

Procédure de déclaration d'utilité publique des périmètres de protection du captage du Stade

MARBOUE (28)

Étude complémentaire préalable à l'avis de l'hydrogéologue agréé Forage BSS000XZYL



REDACTION	DIFFUSION	
	Document	2 - A190522_EPP_DUP_RAPP_01_D.doc
	Nombre de pages	132
	Diffusion le	22/04/2022



Communauté de Communes du Grand Châteaudun

2 route de Blois
28 200 CHATEAUDUN

Tél : **02 37 44 98 94**

Mail : contact@grandchateaudun.fr



UTILITIES PERFORMANCE

Agence d'Orléans
26 rue du Pont Cotelle
45 100 ORLEANS

Sommaire

1. PRÉAMBULE	7
2. LOCALISATION	9
3. PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE	12
3.1. CAPTAGE DU STADE	12
3.2. PIÉZOMÈTRE Pz1	14
4. CONTEXTES GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE SUCCINCTS	17
4.1. GÉOLOGIE	17
4.2. HYDROGÉOLOGIE	19
4.2.1. Contexte général	19
4.2.2. Piézométrie	20
4.2.3. Évolution du niveau piézométrique	21
4.3. HYDROLOGIE.....	23
5. DIAGNOSTIC DE L'OUVRAGE	24
5.1.1. Inspection vidéo.....	24
5.1.2. Pompage par paliers de débits croissants	27
6. ÉTAT ET PRODUCTIVITÉ DE LA NAPPE	30
6.1. POMPAGE D'ESSAI DE 72 HEURES.....	30
6.1.1. Evolution du niveau piézométrique du puits communal.....	32
6.1.2. Suivi des ouvrages avoisinants	38
6.1.3. Interprétation des caractéristiques hydrodynamiques au droit du piézomètre Pz1 et du puits.....	42
6.2. TRAÇAGE.....	45
6.2.1. Traçage.....	45
6.2.1.1. Traceur utilisé	45
6.2.1.2. Quantité, lieu, date et conditions d'injection	45
6.2.1.3. Dispositif et durée de surveillance	45
6.2.1.4. Mode d'analyse pour la recherche de traceurs dans les échantillons prélevés.....	45
6.2.2. Résultats : Restitution de l'uranine injectée dans le piézomètre Pz1	46
6.2.3. Conclusion du traçage	47
6.3. ZONE D'APPEL ET ISOCHRONES DE TRANSFERT	48
6.4. QUALITÉ DE L'EAU.....	52
6.4.1. Conformité de l'eau	52
6.4.1.1. Aptitude à la production d'eau potable	52
6.4.1.2. Aptitude à la distribution d'eau potable	55
6.4.2. Qualité de la nappe dans le secteur d'étude	57
6.4.3. Évolution de la qualité de l'eau	63
7. ÉVALUATION DES BESOINS FUTURS	67
7.1. DONNÉES INSEE	67
7.2. DESCRIPTION DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE	68
7.3. HISTORIQUE DES VOLUMES PRÉLEVÉS ET CONSOMMÉS.....	69
7.4. ÉVALUATION DES BESOINS FUTURS	70
8. ENVIRONNEMENT DU CAPTAGE	71
8.1. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	71
8.2. ENVIRONNEMENT IMMÉDIAT DU CAPTAGE	72
8.3. OCCUPATION DES SOLS / URBANISME	74
8.4. ACTIVITÉ AGRICOLE ET HORTICOLE	76
8.4.1. Évolution des cultures réalisées dans la zone d'étude	76

8.4.2. Recensement des pratiques agricoles.....	79
8.4.3. Recensement des intrants	79
8.4.4. Recensement des stockages	83
8.1. ACTIVITÉS INDUSTRIELLES	87
8.1.1. Sites BASIAS/BASOL/ICPE	87
8.1.2. Transport de matières dangereuses.....	87
8.1.3. Décharge de la Maltournée.....	88
8.1.3.1. Historique	88
8.1.3.2. Investigations.....	100
8.1.3.3. Résultats de l'analyse d'eau	102
8.1.4. Voies de communication	107
8.1.4.1. SNCF.....	107
8.1.4.2. Routes.....	107
8.2. USAGE DES EAUX SOUTERRAINES	109
8.2.1. Inventaire BSS.....	109
8.2.2. Enquête de terrain.....	112
8.2.2.1. Fosse de la SCEA de Villechèvre	112
8.2.2.2. Autres puits et forages.....	113
8.3. RISQUES NATURELS	118
8.3.1. Risque inondation.....	118
8.3.2. Risque remontée de nappe.....	120
8.3.3. Aléa Retrait-gonflement des argiles.....	120
8.3.4. Zonage sismique.....	120
9. CONCLUSION : SYNTHÈSE DES RISQUES	121
10. ANNEXES	124
10.1. ANNEXE 1 : RAPPORT D'ANALYSE DE TYPE RP – AVRIL 2019 (SOURCE : CARSO)	124
10.2. ANNEXE 2 : RAPPORT D'ANALYSE DE TYPE PREMIÈRE ADDUCTION – JUIN 2020 (SOURCE : CARSO)	125
10.3. ANNEXE 3 : FICHES DE PRÉLÈVEMENT SUR LES OUVRAGES AVOISINANTS.....	126
10.4. ANNEXE 4 : RAPPORT D'ANALYSE SUR LES OUVRAGES AVOISINANTS – JUIN ET AOÛT 2020 (SOURCE : WESSLING).....	127
10.5. ANNEXE 5 : DOSSIER DES OUVRAGES EXÉCUTÉS (SOURCE : EXEAU)	128
10.6. ANNEXE 6 : SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE SUR LES OUVRAGES AVOISINANTS (SOURCE : UP)	129
10.7. ANNEXE 7 : RAPPORT DE TRAÇAGE (SOURCE : EDREE)	130
10.8. ANNEXE 8 : ITINÉRAIRE TECHNIQUE SCEA VILLECHÈVRE	131
10.9. ANNEXE 9 : COURRIER DE LA MAIRIE DE MARBOUÉ SUITE À SA VISITE DU SITE DE LA MALTOURNÉE	132

Figures

Figure 1 : Localisation de la commune de Marboué (source : Géoportail – Janvier 2020)	9
Figure 2 : Localisation du forage sur fond de plan IGN (source : Géoportail – Janvier 2020)	10
Figure 3 : Localisation du forage sur fond de plan cadastral (source : Cadastre.gouv – Janvier 2020)	11
Figure 4 : Localisation de Pz1	14
Figure 5 : Coupe du piézomètre PZ1 (source : EXEAU)	16
Figure 6 : Extrait de la carte géologique locale (source : BRGM)	18
Figure 7 : Carte piézométrie de la nappe de la Craie réalisée en août 2005 (source : CD28)	20
Figure 8 : Carte piézométrie de la nappe de la craie réalisée en BE 2008 (source : SIGES Centre)	21
Figure 9 : Localisation du piézomètre ADES sur fonds de carte piézométrique BE 2008 (source : SIGES Centre)	22
Figure 10 : Évolution de la cote piézométrique en fonction du temps	22
Figure 11 : Contexte hydrologique (source : Géoportail – Janvier 2020)	23
Figure 12 : Suivi des rabattements sur le puits communal durant les essais par paliers	28
Figure 13 : Interprétation du pompage par paliers de débit (source : OUAIP)	29
Figure 14 : Localisation des ouvrages suivis durant l’essai (en vert)	31
Figure 15 : Évolution du niveau dynamique sur le puits communal et Pz1 durant le pompage d’essai	33
Figure 16 : Évolution du rabattement sur le puits communal et Pz1 durant le pompage d’essai	34
Figure 17 : Évolution du niveau dynamique sur les ouvrages suivis et pluviométrie (en mNGF)	35
Figure 18 : Évolution du rabattement sur les ouvrages suivis (en mNGF)	36
Figure 19 : Évolution du niveau dynamique en fonction du temps sur le puits (en m/sol)	37
Figure 20 : Rabattement sur le piézomètre Pz1 (rouge) et sur le puits communal (ocre)	39
Figure 21 : Rabattement sur le piézomètre Pz2	39
Figure 22 : Rabattement sur le puits Plantes du Pays Dunois	40
Figure 23 : Rabattement sur le forage de M. Laurent	41
Figure 24 : Rabattement sur la fosse de la SCEA de Villechèvre	42
Figure 25 : Évolution du rabattement sur le puits communal et Pz1 durant le pompage d’essai (semi-log)	43
Figure 26 : Interprétation du pompage d’essai – Puits communal (source : OUAIP)	44
Figure 27 : Interprétation du pompage d’essai – Piézomètre Pz1 (source : OUAIP)	44
Figure 28 : Schéma de la zone d’appel et du tracé des isochrones (source : Notice ZAPPEL)	49
Figure 29 : Cône d’appel du forage de Marboué	51
Figure 30 : Diagramme de Piper des eaux prélevées	63
Figure 31 : Évolution des teneurs en nitrates (source : ADES – Février 2020)	64
Figure 32 : Évolution des teneurs en pesticides (source : ADES – Février 2020)	65
Figure 33 : Suivi du Conseil Départemental (source : CD 28)	66
Figure 34 : Évolution de la population de Marboué	67
Figure 35 : Synoptique de l’alimentation en eau potable	68
Figure 36 : Évolution des volumes mis en distribution et consommés	69
Figure 37 : Zone d’étude définie autour du forage (source : Géoportail – Janvier 2020)	72
Figure 38 : Reportage photographique – environnement immédiat du captage	73
Figure 39 : Extrait du Plan d’Occupation des sols	74
Figure 40 : Occupation des sols de la zone d’étude (source : Géoportail – Corine Land Cover 2018 – Janvier 2020)	75
Figure 41 : Recensement des cuves	86
Figure 42 : Transports de matières dangereuses autour du site (source : Géorisques – Janvier 2020)	87
Figure 43 : Emprise présumée de la décharge de la Mal Tournée	88

Figure 44 : Reportage photographique – Juin 2020	98
Figure 45 : Reportage photographique réalisé par la mairie en septembre 2020	99
Figure 46 : Coupe de Pz2 (source : EXEAU)	101
Figure 47 : Comptage routier 2018 en Eure-et-Loir	108
Figure 48 : Localisation des puits et forages BSS autour du captage AEP (source : Infoterre – Janvier 2020)	111
Figure 49 : Fosse de la SCEA de Villechèvre	112
Figure 50 : Localisation des puits et forages recensés durant l’enquête de quartier (Source : Enquête Up - Août 2020)	117
Figure 51 : Règlement du PPRI relatif à la rivière Loir au droit de la commune de Marboué (source : PPRI du Loir – Janvier 2020)	118
Figure 52 : Atlas des zones inondables relatif à la rivière Loir au droit de la commune de Marboué (source : PPRI du Loir – Janvier 2020)	119
Figure 53 : Carte des remontées de nappe au droit de la commune de Marboué (source : Géorisques – Janvier 2020)	120
Figure 54 : Synthèse des risques dans la dans la zone d’étude	123

Tableaux

Tableau 1 : Coordonnées géographiques et cadastrales du captage	9
Tableau 2 : Coordonnées géographiques et cadastrales du piézomètre	15
Tableau 3 : Données de pompage	27
Tableau 4 : Caractéristiques des ouvrages suivis	30
Tableau 5 : Incidence du pompage sur les ouvrages suivis	38
Tableau 6 : Isochrones pour le débit d’exploitation fictif de 25,11 m ³ /h – Scénario 1	50
Tableau 7 : Résultats des analyses d’eau brute comparées aux seuils de qualité de l’eau brute	52
Tableau 8 : Résultats d’analyses de l’eau brute comparés aux seuils de qualité de l’eau distribuée	56
Tableau 9 : Résultats des analyses menées sur les ouvrages environnants	58
Tableau 10 : Paramètres physico-chimiques utilisés pour la construction du diagramme de Piper	62
Tableau 11 : Évolution de la population de Marboué (Source : INSEE – Avril 2020)	67
Tableau 12 : Historique des volumes prélevés et consommés (source : RAD et SDAEP – Avril 2020)	69
Tableau 13 : Cultures réalisées dans la zone d’étude entre 2013 et 2017	76
Tableau 14 : Liste des produits utilisés pour le blé dur	80
Tableau 15 : Liste des produits utilisés pour le colza	80
Tableau 16 : Liste des produits utilisés pour la mâche	81
Tableau 17 : Liste des produits utilisés pour le persil	82
Tableau 18 : Liste des produits utilisés pour les haricots	83
Tableau 19 : Recensement des stockages dans la zone d’étude	85
Tableau 20 : Résultats de l’analyse d’eau menée sur Pz2 (source : WESSLING – Juin 2020)	102
Tableau 21 : Comparaison des paramètres en dépassement sur Pz2 avec les ouvrages voisins	106
Tableau 22 : Liste des produits utilisés pour l’entretien de la voie SNCF entre 2013 et 2020	107
Tableau 23 : Recensement des puits et forages BSS autour du captage (source : Infoterre – Janvier 2020)	110
Tableau 24 : Puits et forages recensés lors de l’enquête de terrain	116

1. PRÉAMBULE

La commune de Marboué est en partie alimentée en eau potable au moyen de son captage communal, le captage du Stade, et en partie par la ville de Châteaudun au moyen d'une interconnexion.

Le captage du stade, objet du présent rapport, est identifié sous le numéro national BSS000XZYL et situé en partie est de la commune. D'une profondeur de 8,5 m/sol, ce captage réalisé en 1961 exploite l'aquifère de la craie sénonienne et les alluvions quaternaires sus-jacentes.

Le captage de Marboué a fait l'objet d'un premier avis préliminaire d'un hydrogéologue agréé en 1999, avis qui avait conclu à la trop grande vulnérabilité du captage (environnement peu favorable et mauvaise qualité de l'eau captée). Suite à cet avis défavorable et à des recherches infructueuses d'une autre ressource menées par le conseil départemental, des travaux visant à protéger la ressource captée (travaux d'assainissement) ont été réalisés et la qualité de l'eau s'est par ailleurs améliorée. En conséquence, la commune de Marboué, en accord avec la communauté de communes du Grand Châteaudun, a souhaité reprendre la procédure de sécurisation de son forage.

À cette fin, un nouvel hydrogéologue agréé a été désigné par l'Agence Régionale de Santé en qualité afin de définir ces périmètres.

Par délibération en date du 24 février 2020, la communauté de communes du Grand Châteaudun, qui a repris la compétence Eau Potable en janvier 2020, a décidé de poursuivre la démarche engagée par la commune de Marboué concernant l'instauration des périmètres de protection du captage.

Dans son rapport préliminaire de juin 2019, l'hydrogéologue agréé demande les informations complémentaires suivantes :

- Une carte d'occupation des sols ;
- Concernant l'étude environnementale :
 - La nature des cultures, avec l'évolution sur 5 ans ;
 - La nature, composition et quantités à l'hectare des engrais et produits phytosanitaires utilisés au cours des 5 dernières années ;
 - La destination future des terres (éventuelle modification), des types de culture et de traitement des sols ;
 - Les produits utilisés dans les pépinières ;
 - Pour la décharge de la Maltournée : dates d'utilisation et matériaux déposés, avec réalisation d'un sondage à la pelle mécanique ;
 - Fréquence et nature des produits utilisés pour le désherbage de la voie ferrée (SNCF) ;
 - État des fossés du parking et de la route ;
 - Trafic journalier sur la route D361 (VL et PL) ;
 - Inventaire complémentaire des puits et forages (situation, profondeur, niveau statique, utilisation et débit d'utilisation)

- Concernant l'état et la productivité du forage :
 - Démontage des pompes d'exploitation ;
 - Inspection vidéo – caméra ;
 - Mise en place d'une pompe d'expérimentation de 150 m³/h (crépine à 8 m). Essais de débit par paliers de 2h non enchaînés. Détermination du débit critique ;
 - Pompage continu de 72h au débit maximum possible ;
 - Réalisation d'un piézomètre de 10 m de profondeur à 30 m au nord-est du captage du stade ;
 - Injection d'un traceur au début du pompage de longue durée ;
 - Suivi de la restitution sur le forage communal, calcul de la porosité efficace et de la vitesse d'écoulement de la nappe ;
 - Essai de calcul et traçage des isochrones pour des temps de 50 jours, 100 jours, 200 jours et 365 jours.
- Concernant l'étude de la qualité de la nappe :
 - Réalisation d'un piézomètre de 10 m de profondeur en limite sud-ouest de l'ancienne décharge, prélèvement d'eau en pompage pour analyses physico-chimiques complètes ;
 - Prélèvement d'eau sous pompage dans l'un des forages des pépinières, la fosse de la SCEA de Villechèvre et le plan d'eau des Plantes voie ferrée ;
 - Analyse complète de l'eau de la fosse et du forage de la pépinière.
 - Analyse nitrates, nitrites, atrazine, atrazine-déséthyl, atrazine et simazine de l'eau du plan d'eau des Plantes.

Suite aux premières investigations, M. Roux a en outre souhaité disposer des éléments suivants :

- Prélèvement d'eau sous pompage les puits privés ;
- Analyse complète de l'eau de ces ouvrages.

Le présent rapport présente les éléments demandés.

2. LOCALISATION

La commune de Marboué est localisée au nord de la ville de Châteaudun, à l'est du département du Loiret. Sa localisation est présentée en Figure 1 :

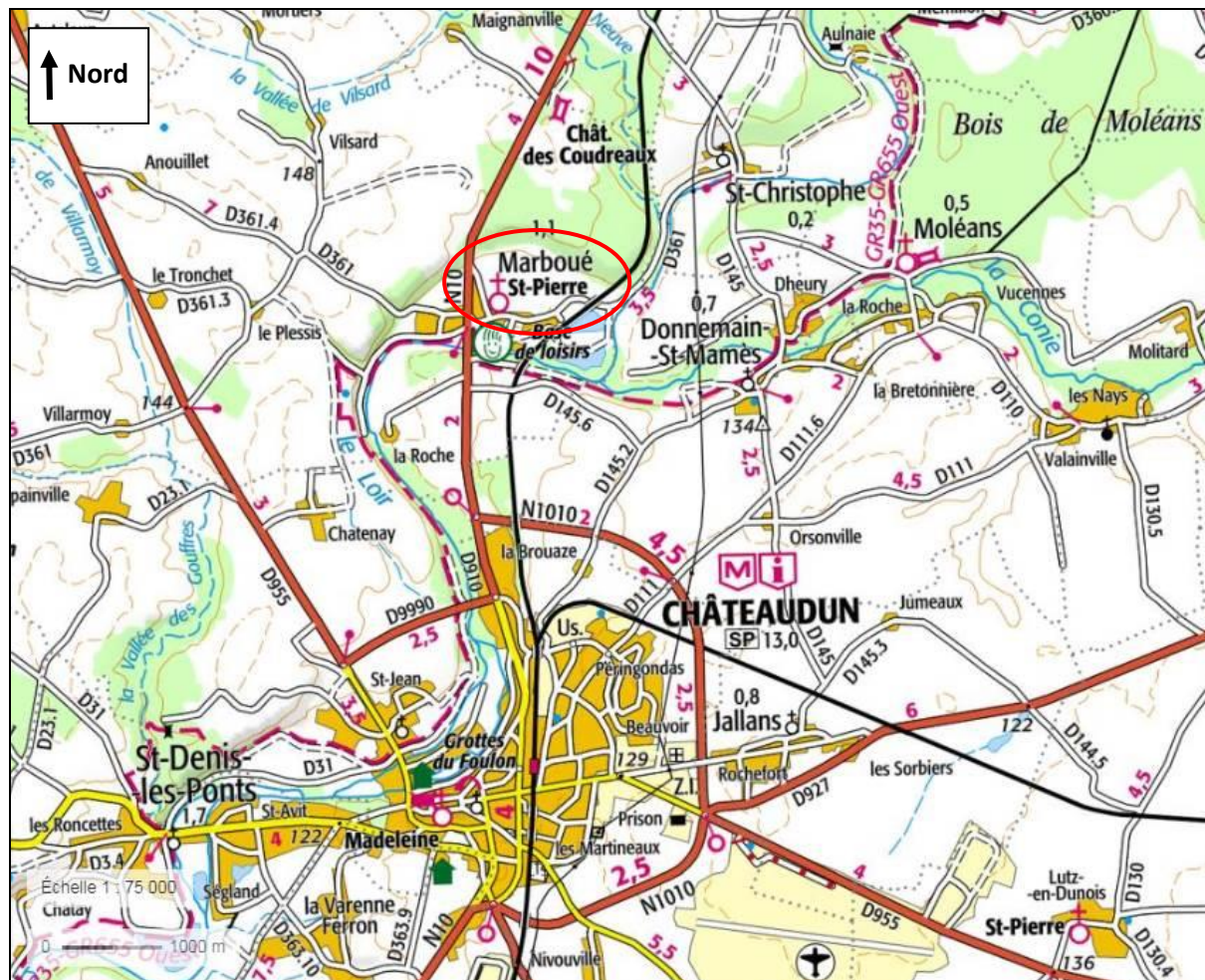


Figure 1 : Localisation de la commune de Marboué (source : Géoportail – Janvier 2020)

La localisation du captage du Stade est précisée dans le Tableau 1 ci-après.

