méthode 1 et entre 20,5 et 21,5 m<sup>3</sup>/h pour la méthode 2. On considérera que le méthode 2 est susceptible de donner les résultats les plus fiables du fait, d'une part que le jaugeage du trop plein nécessite un degré d'étanchéité du système difficile à atteindre, et d'autre part que la méthode 1 cumule les incertitudes sur les mesures de deux jaugeages. A noter toutefois que l'hélice utilisée lors du jaugeage n'était pas étalonnée pour les vitesses de courant effectives.

Le débit de la source en septembre 2008 (période de Hautes Eaux) est donc compris entre 20,5 et 21,5 m<sup>3</sup>/h.

### 2.5 Conclusion sur les jaugeages

Les résultats des jaugeage permettent bien de constater une différence en terme d'alimentation de la source entre les hautes eaux et les basses eaux. Les valeurs retenues sont :

- Entre 16 et 18,5 m<sup>3</sup>/h en Basses Eaux
- Entre 20,5 et 21,5 m<sup>3</sup>/h en Hautes Eaux

Soit une différence saisonnière du régime d'alimentation de 4 m<sup>3</sup>/h environ.

## 3 BILAN SUR LE BASSIN D'ALIMENTATION



### 3.1 Bilan hydrique

A partir des données de climatiques de la station météorologique de Reims (51, 91 m NGF, Normales et records de 1961 à 1990), un bilan hydrique, valable au droit de la source a pu être établi. Un bilan hydrique est toutefois fonction du terme « RFU » (Réserve Facilement Utilisable) qui est une indication de la réserve d'eau infiltrée accessible par les végétaux. La RFU est toutefois très difficilement quantifiable, sans données pédologiques précises. Une RFU moyenne de 50 mm a donc été considérée pour le calcul du bilan hydrique.

Tableau 7 : Bilan hydrique, pour une RFU moyenne de 50 mm

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Total
P* (mm)	49,5	51,5	53,1	49,8	43,6	42,2	50,8	43,4	59,8	58,8	52,2	49,4	604,1
ETP (mm)	72,5	51,7	26,3	13,0	9,0	13,9	26,3	40,8	60,6	77,9	88,9	87,8	568,7
ETR (mm)	49,5	51,5	26,3	13,0	9,0	13,9	26,3	40,8	60,6	59,6	52,2	49,4	452,2
ΔRFU													
RFU (mm)	0,0	0,0	26,8	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	49,2	30,1	0,0	0,0	
Excédent (mm)	-	-	-	13,6	34,6	28,3	24,5	2,6	-	-	-	-	103,6
Déficit (mm)	23,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	6,6	38,4	68,1

Le total des excédents calculés en mm de précipitation (P\*) représente le volume total des eaux infiltrées vers la nappe et non disponible pour l'évapotranspiration. Les mois présentant un excédent, sont ceux durant lesquels la recharge de la nappe s'effectue.

La recharge de la nappe est donc de 103,6 mm par an, soit 0,1036 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

### 3.2 Estimation du BAC

Connaître le volume des excédents, 0,1036 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, permet d'évaluer la taille du bassin versant en fonction du volume d'eau annuel capté par la source.

Avec un débit moyen annuel autour de 18,5 m<sup>3</sup>/h (valeur arbitraire), soit une production d'eau à la source de 162 060 m<sup>3</sup>, on peut donc estimer la taille du bassin d'alimentation théorique de la source à 1 389 880 m<sup>2</sup>, soit près de 156 ha.

Idéalement, le bassin d'alimentation théorique de 156 ha environ, serait intégralement inclus dans le périmètre de la forêt communale de Maraye en Othe et la forêt domaniale de Foissy, qui recouvrent le plateau calcaire dans lequel est creusée la galerie.

Cependant, le caractère karstique de la masse de la Craie qui implique l'existence d'axe d'écoulement préférentiel, ne permet pas de définir un périmètre strictement représentatif de la réalité. L'alimentation depuis un karst suggère donc un bassin d'alimentation beaucoup plus allongé et dont la direction reste dépendante de la direction du karst. Cette direction reste inconnue en l'absence d'un résultat de traçage positif. Aucun résultat de traçage n'a par ailleurs été retrouvé sur le massif de la forêt communale de Maraye en Othe.

Une représentation graphique du Bassin d'alimentation théorique est présentée en annexe 1.

## 4 CONCLUSION

Les deux jaugeages réalisés nous permettent de montrer que le débit de la source est relativement stable dans le temps, passant d'un débit moyen de 17 m<sup>3</sup>/h environ en Basses Eaux à 21 m<sup>3</sup>/h environ en Hautes Eaux. Ce débit semble tout à fait suffisant pour couvrir l'intégralité des besoins de la commune.