Tableau 1 : Coordonnées géographiques et cadastrales du captage

Désignation	X (L93) en m	Y (L93) en m	Z en mNGF	Commune	Section	Parcelle
Captage du Stade BSS000XZYL	576 703	6 780 594	108,9	Marboué	YC	185

Le périmètre de protection immédiate est constitué des parcelles YC 185 et YC 188.

La localisation du forage est présentée en **Figure 2** et en **Figure 3** ci-après.

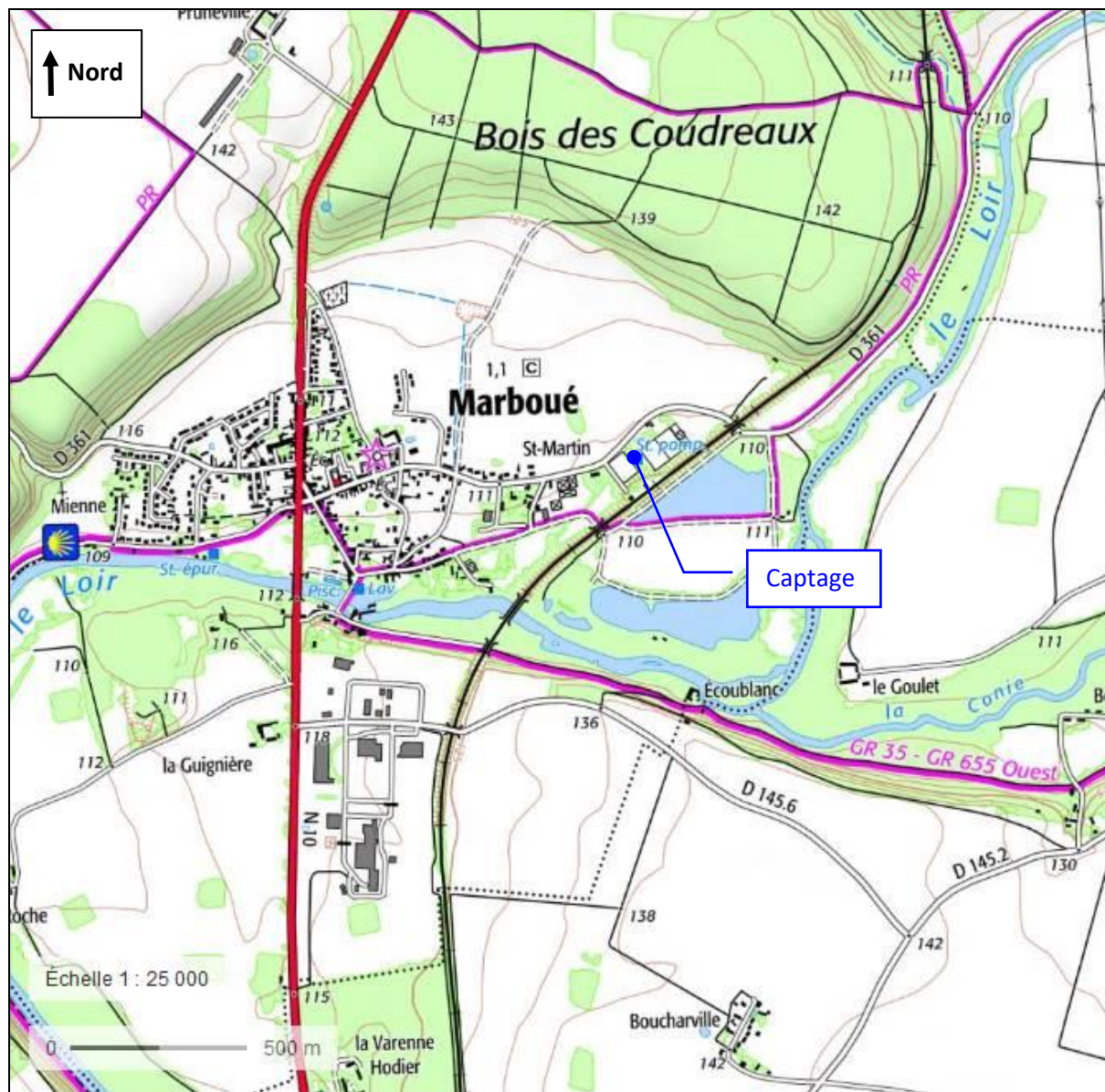


Figure 2 : Localisation du forage sur fond de plan IGN (source : Géoportail – Janvier 2020)

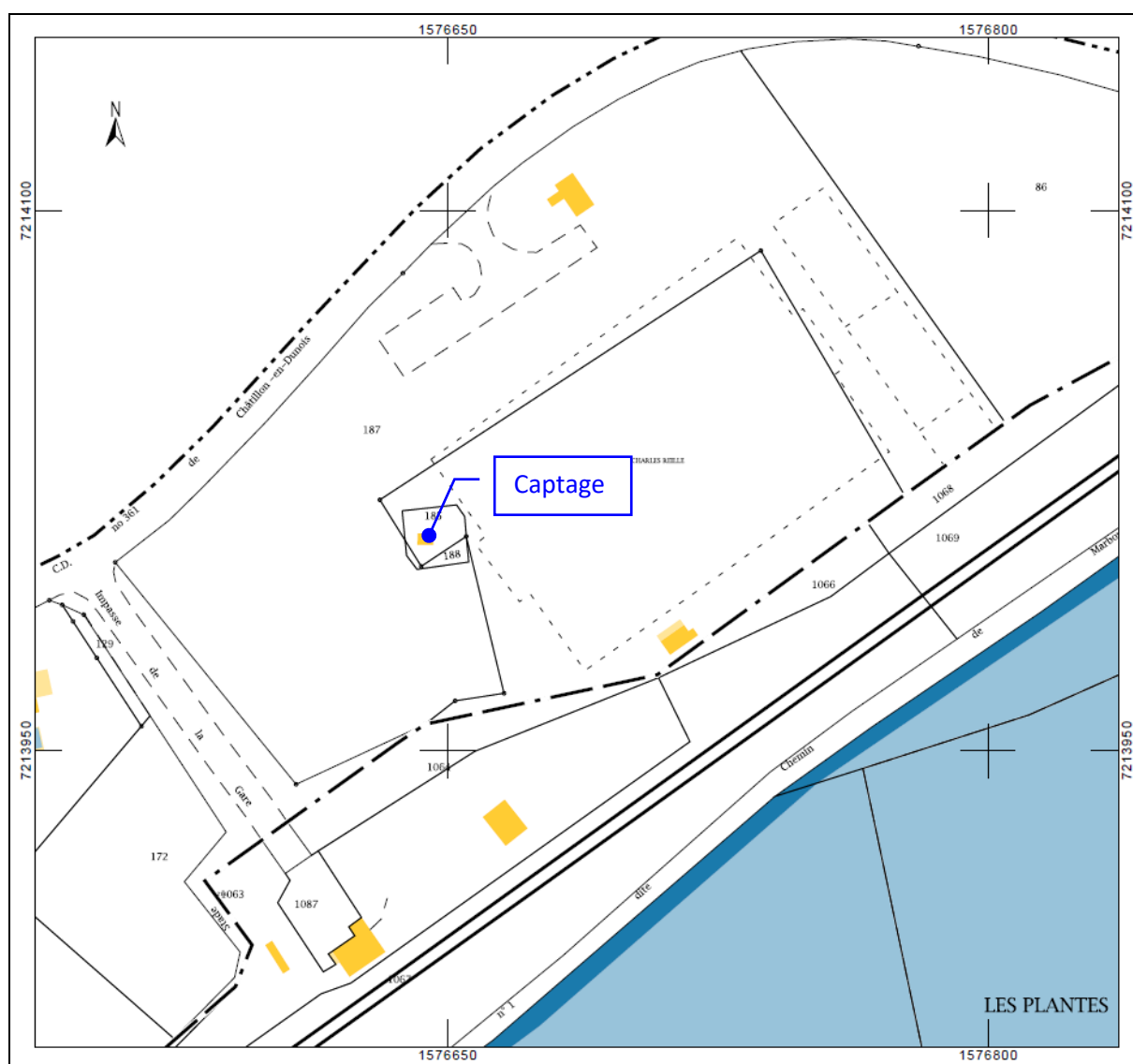


Figure 3 : Localisation du forage sur fond de plan cadastral (source : Cadastre.gouv – Janvier 2020)

3. PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE

3.1. Captage du stade

Le captage du Stade a été réalisé sur la commune de Marboué en décembre 1961 à une profondeur de **8,5 m/terrain naturel**. Un tertre de 1,5 m au-dessus du terrain naturel (TN) a été ajouté pour mettre l'ouvrage en sécurité vis-à-vis des crues (repère utilisé ci-après).

Le forage est situé à l'intérieur d'un local technique fermé à clé et bénéficiant d'une alarme anti-intrusion raccordée à la télégestion. Il est équipé de deux pompes qui fonctionnent alternativement à un débit d'exploitation de 60 m³/h.

La succession géologique observée lors de la foration est la suivante :

- De 0 à 8,4 m/rep : alluvions ;
- De 8,4 à 10 m/rep : craie sénonienne.

L'équipement du forage a été le suivant :

- De 0 à 8 m/rep : Tubage plein de diamètre 1 m, cimenté à l'extrados ;
- De 8 à 10 m/rep : Tubage crépiné de diamètre 1 m, massif de graviers 15/25 à l'extrados entre 7,8 et 10 m.

L'état du forage, qui date de 1962 n'est pas connu et fait l'objet d'un diagnostic au cours de la présente étude.



Tête du puits



Intérieur du puits



Stockage d'hypochlorite de sodium



Ballon Anti-Bélier



Local technique surélevé



Clôture du PPI

Il apparaît lors de la visite du site de production quelques non-conformités vis-à-vis de la réglementation :

- Clôture non conforme et en mauvais état ;
- Tête de puits non conforme (margelle dépassant de 0,11 cm du sol de local technique au lieu de 0,2).

Les archives disponibles dans la base des données du sous-sol ont été consultées afin de rassembler les données de pompages antérieurs. Par ailleurs, M. Roux, hydrogéologue agréé, cite d'autres pompages dans son avis préliminaire. Ces éléments sont présentés ci-après :

- Pompage réalisé en novembre 1961 : Débit de 53 m³/h, durée non connue, rabattement maximal de 1,39 m soit un **débit spécifique de 38,1 m³/h/m** ;
- Pompage réalisé en juillet 1962 : débit de 67 m³/h, durée non connue, rabattement maximal de 0,37 m soit un débit spécifique de 181 m³/h/m → **données non cohérentes** ;
- Pompage réalisé en novembre 1962 : débit de 67 m³/h, durée non connue, rabattement maximal de 1,40 m, soit un **débit spécifique de 47,8 m³/h/m** ;
- Pompage réalisé en août 1986 : débit de 72 m³/h, durée non connue, rabattement maximal de 1,35 m, soit un **débit spécifique de 53,3 m³/h/m**.

Ces données partielles ne permettent pas de conclure sur la productivité initiale de l'ouvrage.

3.2. Piézomètre Pz1

Dans le cadre de la présente étude, l'hydrogéologue agréé a préconisé la réalisation d'un piézomètre à 30 m du captage en vue d'interpréter les essais de pompage et de traçage réalisés.

L'ouvrage a été réalisé les 2 et 3 mai 2020 par l'entreprise EXEAU TP à une profondeur de 10 m. Le DOE de EXEAU est présenté en annexe 5. Sa localisation est présentée ci-dessous.



Figure 4 : Localisation de Pz1

Tableau 2 : Coordonnées géographiques et cadastrales du piézomètre

Désignation	X (L93) en m	Y (L93) en m	Z en mNGF	Commune	Section	Parcelle
Pz1	576706	6780631	109,26	Marboué	YC	187

Les terrains traversés ont été les suivants :

- De 0 à 4 m : alluvions graveleuses brunes mêlées de fragments centimétriques de silex
- De 4 à 6 m : Craie blanche à silex très altérée ;
- De 6 à 10 m : Craie blanche à silex fracturée.

Des venues d'eau ont été observées dès 2,2 m de profondeur.

La coupe technique de l'ouvrage est la suivante :

- Foration du piézomètre en \varnothing 190 mm ;
- Pose d'un tubage acier en \varnothing 160/168 mm de +1,50 à -3,50 m ;
- Pose d'un tubage PVC en \varnothing 80/90 mm (du sol à -10 m avec une section crépinée (slot 1 mm) de -4 à -10) et bouchon de fond.
- Pose d'un massif filtrant 2-4 mm de -3,8 m au fond.
- Mise en place d'un bouchon d'argiles gonflantes (sobranite) de -3,6 à -3,8 m.
- Cimentation gravitaire à l'extrados du tubage PVC du sol à -3,6 m.

La tête de l'ouvrage a été réalisée conformément à l'arrêté du 11 septembre 2003. La tête de puits dépasse de 1,5 m/sol, de manière à placer l'ouvrage au-dessus de la cote des plus hautes eaux. Une dalle de 3 m² a été réalisée. La tête de l'ouvrage Pz1 est présentée ci-après et la coupe de l'ouvrage est présentée en Figure 5.

Remarque : cet ouvrage sera comblé conformément à l'arrêté du 11 septembre 2003 à l'issue de la présente étude.



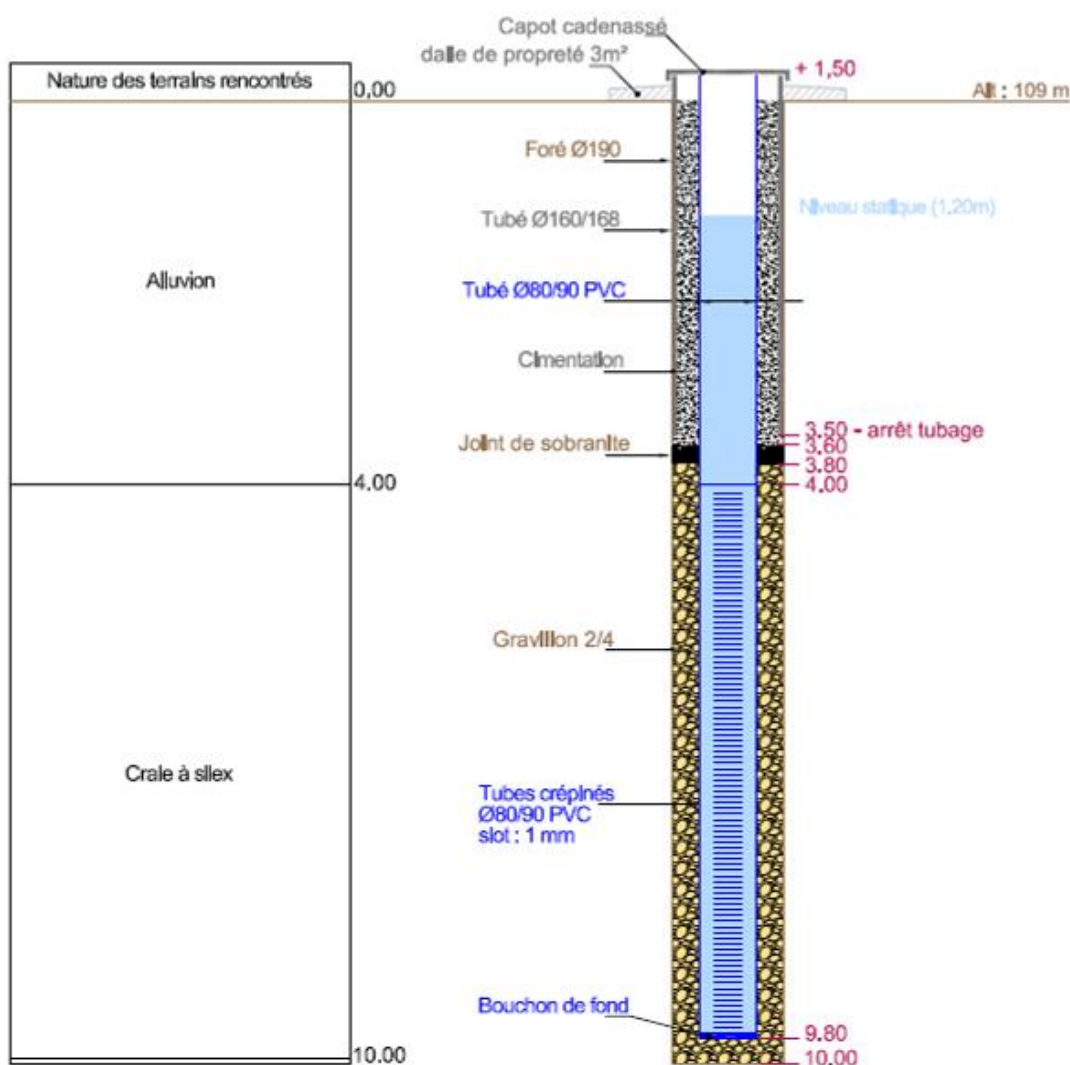
Ouvrage Pz1

Communauté de Communes du Grand Châteaudun
 Commune de Marboué (28)
 Lieu-dit: Stade

Date: 02/06/2020

COUPE DE FORAGE REALISE

PZ 1



Le Bois Chesneau - 45460 BOUZY LA FORET
 Tél : 02.38.58.30.56 - Mail : exeau@exeau.com
 Site : www.exeau-centre.com

Section de forage:
 fora-cc grand chateaudun_2020.dwg

Figure 5 : Coupe du piézomètre PZ1 (source : EXEAU)

4. CONTEXTES GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE SUCCINCTS

4.1. Géologie

La commune de Marboué se trouve dans la partie orientale du plateau beauceron et son territoire s'étend dans la vallée du Loir et, de part et d'autre de celle-ci, sur le plateau qui la domine.

Le substratum géologique de la région est constitué par les assises crayeuses du Crétacé comprenant, de bas en haut, dans l'ordre de superposition :

- Le Turonien (non affleurant au droit du site), représenté par une craie marneuse grise à rares silex dont la puissance serait de l'ordre de 70 m ;
- Le Sénonien (affleurant au sud du bois des Coudreaux), constitué par une craie blanche ou jaunâtre compacte, à bryozoaires et silex blonds ou noirs datée du Coniacien-Santonien. Sa puissance varie de 40 à 60 m.

L'altération de cette dernière est à l'origine de la **Formation Résiduelle à Silex** constituée par une argile blanche ou rougeâtre plus ou moins riche en silex remaniés. Son épaisseur est de 20 à 25 m. On observe parfois à sa partie supérieure des conglomérats de silex à ciment calcédonieux ou des grès blancs ou rosés se présentant en blocs.

- Le Lutétien (non affleurant au droit du site), d'origine lacustre, représenté par des marnes pulvérulentes blanches à ocre d'une quinzaine de mètres d'épaisseur ;
- L'Aquitaniens (non affleurant au droit du site), d'origine lacustre, présent au sud de la vallée de la Conie sous forme de calcaire bréchoïde et carié épais d'une dizaine de mètres ;
- Les formations quaternaires :
 - Limons des plateaux ;
 - Alluvions anciennes caillouteuses formant le remplissage alluvial du Loir et localement disposé en terrasses ;
 - Alluvions modernes argilo-sableuses fines, parfois tourbeuses.

La carte géologique présentée en figure suivante présente ces formations :

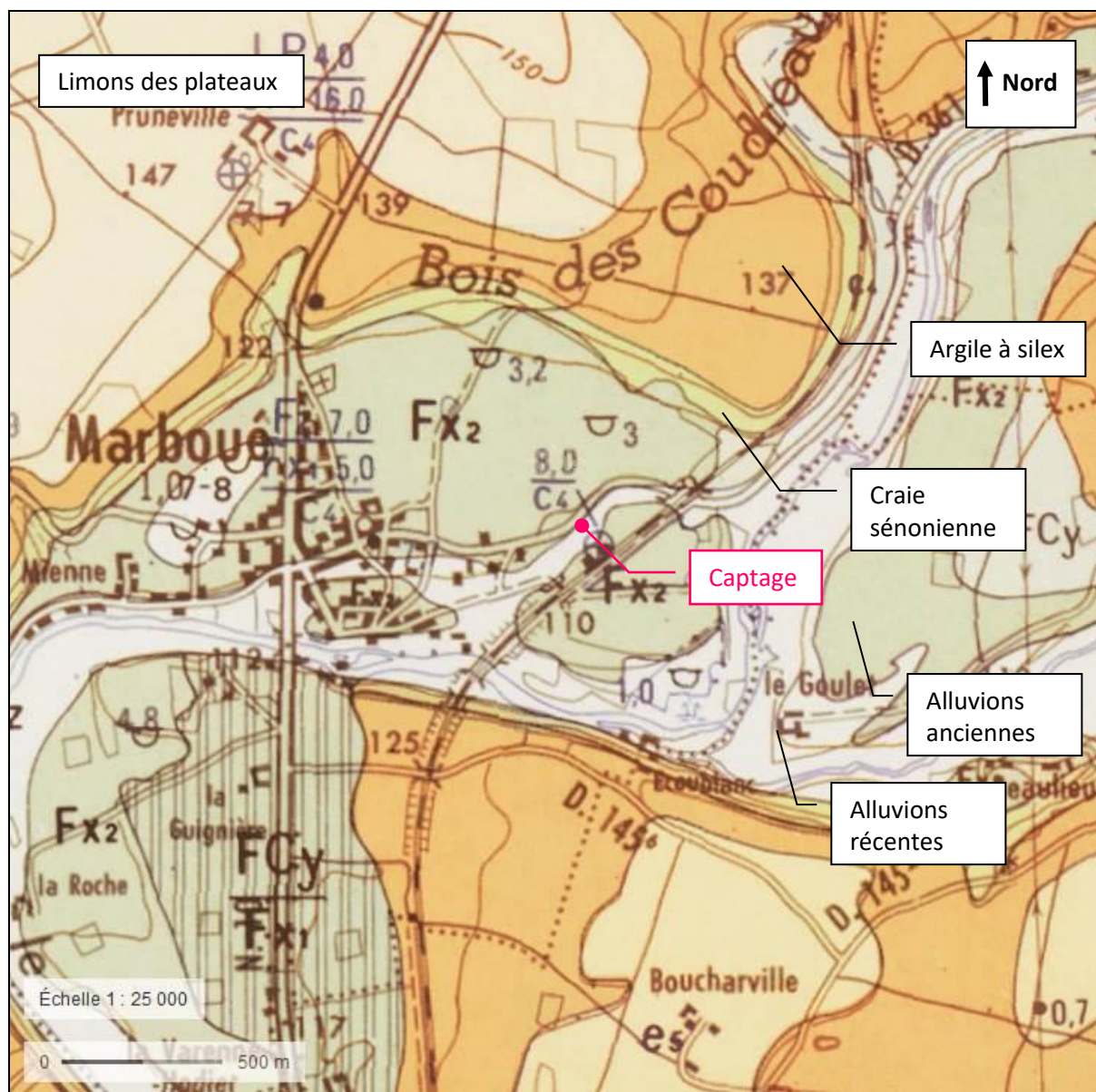


Figure 6 : Extrait de la carte géologique locale (source : BRGM)

Au droit du captage du Stade, les formations suivantes ont été observées à la foration :

- De 0 à 3,5 m/sol : Alluvions
- De 3,5 à 8,5 m/sol : Craie sénonienne.

4.2. Hydrogéologie

4.2.1. *Contexte général*

Sur le plan hydrogéologique, les aquifères suivants sont recensés au droit du site :

- La craie sénonienne : cette roche possède une porosité d'interstices assez forte mais n'est originellement que peu aquifère en raison de la faible dimension des pores. Elle est cependant productive lorsqu'elle a acquis une perméabilité secondaire par altération et/ou fissuration, situation qui se rencontre le plus souvent dans les zones d'affleurement de la craie et en bordure des vallées. Des conduits karstiques peuvent même conduire à de fortes productivités sur les forages les interceptant. La nappe correspondante, libre, est drainée par les principales vallées ;
- La formation lacustre de Beauce accueille une nappe libre de fissures retenue par la formation résiduelle à silex imperméables. Marboué se trouve en limite de la zone d'extension des calcaires et le réservoir y est soit totalement dénoyé, soit peu productif. Les calcaires de Beauce ne sont pas reconnus au droit du forage.
- Les alluvions anciennes du Loir reposent directement sur la craie sénonienne et présentent une continuité hydraulique avec cette formation. Elles renferment la nappe libre d'accompagnement du Loir et forment un aquifère bi-couches avec la craie.

L'aquifère exploité par le captage de Marboué est donc bi-couches, et se compose de la craie sénonienne fracturée sous couvert des alluvions anciennes du Loir.

4.2.2. Piézométrie

La piézométrie de la nappe de la craie est la suivante au droit du site.

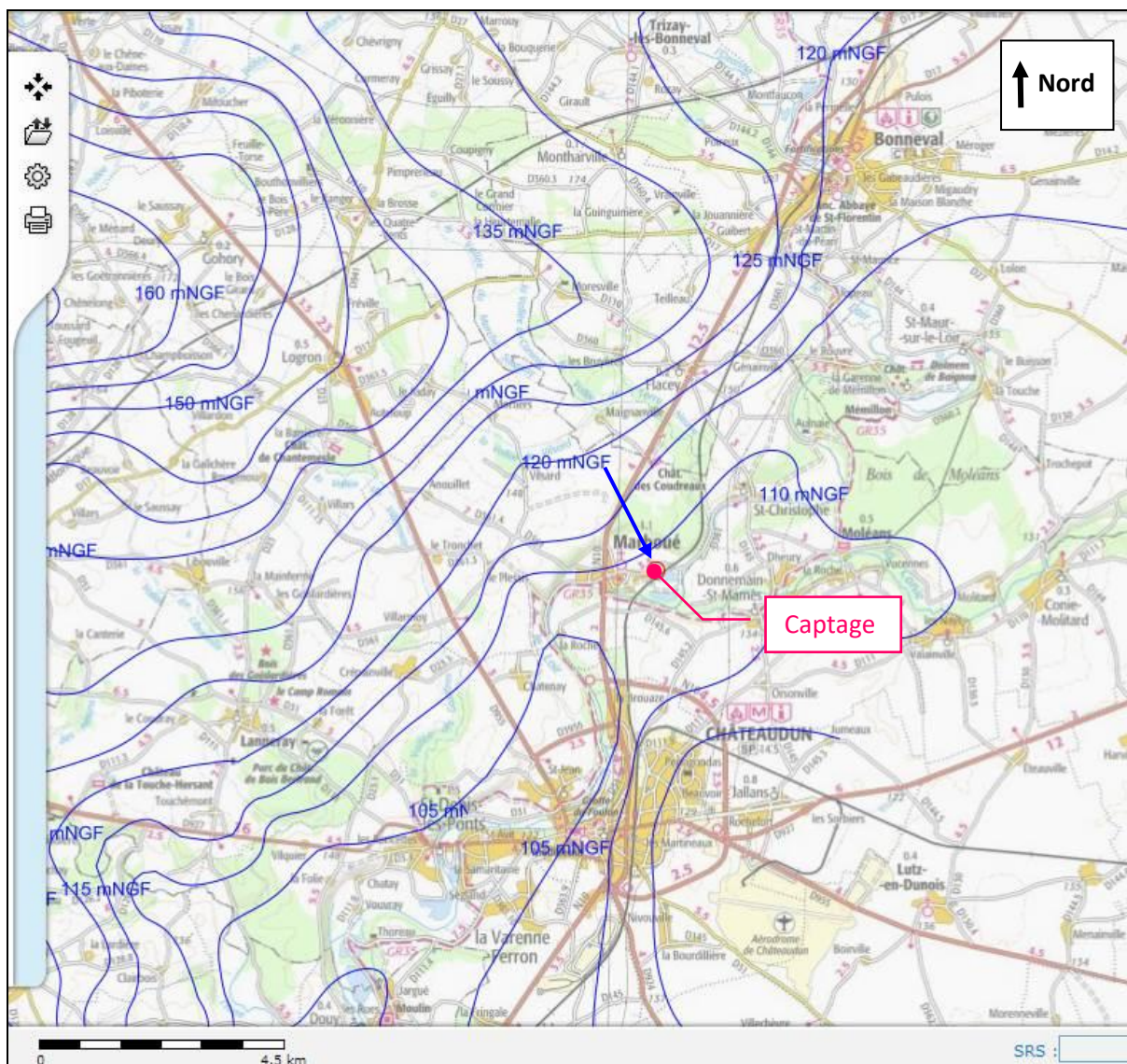


Figure 7 : Carte piézométrie de la nappe de la Craie réalisée en août 2005 (source : CD28)

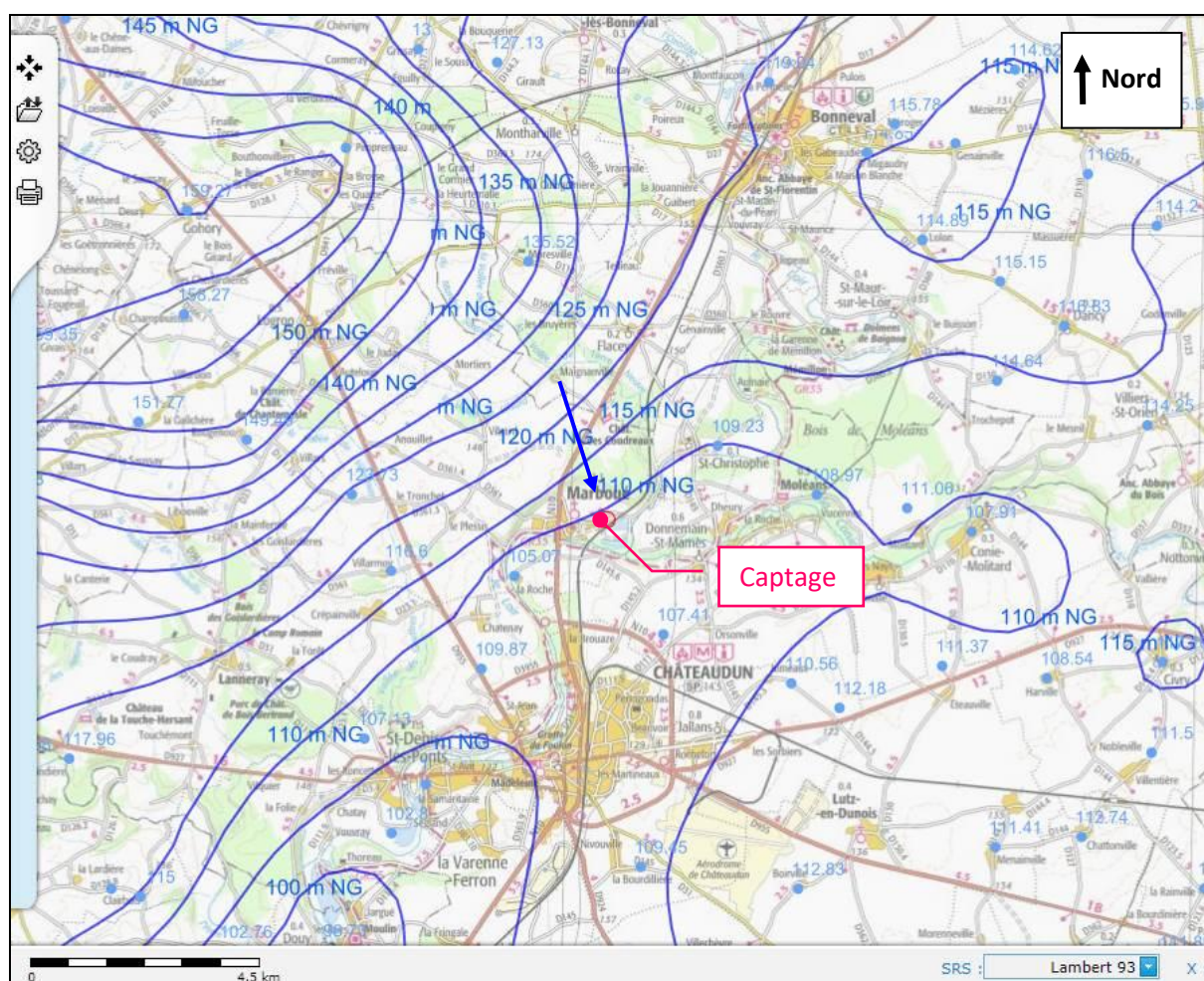


Figure 8 : Carte piézométrie de la nappe de la craie réalisée en BE 2008 (source : SIGES Centre)

Les eaux souterraines circulant dans la nappe de la craie s'écoulent en direction du sud-est, avec une influence marquée du réseau hydrographique et notamment du Loir. Le gradient hydraulique est de 0,53% au droit du captage (basses eaux 2008).

4.2.3. Évolution du niveau piézométrique

Le piézomètre le plus proche (BSS000XZFS) captant la nappe de la craie est localisé sur la commune de Logron, au lieu-dit *Les Brières*, à 9,4 km au nord-ouest, en amont hydrogéologique du captage.

Sa localisation est donnée ci-dessous. Il est situé à 169 mNGF et le niveau piézométrique en basses eaux 2008 s'établit à 158,3 mNGF là où le niveau piézométrique du captage de Marboué est de 110 mNGF environ.

Les plus basses eaux connues sont répertoriées en novembre 1993 avec une cote à 155,56 mNGF. Les plus hautes eaux connues sont répertoriées en avril 2002 avec une cote à 162,72 mNGF. Le battement interannuel est donc de 7,16 m. Le 16 juin 2020, la cote observée est de 158,98 mNGF, en fin de période de hautes eaux (pic de 159,4 mNGF atteint le 11/05/2020).

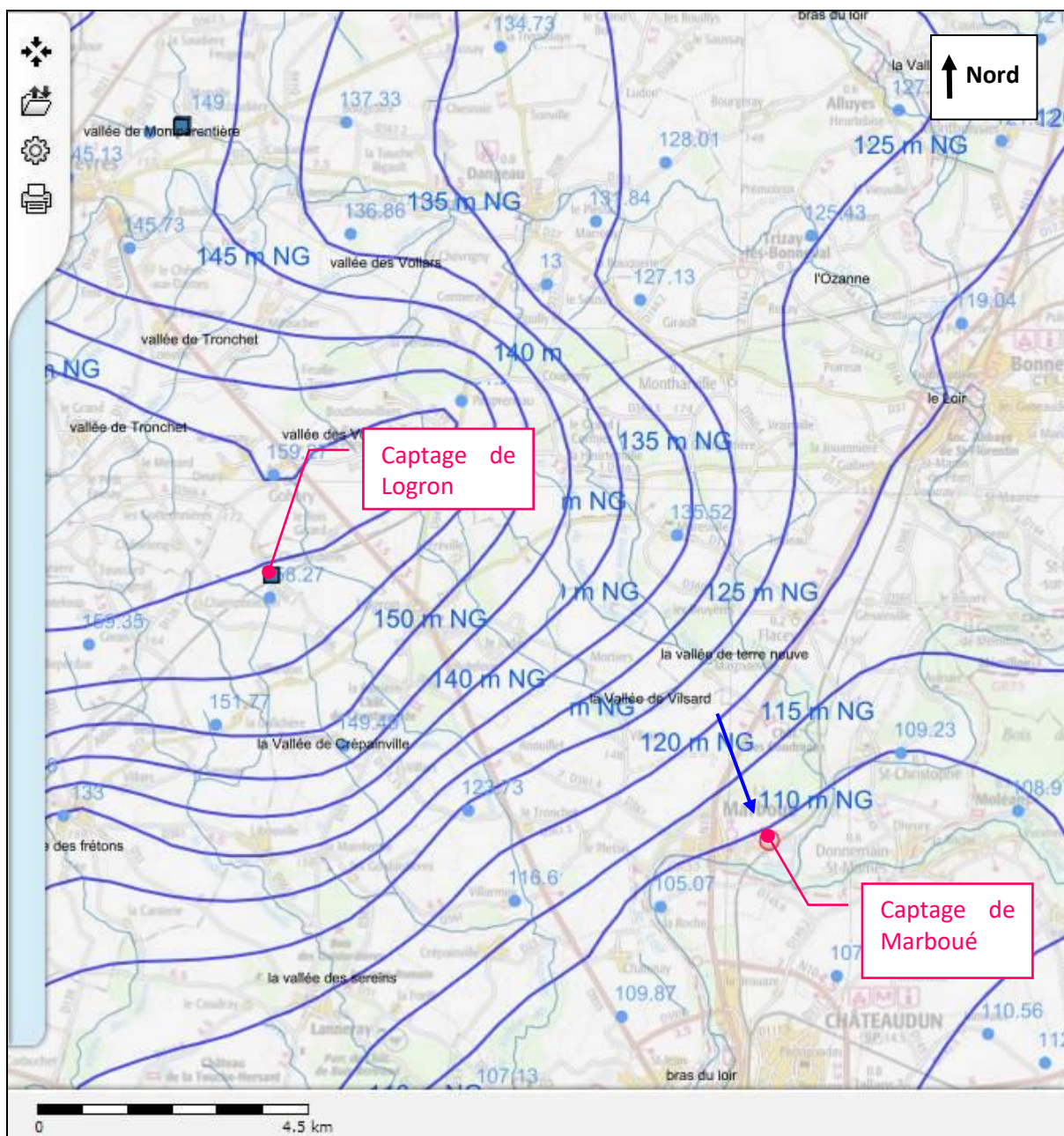


Figure 9 : Localisation du piézomètre ADES sur fonds de carte piézométrique BE 2008 (source : SIGES Centre)

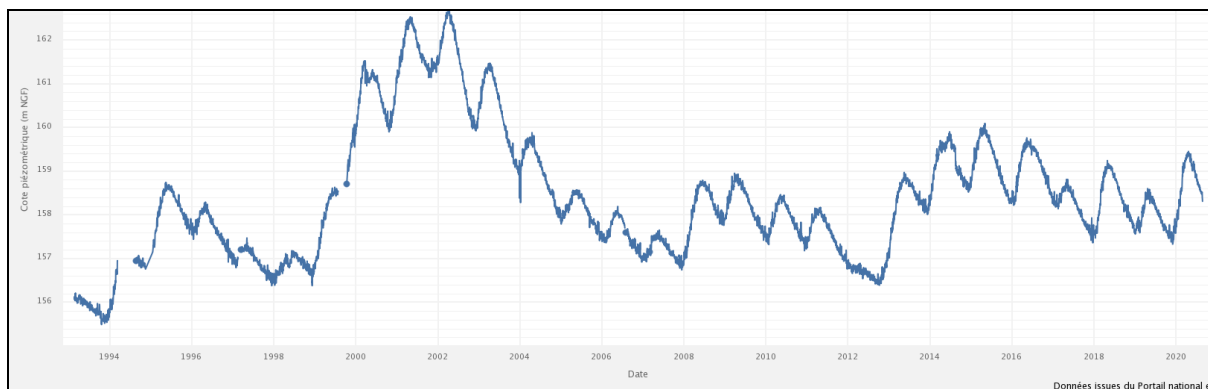


Figure 10 : Évolution de la cote piézométrique en fonction du temps

4.3. Hydrologie

Le forage du Stade est situé 465 m à l'ouest du Loir et 125 m au nord d'une ancienne gravière transformée en plan d'eau (le rapport de l'hydrogéologue agréé de 1999 précise que ces anciennes ballastières avaient atteint le toit de la craie).