A l'aide du bilan hydrique régional et du volume total annuel capté par la source (environ 160 000 m<sup>3</sup>/an), la superficie théorique du bassin d'alimentation a pu être estimée à environ 156 ha. Bien qu'il soit impossible en l'état de nos connaissances de tracer un contour fidèle, dépendant du régime karstique de l'alimentation de la source et de la direction des écoulements dans ce système, le bassin d'alimentation est vraisemblablement inclus dans le périmètre de la forêt domaniale de Foissy et la forêt communale de Maraye en Othe.

Nanterre, le 17 juin 2009

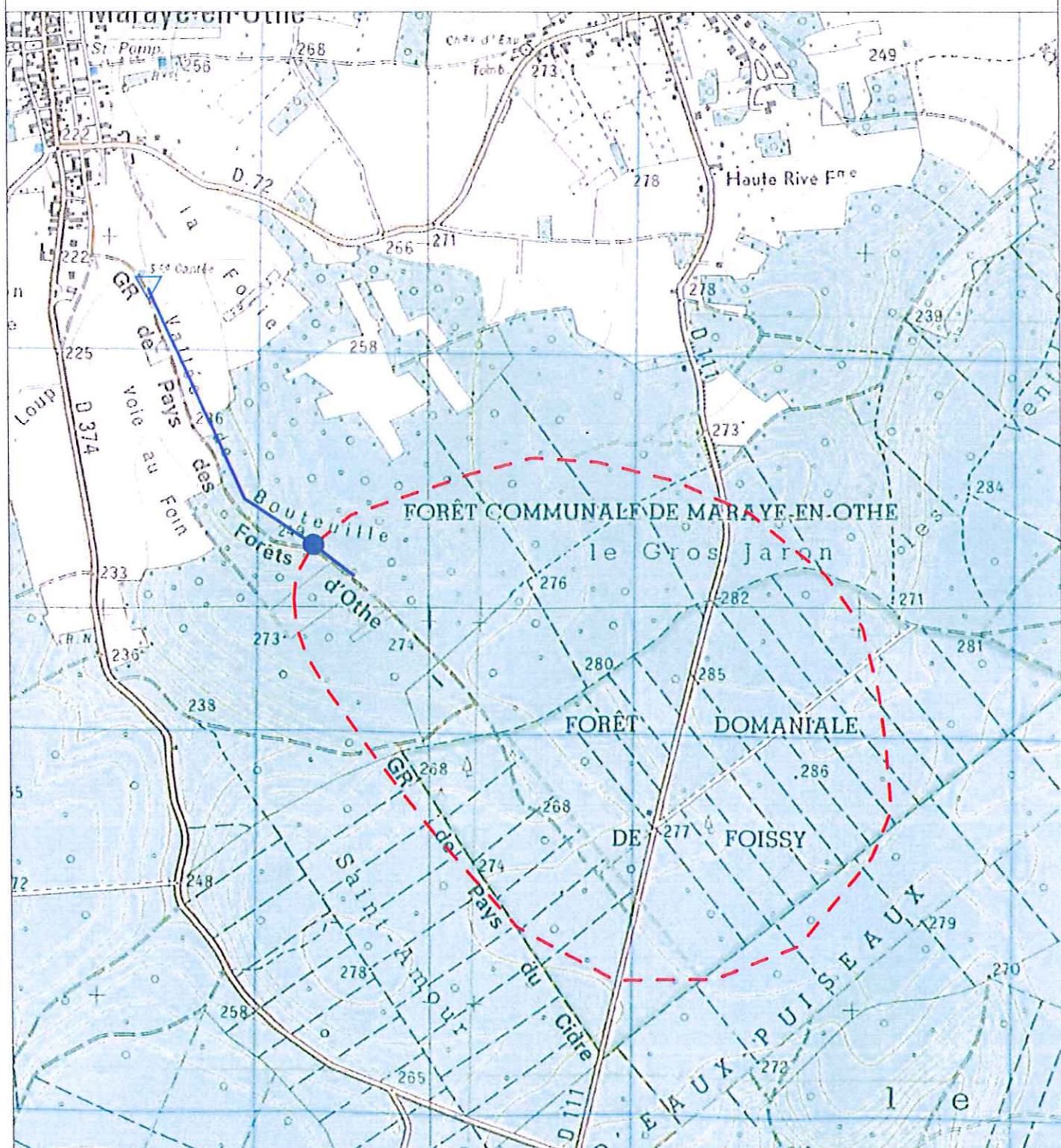
Bastien OLLAGNE

Hydrogéologue – Chefs de projets




## ANNEXE 1

Représentation du Bassin d'alimentation théorique du Captage

## Annexe 1 : Contour du bassin d'alimentation de captage théorique



### Légende :

-  Entrée de la galerie
-  Puits d'aération
-  Tracé de la galerie



Contour du bassin d'alimentation de captage

500 m



ARCHAMBAULT CONSEIL