La figure suivante présente les cours d'eau les plus proches du forage.

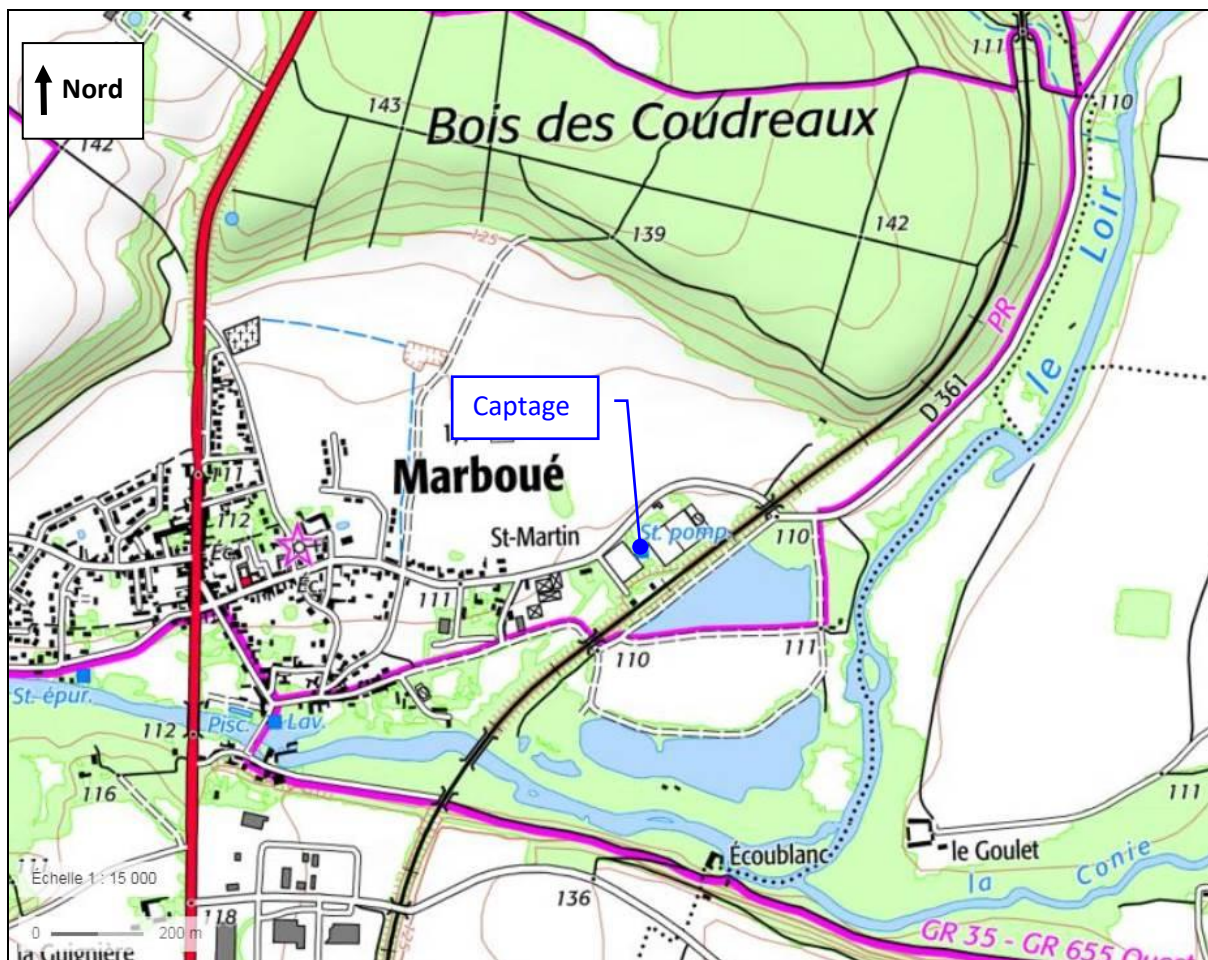


Figure 11 : Contexte hydrologique (source : Géoportail – Janvier 2020)

5. DIAGNOSTIC DE L'OUVRAGE

5.1.1. Inspection vidéo

L'inspection vidéo a été menée sur l'ouvrage le 5 juin 2020, par l'entreprise EDREE, en présence de la SAUR.

Le repère a été pris au niveau de l'IPN situé dans le local technique soit à +1,61 m/terrain naturel (margelle de 0,11 m/sol du local et local surélevé de 1,5 m/terrain naturel). Les éléments suivants ont été notés :

- Le puits est composé d'un cuvelage en béton (vraisemblablement coulé sur place) de 0 (repère = IPN dans le local) à 6,7 m/repère soit 5,09 m/sol. À partir de 6,7 m/repère, des briques plâtrières commencent à apparaître, insérées verticalement dans le cuvelage. Vers 7,3 m/repère soit 5,69 m/sol, elles sont plus nombreuses. Les ouvertures sont bien ouvertes.
- La pompe restant dans le forage est située entre 7,3 m/repère (haut de la pompe) et le fond reconnu du forage (bas de la pompe posée sur le fond), sa crépine étant située à 8,1 m/repère, soit à 1 m du fond.
- Le fond du forage, partiellement comblé, a été reconnu à 9,1 m/IPN soit 7,5 m/sol au moyen d'une sonde piézométrique (la caméra le repère à 8,85 m/repère mais est moins précise).

Un comblement de 1 m est donc observé. Le fond est encombré de déblais notamment des morceaux de ciment centimétriques, un morceau de tôle, un joint...

- **Le niveau statique est reconnu à 2,61 m/IPN soit environ 1 m/sol.**

D'après l'inspection vidéo du captage de Marboué, celui-ci paraît en bon état, avec un taux d'ouverture des crépines important.

Sous réserve que la productivité du forage continue à donner satisfaction, aucune intervention n'est à prévoir sur l'ouvrage à court terme (ni de réhabilitation ni de nettoyage) malgré les dépôts en fond de forage.

Il convient toutefois de surveiller l'évolution de sa productivité.

Pour suivre l'évolution de la productivité du forage, il conviendrait de mesurer le niveau statique (hors repos) et le niveau dynamique (en pompage, après quelques heures de pompages en continu, dans l'idéal) pour connaître le rabattement et ainsi leur productivité correspondant au débit de pompage.

Le reportage photographique suivant présente l'état intérieur de l'ouvrage.



Cuvelage en béton : 1,76 m/repère



Niveau statique à 2,61 m/repère



Vue sur le fond du puits : 3,1 m/repère



Exemple de jointure : 4 m/repère



Vue sur le fond de l'ouvrage : 5,4 m/repère



Crépines de la pompe et de l'ouvrage : 6,3 m/repère



Premières crépines à partir de 6,7 m /repère



Haut de la pompe d'exploitation : 7,3 m/repère
Début de la partie crépinée visible en arrière plan



Vue sur les crépines : 7,73 m/repère



Vue sur les crépines : 7,76 m/repère



Crépine de la pompe : 8,11 m/repère



Fond du forage et pompe posée : 8,74 m/repère



Zoom sur les crépines (briques plâtrières)



Fond de l'ouvrage

5.1.2. Pompage par paliers de débits croissants

Le pompage par paliers de débits croissants de 2h, non enchainés, s'est tenu les 11 et 12 juin 2020. Le tableau suivant présente les débits testés et les rabattements correspondants.

Le niveau statique au début des essais a été relevé à 2,55 m/repère (IPN soit +1,61 m/terrain naturel).

Tableau 3 : Données de pompage

N° de palier	Durée de pompage	Durée de remontée	Débit	NS	ND à t=120 min	Rabattement final	Rabattement spécifique	Débit spécifique (m3/h/m)	Palier valide
	(min)	(min)	(m ³ /h)	(m)	(m)	(m)	(h/m ²)	(m3/h/m)	O/N
1	120,00	120,00	70,00	2,55	3,33	0,78	0,011	89,74	O
2	120,00	120,00	100,00	2,61	4,06	1,45	0,015	68,97	O
3	120,00	120,00	130,00	2,57	4,87	2,30	0,018	56,52	O
4	120,00	120,00	160,00	2,72	5,88	3,16	0,020	50,63	O

Le suivi manuel des niveaux est présenté en Figure 12 ci-après.

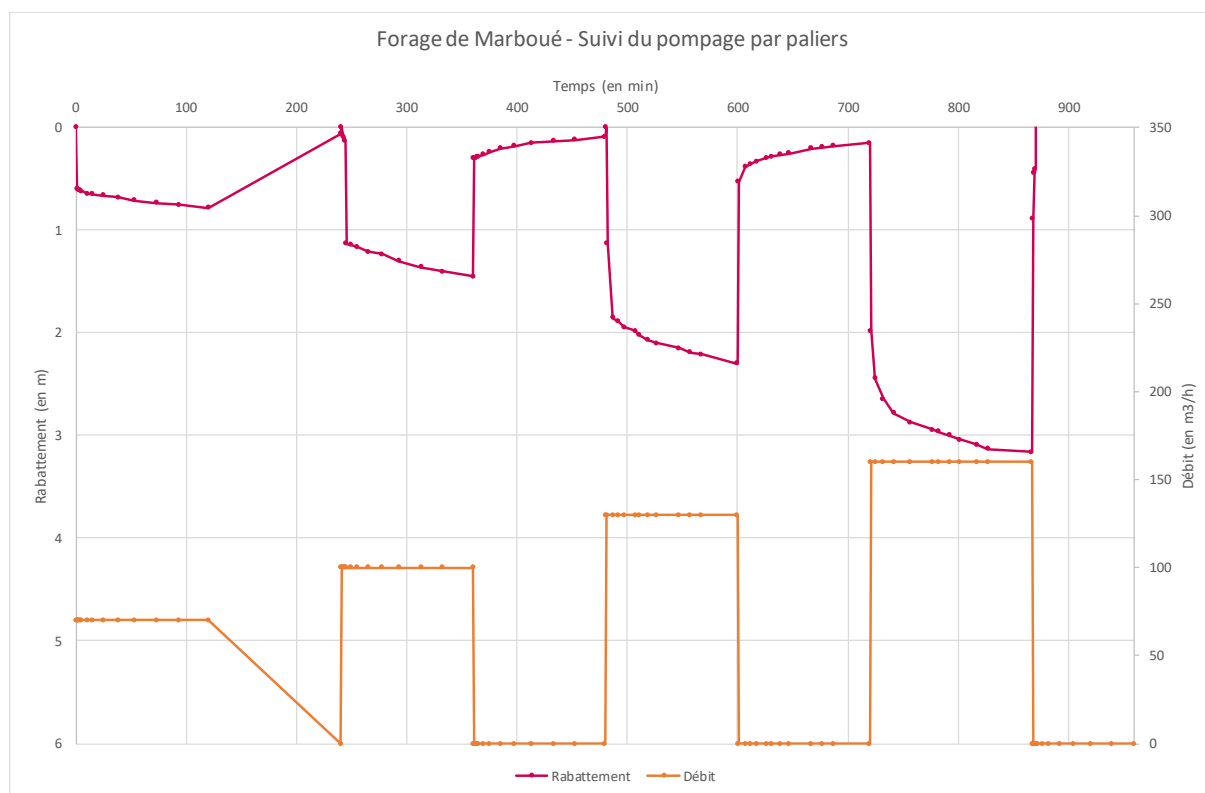
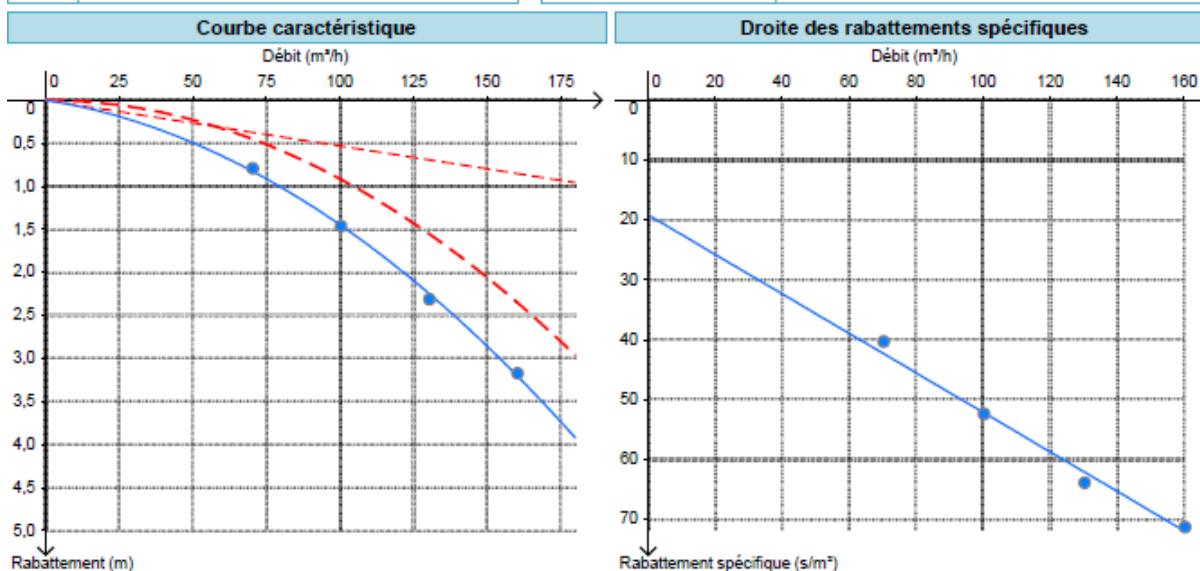


Figure 12 : Suivi des rabattements sur le puits communal durant les essais par paliers

L'interprétation des essais a été réalisée via le logiciel OUAIP développé par le BRGM. Elle est présentée en Figure 13 ci-après.

Site	Stade	Société	Utilities Performance
Date	11/06/2020	Aquifère capté	Craie
Projet	DUP Marboué	Epaisseur de l'aquifère	18 m
Client	CCGC	Type d'ouvrage	Puits



Légende		Légende	
●	Points expérimentaux	●	Points expérimentaux
- - -	PDC linéaires	—	Rabatement spécifique
- - -	PDC quadratiques		
—	Courbe caractéristique du puits		

Pompage par palier	Débit (m³/h)	Rabatement mesuré (m)	Temps de pompage (min)	Temps de remontée (min)	Rabatement linéaire calculé (m)	Rabatement quadratique calculé (m)	Rabatement spécifique mesuré (h/m²)	Rabatement spécifique calculé (h/m²)	Ecart (sim-obs) (m)
Pallier 1	70	0,78	120	120	0,37	0,45	1,11×10 ⁻²	1,17×10 ⁻²	4,1×10 ⁻²
Pallier 2	100	1,45	120	120	0,53	0,92	1,45×10 ⁻²	1,45×10 ⁻²	-2,65×10 ⁻³
Pallier 3	130	2,3	120	120	0,69	1,5	1,77×10 ⁻²	1,72×10 ⁻²	-6,16×10 ⁻²
Pallier 4	160	3,16	120	120	0,85	2,3	1,98×10 ⁻²	2×10 ⁻²	3,43×10 ⁻²

Résultats de l'ajustement		
Coef. de pertes de charges linéaires (B)	5,32×10 ⁻³ h/m ²	19,2 s/m ²
Coef. de pertes de charges quadratiques (C)	9,15×10 ⁻⁵ h ² /m ⁵	1 190 s ² /m ⁵
Exposant (n)	2,00	

Figure 13 : Interprétation du pompage par paliers de débit (source : OUAIP)

Bien que les pertes de charge liées à l'ouvrage (pertes de charges quadratiques) soient supérieures aux pertes de charge linéaires dès le premier palier, les faibles rabattements observés (3,16 m au bout de 2h à 160 m³/h) permettent d'envisager un pompage d'essai à un débit supérieur au débit d'exploitation de 60 m³/h.

Au vu de ces données et en accord avec l'hydrogéologue agréé M. Roux, le débit du pompage de longue durée a été fixé à 120 m³/h.

6. ÉTAT ET PRODUCTIVITÉ DE LA NAPPE

6.1. Pompage d'essai de 72 heures

Le pompage d'essai a été réalisé à 120 m³/h du 15/06/2020 à 12h50 jusqu'au 18/06/2020 à 13h02. L'essai a duré 73h et la remontée a été suivie pendant 20h. Une analyse de type première adduction a été effectuée sur les eaux pompées par le laboratoire CARSO à l'issue de l'essai. Le bordereau d'analyses est présenté en Annexe 2.

Le rejet des eaux d'exhaure a été effectué dans le Loir à 600 ml du forage.

Pour rappel, le local technique où est implanté l'ouvrage est surélevé de 1,5 m/sol et le puits comporte une margelle dépassant de 0,11 m/sol du local technique, soit un repère surélevé de 1,61 m/sol.

Le niveau piézométrique a été suivi manuellement et au moyen d'une sonde enregistreuse. Par ailleurs, les ouvrages suivants ont été équipés et suivis durant l'essai :

- Pz1 ;
- Pz2 ;
- Forage du pépiniériste Plantes du Pays Dunois - BSS000YAAK ;
- Forage de M. Laurent ;
- Fosse exploitée par la SCEA de Villechèvre.

Les données enregistrées par les sondes sont présentées en annexe 5 (Puits communal, Pz1) et en annexe 6 (autres ouvrages).

Remarque : la configuration de la tête du forage exploitée par la société DEL PAYSAGE, situé en dehors de la zone d'étude, n'a pas permis la pose d'une sonde enregistreuse.

Les caractéristiques des ouvrages sont présentées ci-après.

Tableau 4 : Caractéristiques des ouvrages suivis

Nom de l'ouvrage	Ouvrage	Distance au forage	Z (mNGF)	Nature du repère	Repère	NS (m/sol)	Fond ouvrage (m/sol)	Nappe captée
BSS000XZYL	Puits communal	0	108,89	IPN	1,61	0,94	8,39	Alluvions + Craie
PZ1	Pz1	37	109,26	Haut du tube	1,50	1,20	10,00	Alluvions + Craie
Forage de M. Laurent	Forage M. LAURENT	95	108,69	Haut du tube	0,93	0,745	20,08	Craie
BSS000YAAP	Fosse SCEA de VilleChèvre	188	111,74	sol	0,00	-	5,50	Alluvions + Craie
BSS000YAAK	Puits Plantes du Pays Dunois	230	110,22	Margelle	0,12	2,29	10,03	Alluvions + Craie
PZ2	Pz2	299	110,63	Haut du tube	0,42	2,11	10,08	Alluvions + Craie

La **Figure 14** présente la localisation des ouvrages suivis.

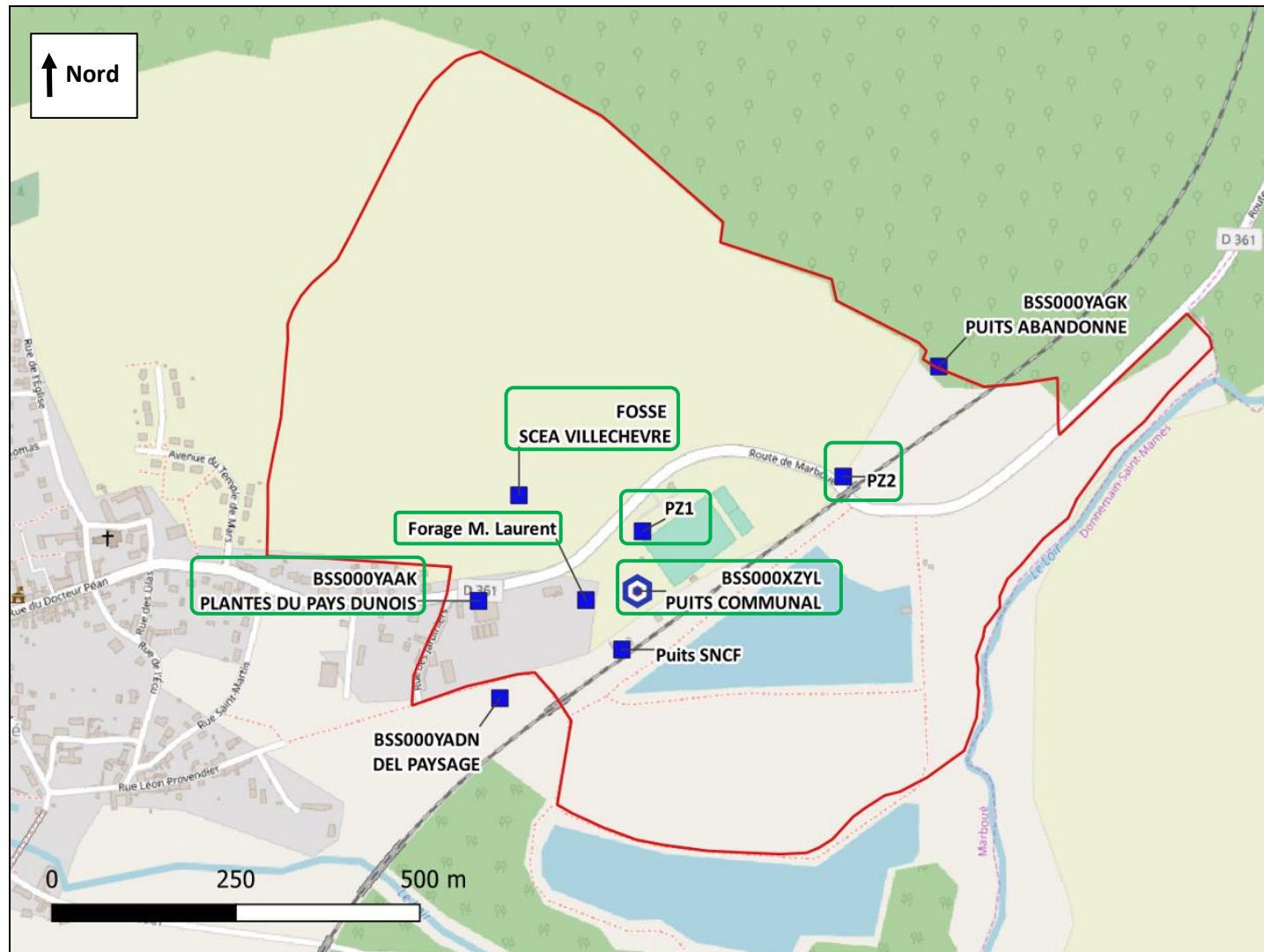


Figure 14 : Localisation des ouvrages suivis durant l'essai (en vert)

6.1.1. Evolution du niveau piézométrique du puits communal

Le niveau statique dans le puits communal au début de l'essai était de 2,55 m/repère soit 0,94 m/sol. En fin de pompage, le niveau piézométrique dynamique a atteint 4,49 m/sol.

Le rabattement observé en fin d'essai est de 3,55 m, soit un débit spécifique de 33,8 m³/h/m.

Au bout de 72h de pompage continu, le niveau dynamique n'est pas stabilisé. Suite à l'arrêt du pompage, le niveau d'eau remonte lentement puisqu'à l'arrêt du suivi, 20h après l'arrêt, le rabattement est encore de 0,5 m. L'évolution du niveau piézométrique est similaire sur le piézomètre Pz1, qui est étudié plus loin.

Les graphiques présentés en Figure 15 et Figure 16 présentent l'évolution du niveau dynamique et du rabattement sur le puits et le piézomètre Pz1 sur cette période.

Les **Figure 17** et **Figure 18** présentent les évolutions des cotes piézométriques (en mNGF) et des rabattements sur les ouvrages suivis.

La **Figure 19** présente l'évolution du niveau dynamique dans le puits en fonction du temps selon un axe des abscisses en semi-log (données de pompage manuelles). Ce graphique permet de visualiser l'accélération de la baisse du niveau dynamique après 3,4 m/sol, probablement une fois le réservoir des alluvions vidangé. Une fois cette cote atteinte (en 11,6 h), le niveau dynamique poursuit sa descente plus rapidement, jusqu'à l'arrêt du pompage.

Une extrapolation permet de supposer que les crépines du puits situées à 5 m de profondeur seraient dénoyées après un peu moins de 7h de pompage continu.

Aucune limite d'alimentation n'est observée sur cette courbe.

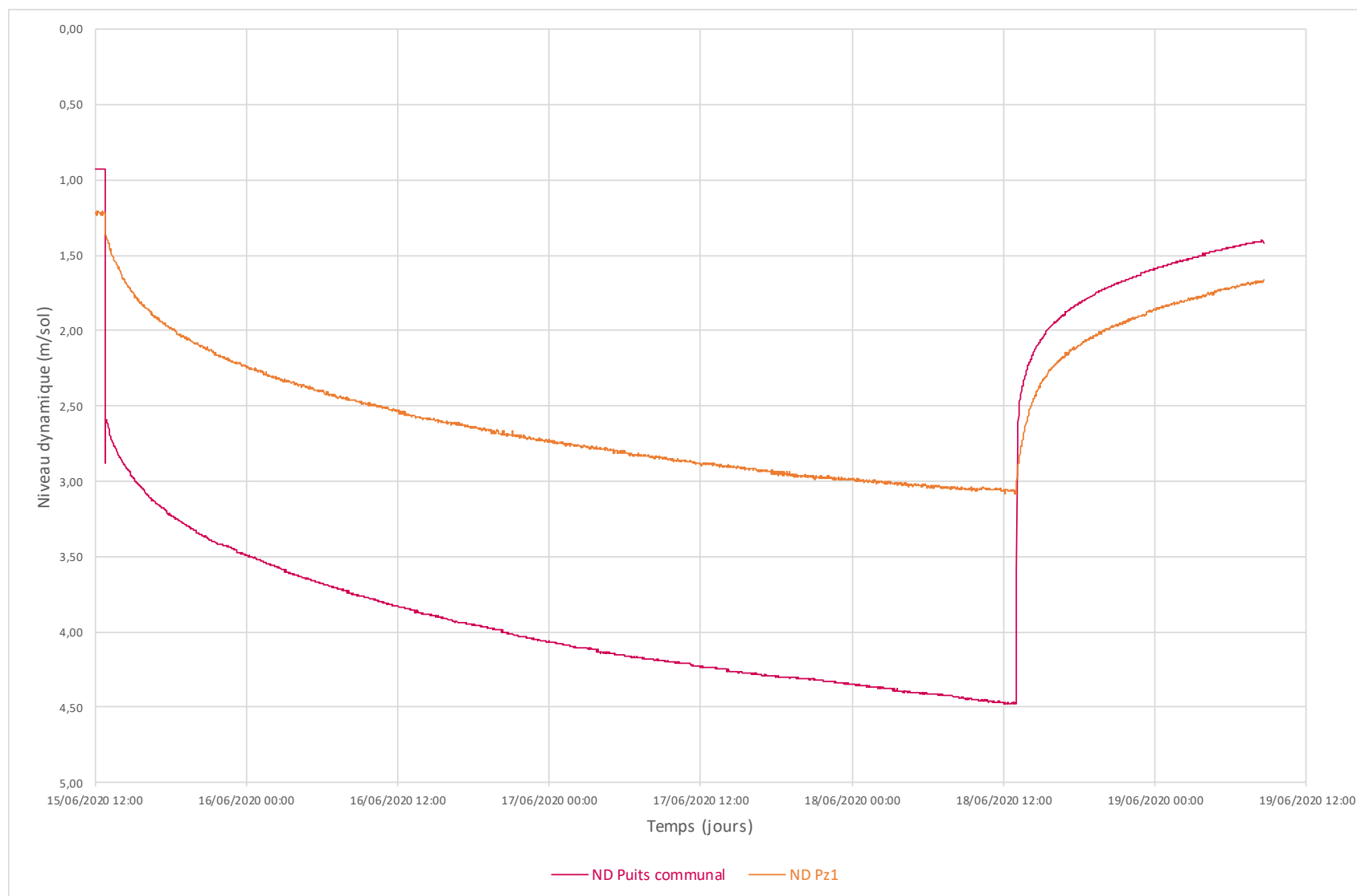


Figure 15 : Évolution du niveau dynamique sur le puits communal et Pz1 durant le pompage d’essai

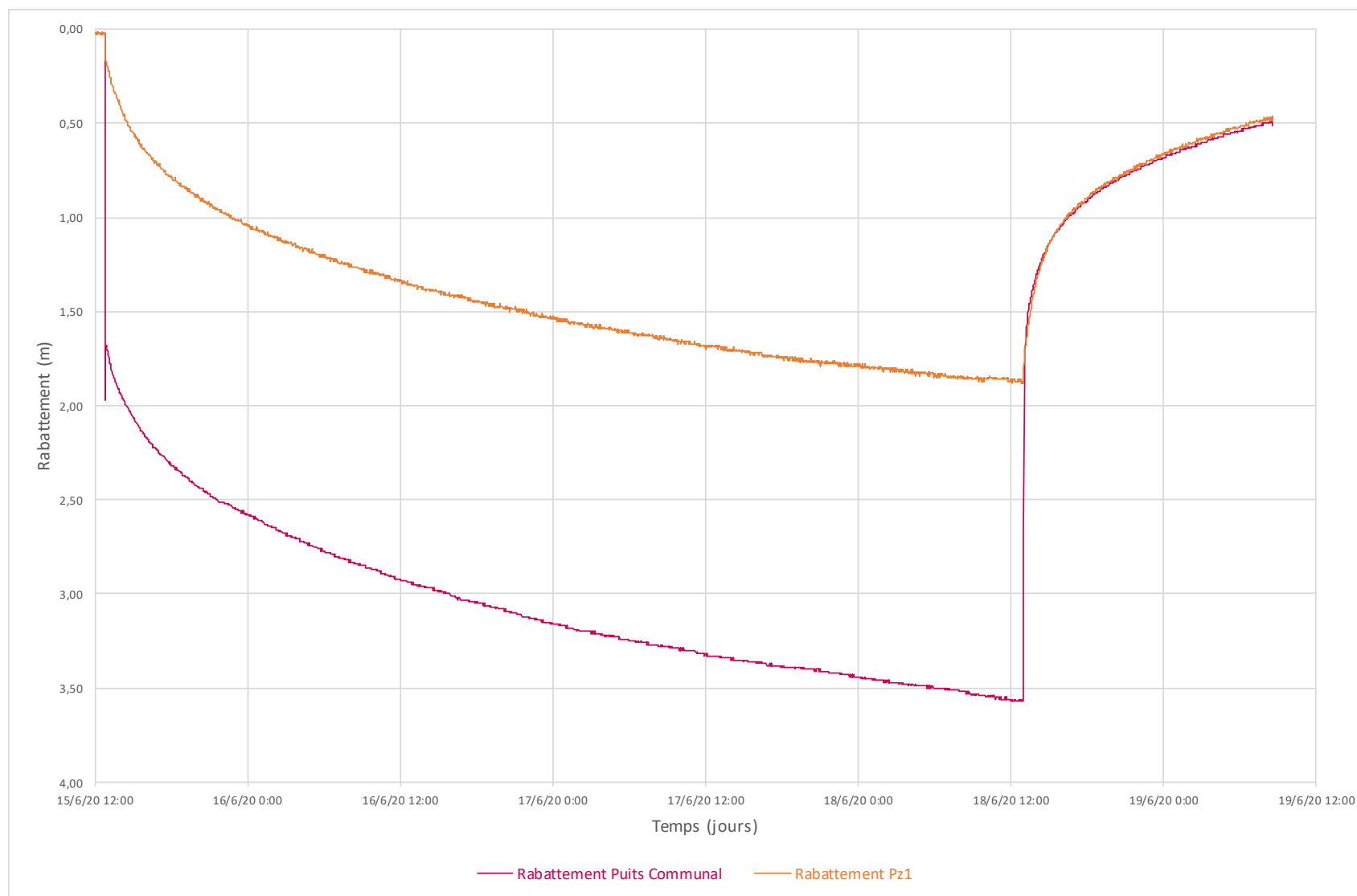


Figure 16 : Évolution du rabattement sur le puits communal et Pz1 durant le pompage d'essai

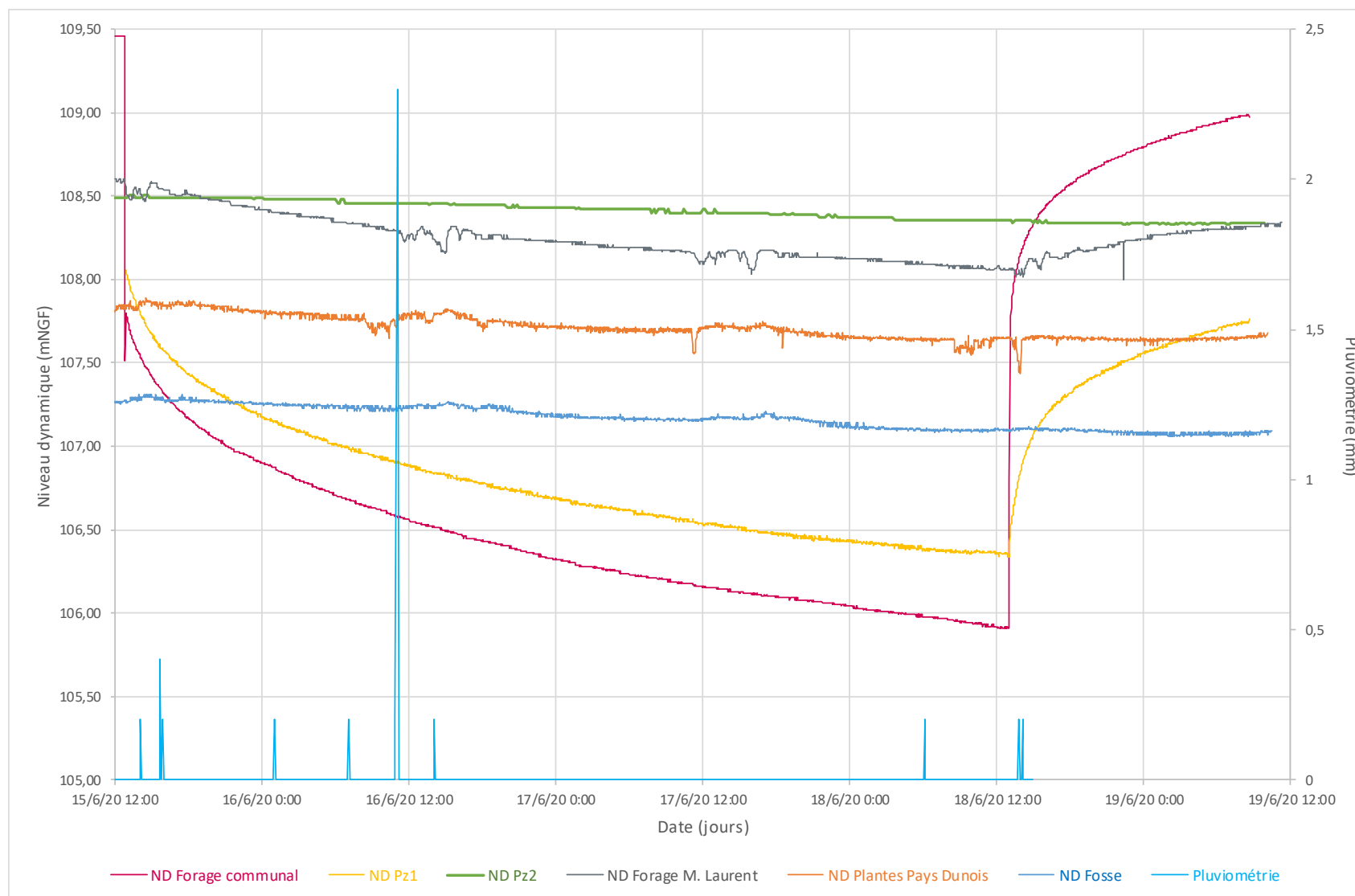


Figure 17 : Évolution du niveau dynamique sur les ouvrages suivis et pluviométrie (en mNGF)

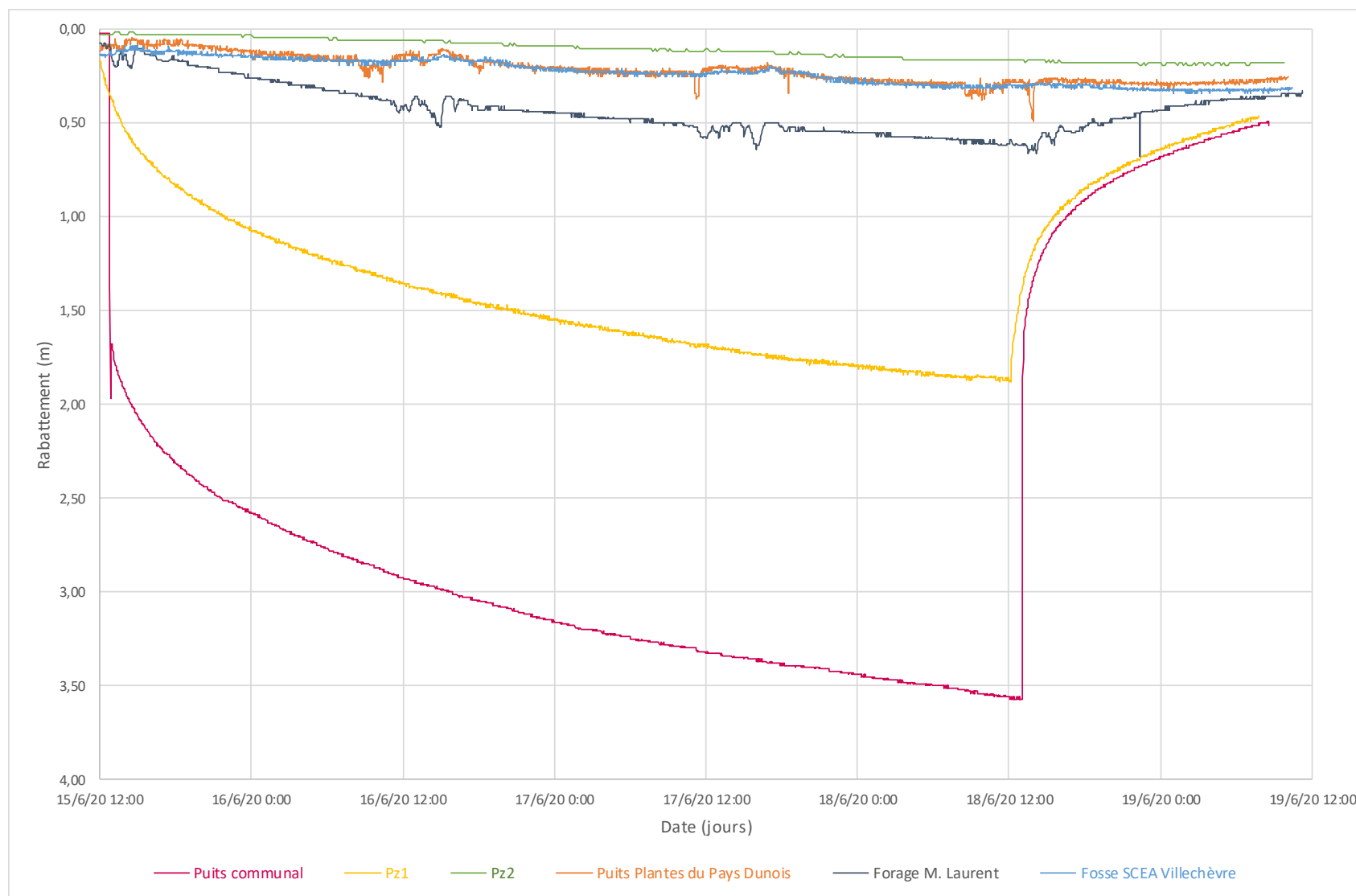


Figure 18 : Évolution du rabattement sur les ouvrages suivis (en mNGF)

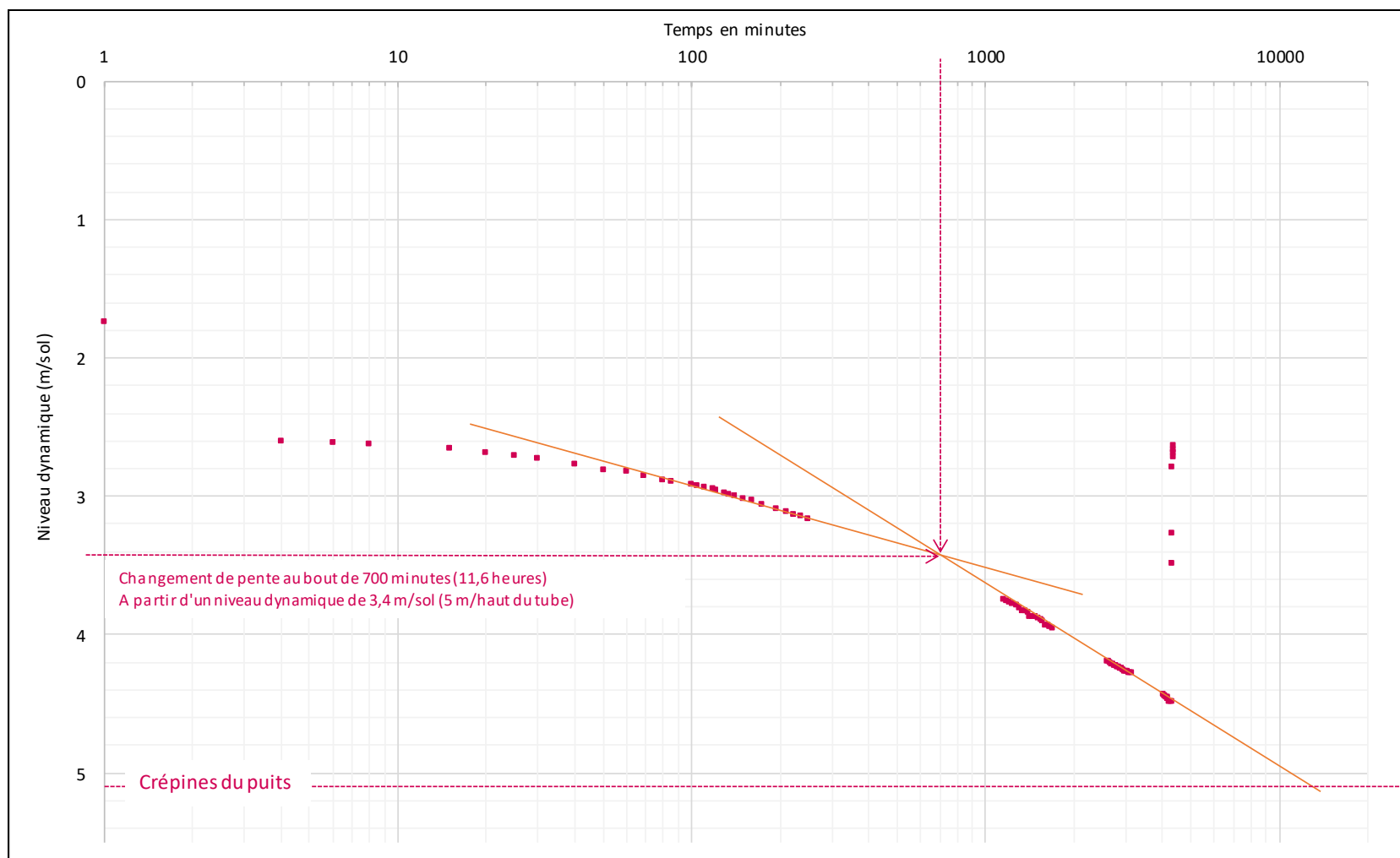


Figure 19 : Évolution du niveau dynamique en fonction du temps sur le puits (en m/sol)

6.1.2. Suivi des ouvrages avoisinants

Par ailleurs, les rabattements maximaux relevés sur les ouvrages (hors utilisation ponctuelle des puits privés) lors du pompage d'essai sont reportés dans le tableau ci-après.

Tableau 5 : Incidence du pompage sur les ouvrages suivis

Nom de l'ouvrage	Ouvrage	Distance au forage	NS (m/sol)	NS (mNGF)	ND en fin d'essai (m/sol)	ND en fin d'essai (mNGF)	Rabattement en fin d'essai (m)
BSS000XZYL	Puits communal	0	0,94	107,9	4,49	104,40	3,55
PZ1	Pz1	37	1,20	108,1	3,08	106,18	1,88
Forage de M. Laurent	Forage M. LAURENT	95	0,745	107,9	1,37	107,32	0,62
BSS000YAAP	Fosse SCEA de VilleChèvre	188	-	107,4	-	107,08	0,32
BSS000YAAK	Puits Plantes du Pays Dunois	230	2,29	107,9	2,59	107,63	0,30
PZ2	Pz2	299	2,11	108,5	2,30	108,33	0,19

Piézomètre Pz1

Le piézomètre Pz1 (en rouge sur le graphe) présente un rabattement maximal dû au pompage de 1,88 m.

Sa réaction au pompage sur le puits communal (en ocre sur le graphe) est instantanée.

Le niveau piézométrique n'apparaît pas stabilisé en fin de pompage, la remontée étant lente, puisque 22h après la fin du pompage le niveau piézométrique n'est pas remonté à son niveau d'origine.

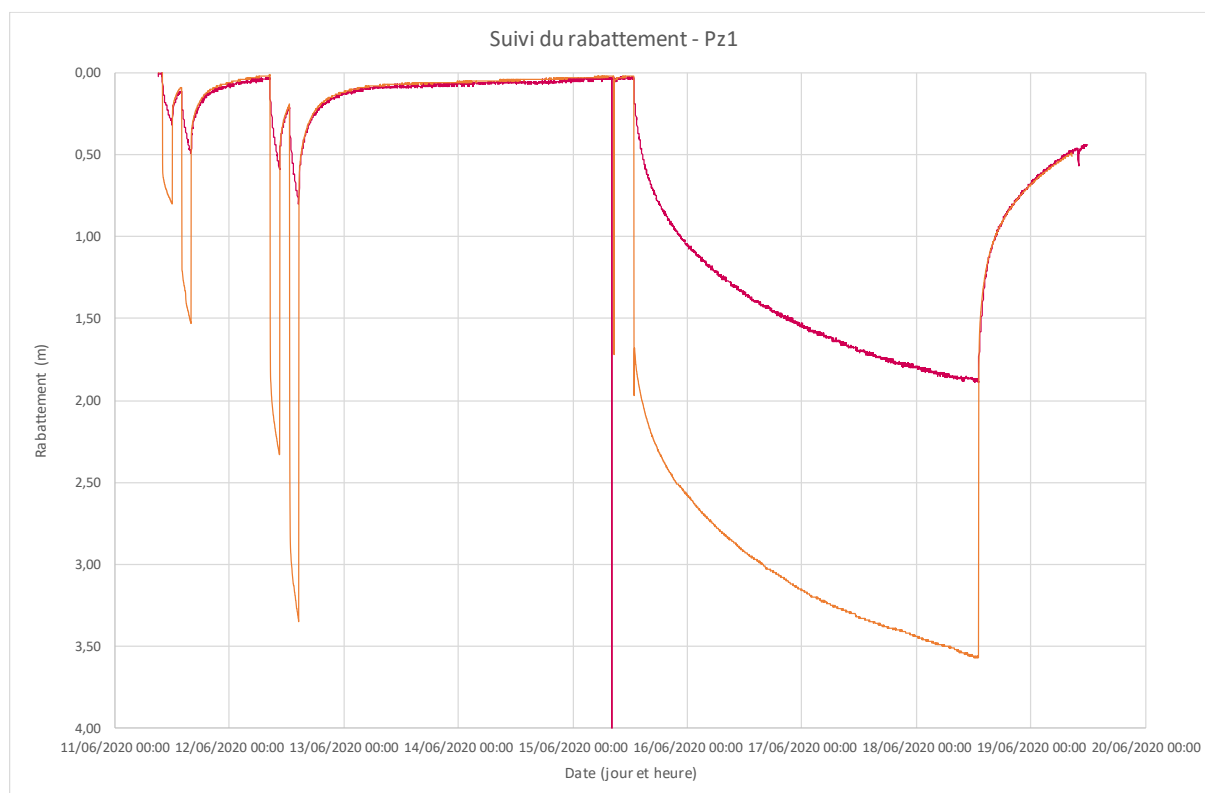


Figure 20 : Rabattement sur le piézomètre Pz1 (rouge) et sur le puits communal (ocre)

Piézomètre Pz2

Le niveau piézométrique de Pz2 varie peu durant le suivi. Il apparaît néanmoins une incidence du pompage sur l'ouvrage, avec une baisse continue du niveau d'eau durant l'essai. Le piézomètre Pz2 présente un rabattement maximal dû au pompage de 0,19 m.

Un temps de retard d'environ 12h est observé entre le début du pompage et la première baisse du niveau piézométrique sur Pz2. De même, le 19 juin à 9h40, le niveau n'a pas commencé sa remontée, soit près de 20h après la fin de l'essai.

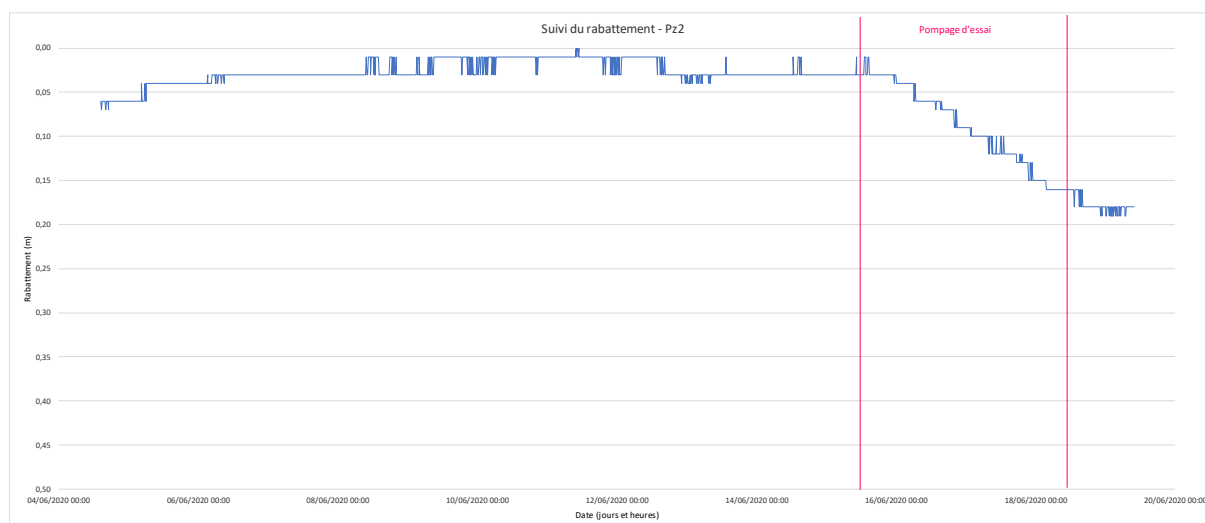


Figure 21 : Rabattement sur le piézomètre Pz2

Puits Plantes du Pays Dunois :

La chronique de ce forage durant la période d'observation (du 8 au 19 juin 2020) montre que le forage est utilisé pendant de courtes durées une à deux fois par jour.

Le rabattement maximal imputable au pompage sur le puits communal est de 0,30 m. Le niveau piézométrique n'est pas stabilisé en fin de pompage.

Lors du pompage d'essai, le rabattement maximal observé, somme du rabattement induit par le pompage sur le puits communal et par le pompage sur le puits lui-même, s'élève à 0,38m.

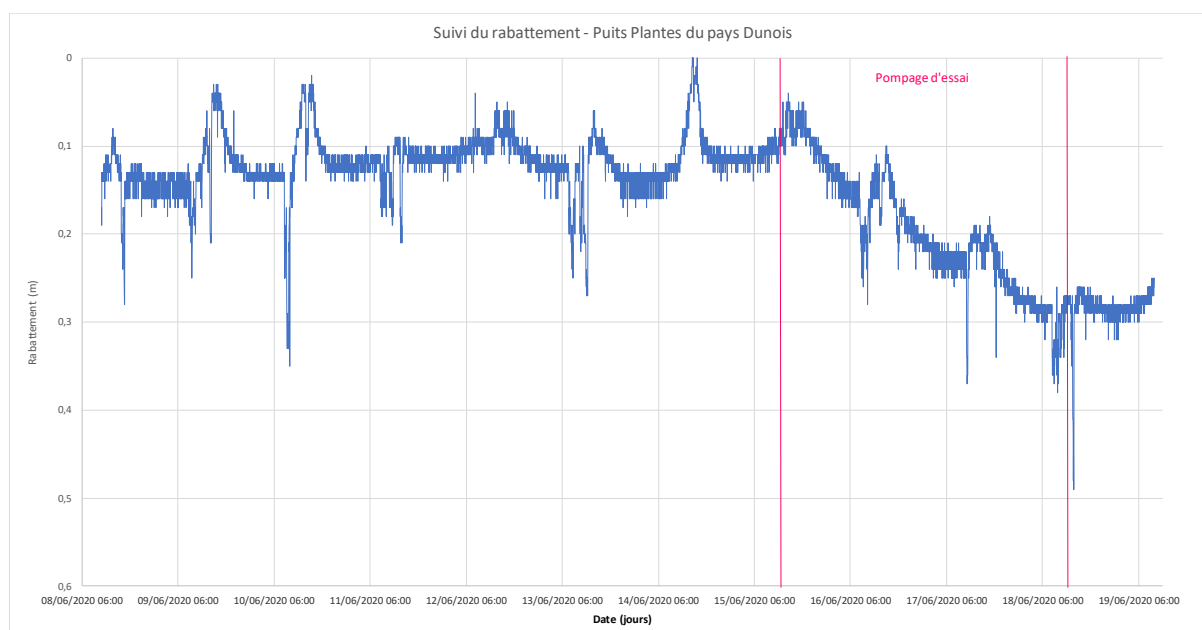


Figure 22 : Rabattement sur le puits Plantes du Pays Dunois

Forage de M. Laurent :

Cet ouvrage est peu utilisé. Son niveau piézométrique est influencé par le pompage sur le puits communal et par les pompages voisins.

Le rabattement maximal imputable au pompage sur le puits communal est de 0,62m. Le niveau piézométrique n'est pas stabilisé en fin d'essai.

En fin de pompage d'essai, un pompage a été réalisé sur un ouvrage voisin (l'un des deux pépiniéristes probablement). Le rabattement maximal a été alors de 0,66 m.

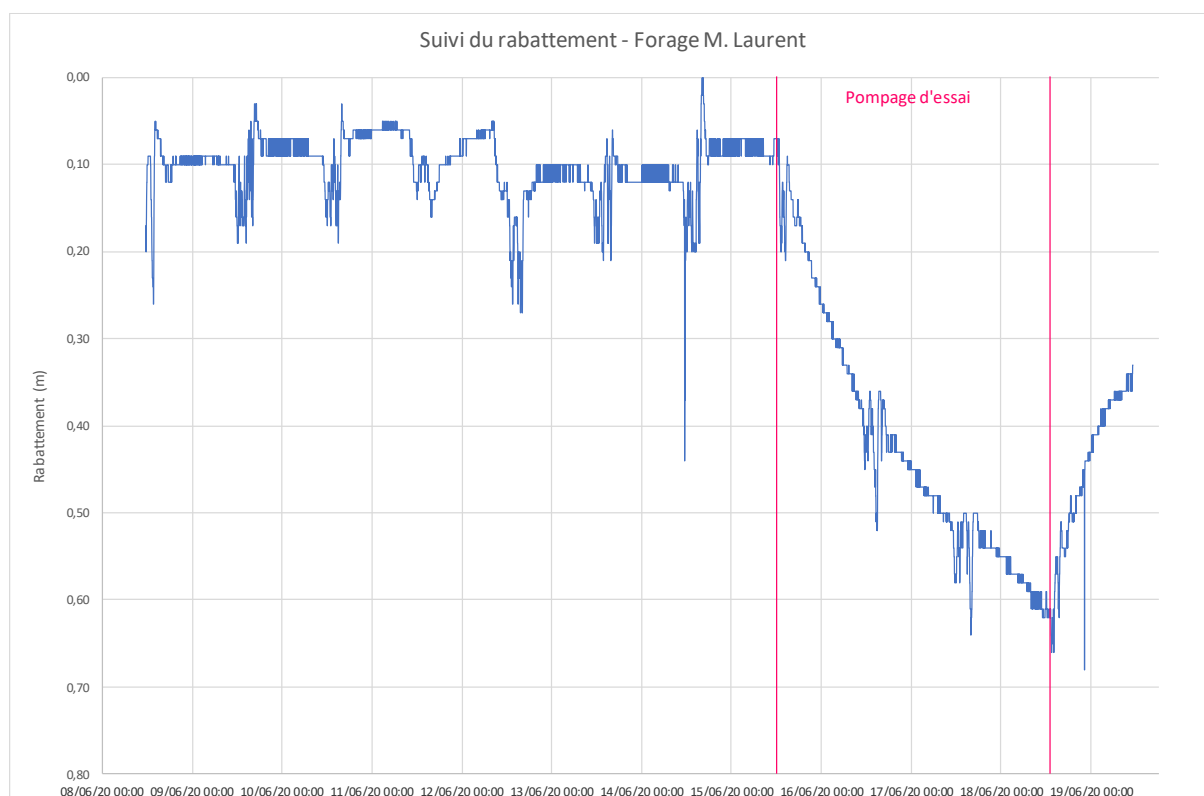


Figure 23 : Rabattement sur le forage de M. Laurent

Fosse de la SCEA de Villechèvre

La fosse exploitée par la SCEA de Villechèvre est exploitée essentiellement durant la nuit, pendant plusieurs heures. Les remontées suite au pompage sont lentes.

Lors de l'essai de pompage, le niveau piézométrique chute immédiatement et cette baisse se poursuit tout le long de l'essai, durant lequel les mises en fonctionnement du pompage de la fosse sont visibles.

Le rabattement maximal imputable au pompage sur le puits communal est de 0,32 m. Le niveau piézométrique n'est pas stabilisé en fin de pompage. Suite à l'arrêt du pompage, le suivi sur une vingtaine d'heures ne permet pas d'observer une remontée.

Lors du pompage d'essai, le rabattement maximal observé, somme du rabattement induit par le puits et par le pompage sur la fosse, s'élève probablement à quelques centimètres de plus, difficilement quantifiables.

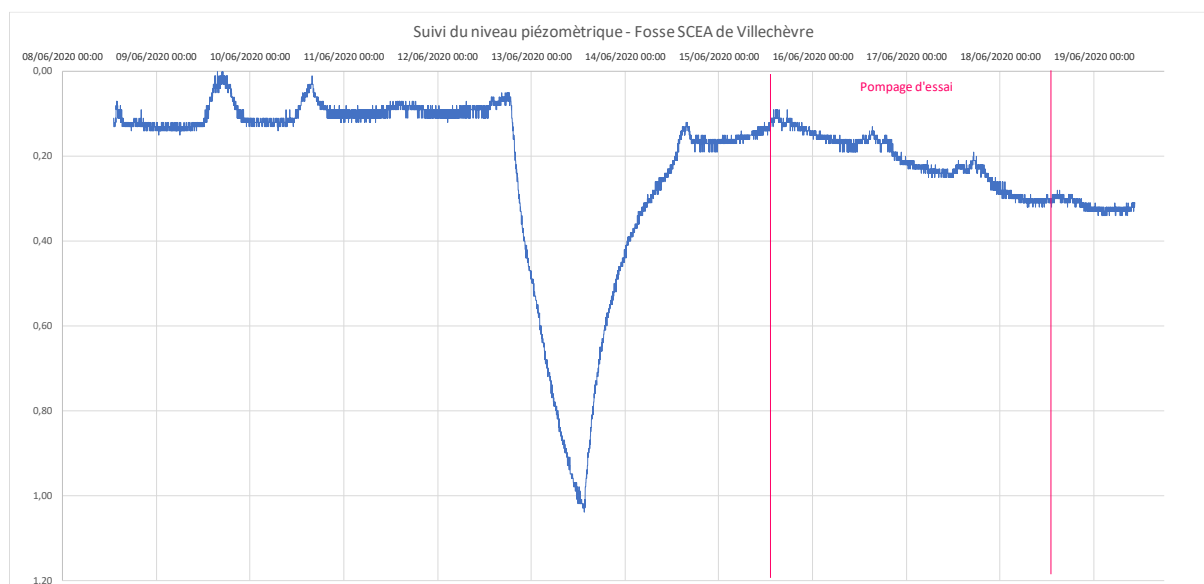


Figure 24 : Rabattement sur la fosse de la SCEA de Villechèvre

6.1.3. Interprétation des caractéristiques hydrodynamiques au droit du piézomètre Pz1 et du puits

La courbe de l'évolution du rabattement sur le puits et sur Pz1 durant le pompage d'essai est rappelée ci-après en mode semi-logarithmique.

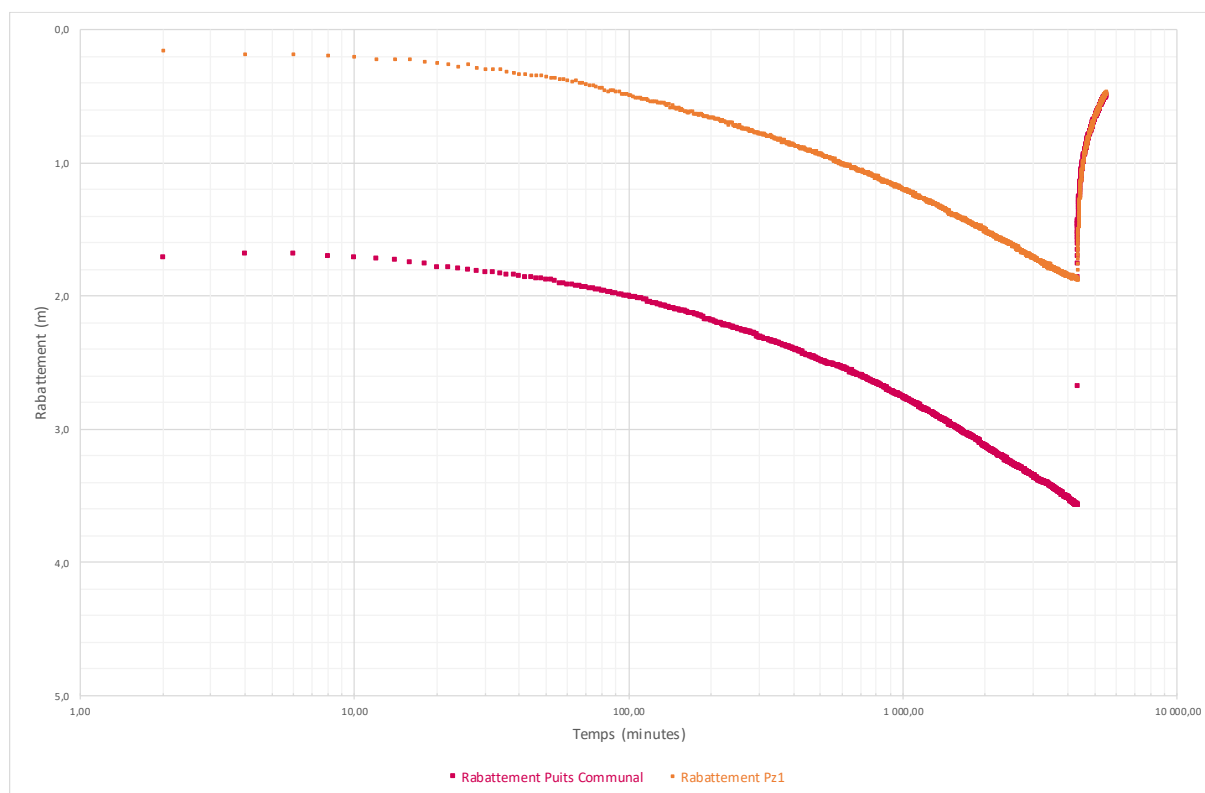


Figure 25 : Évolution du rabattement sur le puits communal et Pz1 durant le pompage d'essai (semi-log)

L'interprétation de l'évolution du rabattement au droit du puits, à partir du logiciel de traitement des essais de pompage OUAIP, développé par le BRGM, donne une transmissivité calculée avec la formule de Gringarten de $6,7.10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ dans l'axe le plus transmissif (assimilable à un karst) et $3,2.10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ dans l'axe le moins transmissif (caractéristique d'une craie peu fracturée).

Les pertes de charges quadratiques obtenues durant l'essai de pompage par paliers ainsi que l'effet de capacité du puits ont été prises en compte.

Il apparaît à l'examen de la courbe un comportement du niveau piézométrique similaire à un cas de limite imperméable (diminution de la pente de la courbe au bout de 11,6 heures environ). Dans le cas présent, il est possible que cette modification de la pente de la courbe soit due à la vidange de la fracture la plus productive et au passage à une alimentation moins productive non karstique.

Une seconde interprétation a été réalisée avec les données relevées sur Pz1, situé à 37 m du puits. La méthode de Theis a été utilisée sur Ouaip. La transmissivité obtenue est de $5,6.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Le coefficient d'emmagasinement est évalué à $4,65.10^{-2}$.

Il est rappelé qu'en contexte karstique, ces interprétations basées sur des hypothèses de milieu homogène et isotrope doivent être considérées avec précaution et que l'interprétation d'un essai de traçage prime sur tout calcul basé sur un modèle. Les observations de terrain restent le moyen le plus fiable de comprendre le fonctionnement local de l'aquifère, en raison de sa grande hétérogénéité spatiale en milieu karstique.

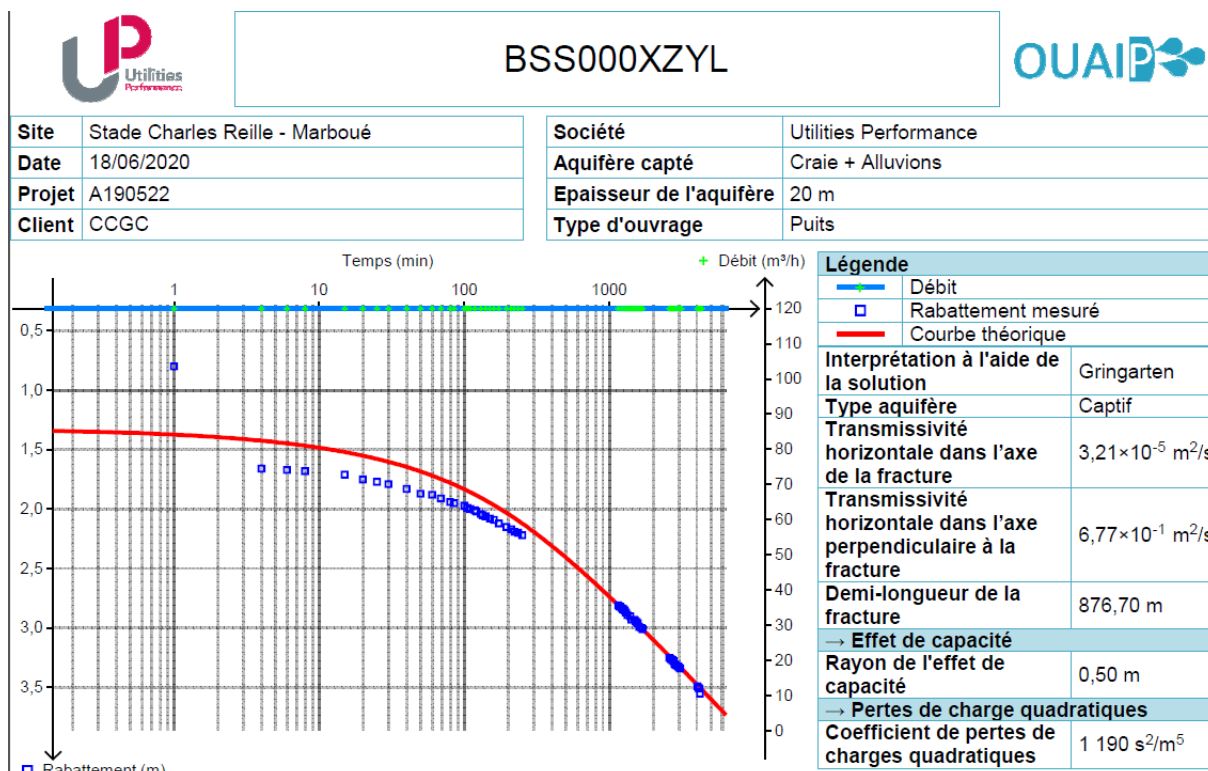


Figure 26 : Interprétation du pompage d'essai – Puits communal (source : OUAIP)

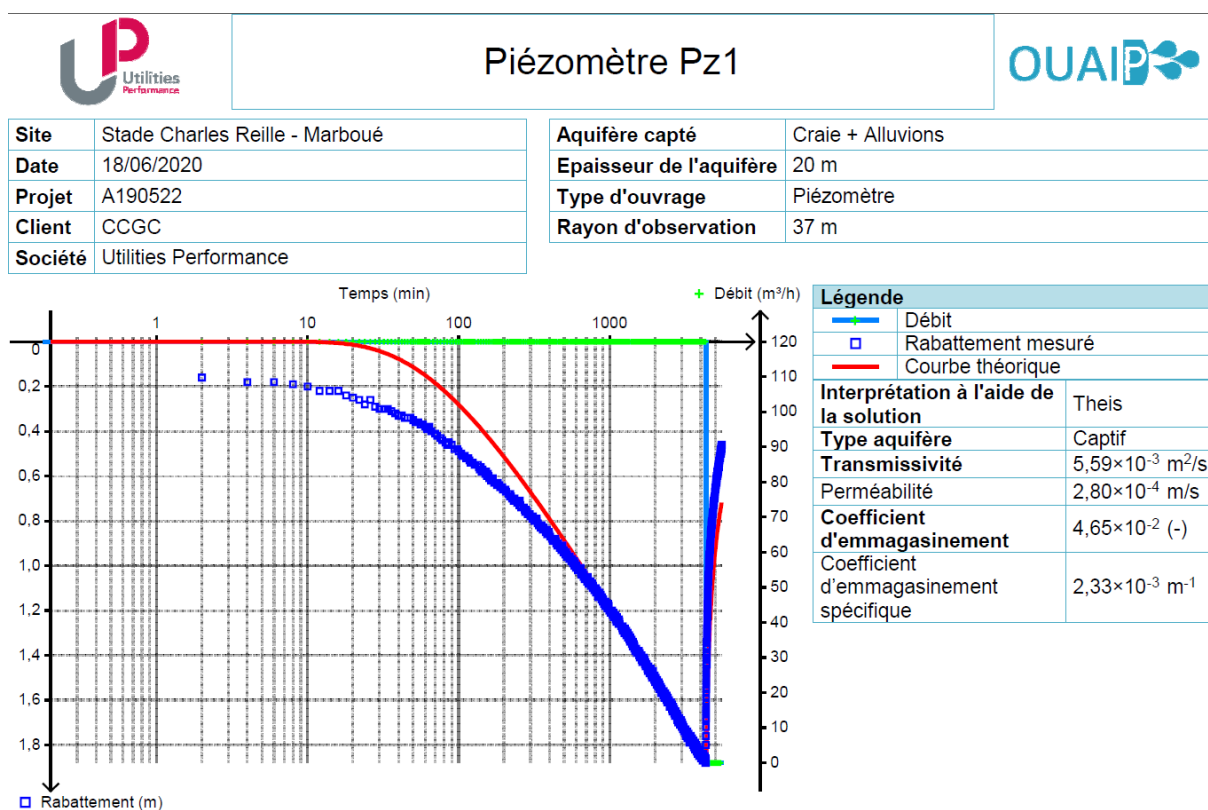


Figure 27 : Interprétation du pompage d'essai – Piézomètre Pz1 (source : OUAIP)

6.2. Traçage

Simultanément au pompage d'essai de 72h, un traçage entre le piézomètre Pz1 et le puits a été réalisé par la société EDREE entre le 15 et le 18 juin.

Les éléments suivants sont issus du rapport d'étude réalisé par la société EDREE, présenté intégralement en annexe 7.

6.2.1. *Traçage*

6.2.1.1. *Traceur utilisé*

Le traceur fluorescent utilisé est l'uranine (ou sel sodique de la fluorescéine).

Les longueurs d'onde d'excitation et d'émission du traceur choisi sont les suivantes :

	Longueur d'onde d'excitation	Longueur d'onde d'émission	Seuil de détection*	Seuil de visibilité à l'œil nu **
Uranine (fluorescéine)	486 nm	518 nm	0,020 µg/l	entre 1 et 10 µg/l

* pour une eau optiquement pure

** dans une fiole de 100 ml sur fond blanc

6.2.1.2. *Quantité, lieu, date et conditions d'injection*

Le traceur a été injecté le 15 juin 2020 à 13h00.

Il a été préparé 500 g d'uranine dans 5 litres d'eau soit une concentration de 100g/l. L'uranine a été injecté dans Pz1, au niveau des crépines de l'ouvrage soit vers 6 m de profondeur. Une chasse de 3000 litres environ a été réalisée dans le piézomètre après l'injection du traceur.

6.2.1.3. *Dispositif et durée de surveillance*

La restitution a été surveillée en deux points sur le captage par prise d'échantillons au moyen de préleveurs automatiques (marque ISCO).

La cadence des prélèvements sur les deux sources a été la suivante :

- Un échantillon toutes les 1 heure durant 24 heures
- Un échantillon toutes les 2 heures durant 2 jours

Soit au total 72 échantillons prélevés pendant une durée de 3 jours.

6.2.1.4. *Mode d'analyse pour la recherche de traceurs dans les échantillons prélevés*

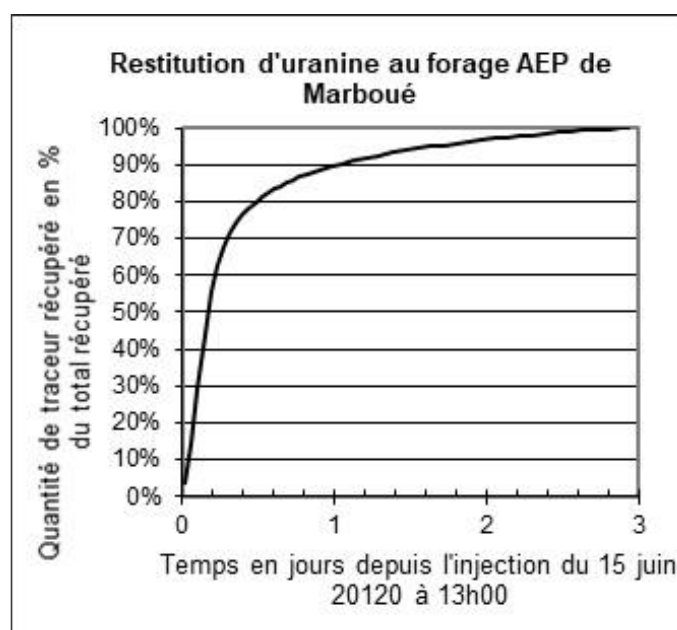
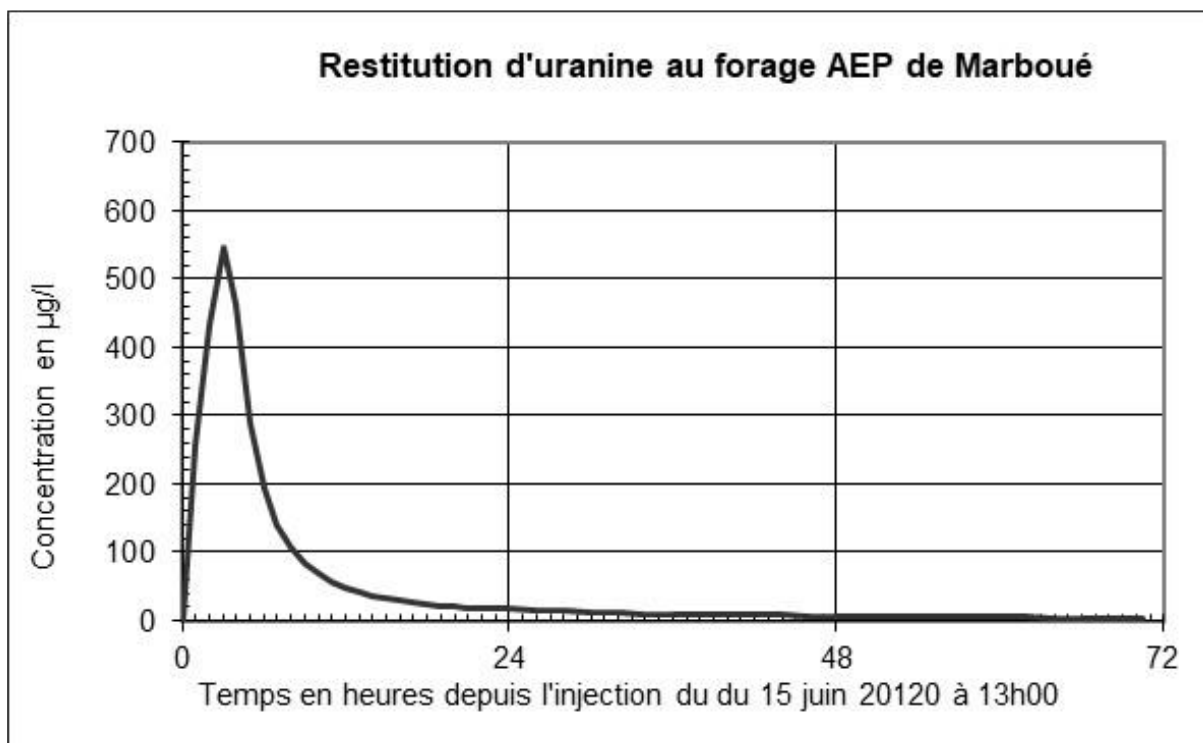
La recherche et le dosage des traceurs ont été effectués au laboratoire de EDREE à l'aide d'un spectrofluorimètre SAFAS FLX Xenius XC. Cet appareil est capable de détecter dans de l'eau pure de l'uranine à des valeurs de l'ordre de 20 ng/l.

Dans notre cas, la fluorescence naturelle (bruit de fond) de l'eau des deux sources s'est avérée très faible.

Les échantillons ont été laissés au repos plusieurs heures avant les dosages, afin de permettre la décantation des éventuelles matières en suspension. Celles-ci se sont avérées très peu abondantes sur tous les échantillons prélevés.

6.2.2. Résultats : Restitution de l'uranine injectée dans le piézomètre Pz1

La restitution de l'uranine est totale. La durée de la surveillance a été suffisante.



Distance apparente	37 mètres
Masse injectée	500 g
Masse restituée	400 g
Taux de restitution	80 %
Temps d'apparition du traceur	1,00 heures *
Temps modal du traceur	3,00 heures
Temps moyen de séjour	6,8 heures
Temps de disparition	>71 heures
Vitesse d'apparition apparente	37 m/h
Vitesse modale apparente	12,3 m/h
Vitesse de disparition apparente	0,5 m/h
Concentration maximale	547 µg/l

*Le temps d'apparition réel est un peu plus faible.

6.2.3. Conclusion du traçage

L'uranine injectée dans le piézomètre Pz1 au début de test de pompage a été récupérée très rapidement (moins d'une heure pour le début de la restitution avec un maximum après seulement 3 heures et 90 % de la restitution réalisée en 24 heures).

Cela correspond à des vitesses de circulation importantes comprises entre 10 et 40-50 m/h qui sont représentatives d'une circulation karstique.

Les traçages confirment le caractère karstique de l'aquifère crayeux exploité par le captage AEP de Marboué.

6.3. Zone d'appel et isochrones de transfert

Afin d'appréhender le temps d'arrivée d'une éventuelle pollution sur le captage, il a utilisé les vitesses d'écoulement maximale (vitesse apparente) et modale calculées lors du traçage.

On considèrera donc que dans un environnement proche, la nappe circule jusqu'à 37 m/h, alors que dans un environnement éloigné, la vitesse modale de 12,3 m/h sera retenue.

On observe ainsi qu'une particule, située dans la nappe, en amont du forage, mettra :

- 1 heure pour franchir 37 m ;
- 2,7 h pour franchir 100 m ;
- 6,7 h pour franchir 250 m.
- **24h pour franchir 900 m.**

Puis, en utilisant la vitesse modale de 12,3 m/h pour des pollutions plus lointaines :

- 40,6 h pour franchir 500 m ;
- 3,3 jours pour franchir 1 km ;
- 34 jours pour franchir 10 km ;
- **50 jours pour franchir 15 km.**

En contexte karstique, il n'est pas pertinent de réaliser des isochrones basées sur la transmissivité, qui supposent un milieu homogène et isotrope. Cependant, à la demande de l'hydrogéologue agréé à titre d'information, les isochrones ont été calculées à partir de la formule de Wyssling sur la base du prélèvement maximal envisagé soit 730 000 m³/an.

La méthode de Wyssling permet de calculer directement la durée d'écoulement des eaux souterraines à partir d'un point quelconque situé sur l'axe d'écoulement jusqu'au captage et donc permet de délimiter la zone d'appel du captage (zone dans laquelle l'eau est captée) et les isochrones (lignes de contour d'égal temps de transfert au captage). L'isochrone 50 jours, par exemple, signifie que toute particule située dans la nappe au droit de cet isochrone mettra 50 jours à parvenir au forage.

Cette méthode permet seulement de réaliser une approximation car elle suppose un milieu homogène et isotrope.

La **Figure 28** (source : Notice du logiciel ZAPPEL développé par le BRGM) illustre les termes précédemment décrits.

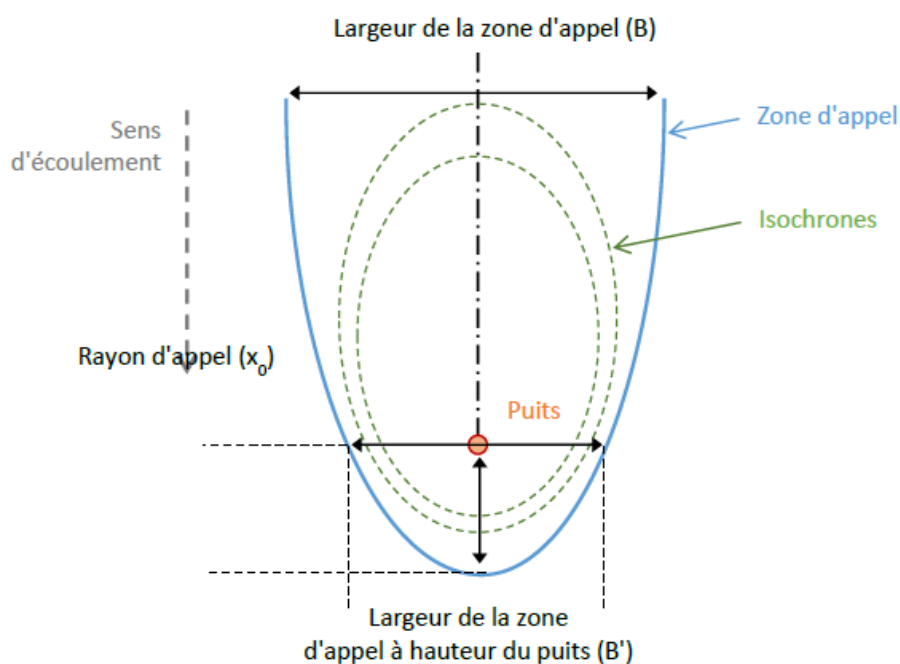


Figure 28 : Schéma de la zone d'appel et du tracé des isochrones (source : Notice ZAPPEL)

Les paramètres l'aquifère exploité (alluvions + craie), retenus pour ce calcul, sont les suivants :

- Transmissivité : $5,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (interprétation de l'essai de longue durée avec Theis) ;
- Porosité : 10% ;
- Épaisseur captée : 10 m (Hauteur captée par le puits) ;
- Gradient hydraulique : 0,53 % (calcul d'après la carte piézométrique) en direction du sud-est (selon la carte piézométrique de 2008).

Le forage fonctionnera selon les caractéristiques suivantes :

- Débit horaire : $100 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Volume annuel : $730\,000 \text{ m}^3/\text{an}$;
- Débit fictif : $83 \text{ m}^3/\text{h}$.

Le débit fictif retenu pour le calcul des isochrones (volume annuel estimé à $730\,000 \text{ m}^3$) est de $83 \text{ m}^3/\text{h}$.

Les résultats sont consignés sur le **Tableau 6**. Le cône d'appel et les isochrones sont représenté sur La Figure 29.

À la demande de l'hydrogéologue agréé, deux hypothèses de direction d'écoulement de la nappe ont été représentées, l'une en direction du sud-est (vert), l'autre en direction du sud (bleu).

Tableau 6 : Isochrones pour le débit d'exploitation fictif de 25,11 m³/h – Scénario 1


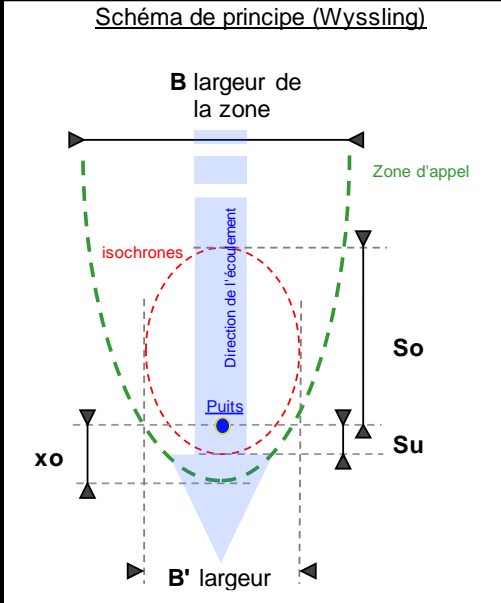
 Détermination des Isochrones (BSS000XZYL) Marboué	
(méthode de Wyssling)	
<u>HYPOTHESES DE CALCUL RETENUES</u>	
avec :	
T la transmissivité (m ² /s)	0,0056
i le gradient hydraulique (%)	0,53
b l'épaisseur de l'aquifère capté (m)	10
K la Porosité (%)	10
Q le débit fictif moyen continu (m ³ /h)	83,00
<u>CALCUL DES DIMENSIONS DE LA ZONE D'APPEL</u>	
soit :	
B la largeur du front d'appel (mètres)	776,8
Xo le rayon d'appel (mètres)	123,6
B' la largeur du front d'appel à hauteur du captage (mètres)	388,4
<u>CALCUL DES ISOCHRONES</u>	
soit :	
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).
Débit de prélèvement	83,00 (m ³ /h)
Dimension des isochrones	
	So Su
Isochrone 1 jour	26,5 23,9
Isochrone 7 jours	76,2 58,2
Isochrone 30 jours	181,6 104,7
Isochrone 50 jours	253,4 123,6
Isochrone 100 jours	410,8 123,6
Isochrone 200 jours	695,3 123,6
Isochrone 365 jours	1139,2 123,6

Schéma de principe (Wyssling)



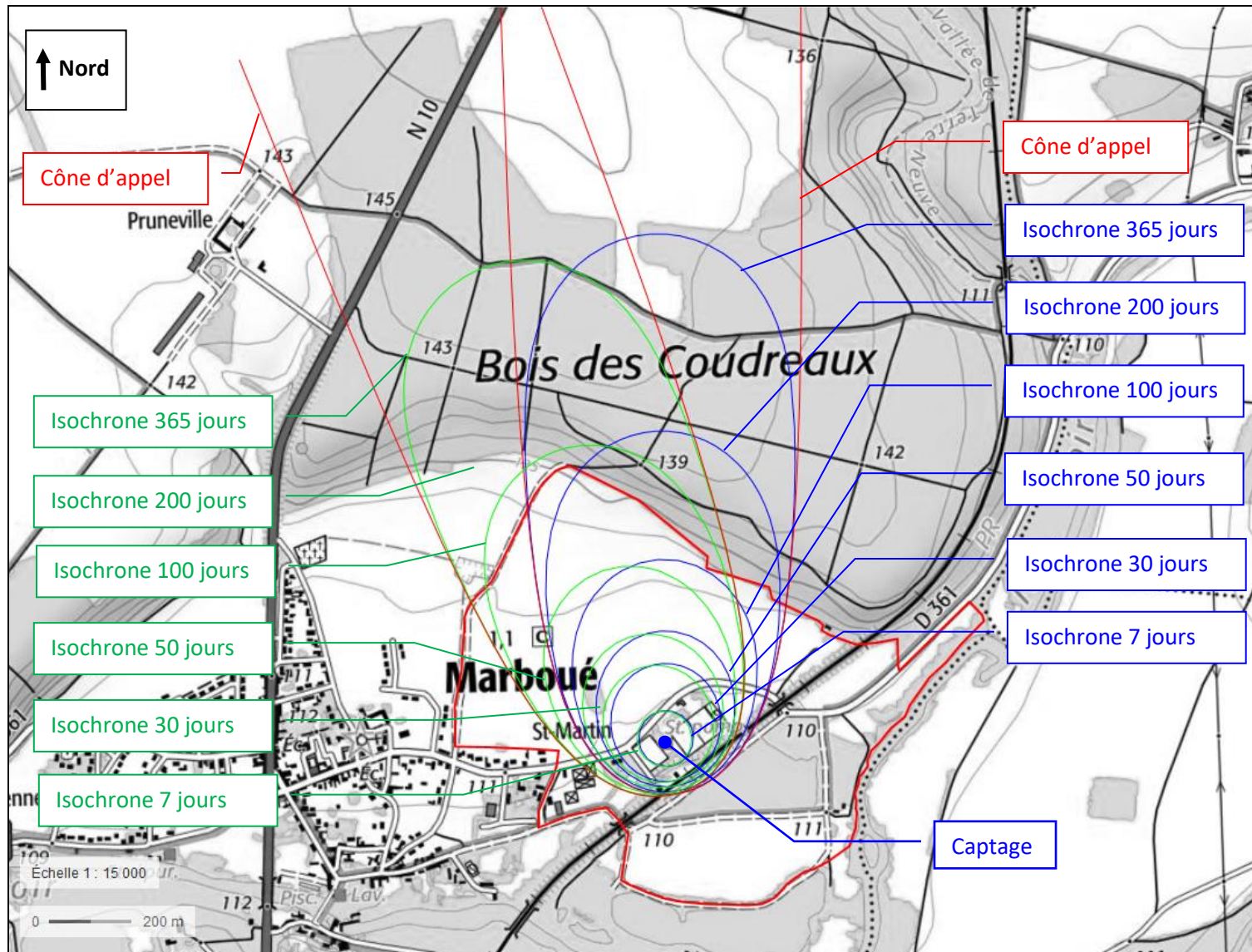


Figure 29 : Cône d'appel du forage de Marboué

6.4. Qualité de l'eau

6.4.1. Conformité de l'eau

La dernière analyse RP réalisée sur les eaux brutes du captage du Stade date du 10 avril 2019. Les résultats de cette analyse sont reportés dans les **Tableau 7** et **Tableau 8** ainsi que les analyses RP des années antérieures. Une copie de cette analyse est jointe en **Annexe 1**.

6.4.1.1. Aptitude à la production d'eau potable

Les résultats de cette analyse sont conformes aux seuils définis par l'annexe II (seuils de production) de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine.

Tableau 7 : Résultats des analyses d'eau brute comparées aux seuils de qualité de l'eau brute

Paramètres	Unités	Analyse RP du 18/08/2015	Analyse RP du 23/08/2017	Analyse RP du 10/04/2019	Analyse Première adduction du 18/06/2020	Limites et références de qualité
Caractéristiques organoleptiques						
Aspect	-	0	0	0	0	Acceptable pour le consommateur
Couleur	-	<5	<5	<5	0	Acceptable pour le consommateur
Odeur	-	<5	0	0	0	Acceptable pour le consommateur
Paramètres microbiologiques						
Escherichia coli	UFC/100 ml	<1	<1	<1	<1	0
Entérocoques	UFC/100 ml	<1	<1	<1	<1	0
Bactéries coliformes	UFC/100 ml	na	na	na	<1	0
Bactéries sulfitoréductrices	UFC/100 ml	na	na	na	<1	0
Numération de germes aérobies revivifiables à 22 °C	UFC/ml	na	na	na	<1	Variation dans un rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle
Numération de germes aérobies revivifiables à 36 °C	UFC/ml	na	na	na	<1	Variation dans un rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle

Paramètres	Unités	Analyse RP du 18/08/2015	Analyse RP du 23/08/2017	Analyse RP du 10/04/2019	Analyse Première adduction du 18/06/2020	Limites et références de qualité
physico-chimie de base						
Carbone organique total	mg/L	0,6	0,6	<0,2	0,7	2
Conductivité à 25 °C	µS/cm	624	610	570	664	entre 200 et 1100
Cyanures totaux	µg/l	na	na	na	<10	50
Equilibre calco-carbonique (1 à 4)	qualit	2	2	2	4	A l'équilibre ou légèrement incrustantes
Fluorures	mg/L	0,05	0,05	0,07	<0,05	1,5
pH	-	7,31	7,1	7,3	7	compris entre 6.5 et 9
Température	°C	16,2	14,7	12,2	13	25
Turbidité	NFU	0,13	0,14	0,15	1,8	1
Cations						
Ammonium	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1
Sodium	mg/L	11,1	12	10,7	11,4	200
Anions						
Bromates	µg/l	na	na	na	na	10
Chlore libre et total	-	na	na	na	na	Absence d'odeur ou de saveur désagréable
Chlorites	mg/l	na	na	na	na	0,2
Chlorures	mg/L	26,8	26,4	27,4	25,5	250
Nitrates (NO3)	mg/L	36,2	34,2	35,2	32,9	50
Nitrites (NO2)	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,5
Sulfates	mg/L	19,8	19,6	22,4	20,3	250
Total trihalométhanes	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	100
Pesticides						
Acrylamide	µg/l	na	na	na	na	0,1
Atrazine	µg/l	<0,03	<0,030	<0,030	<0,005	0,1
Déséthyl-atrazine	µg/l	0,045	0,039	<0,030	0,021	0,1
Atrazine-2-hydroxy	µg/l	0,031	0,026	0,023	0,025	0,1
Aldrine, Dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde (par substance)	µg/l	<0,010	<0,05	<0,5	<0,5	0,1
ESA alachlore	µg/l	na	na	0,062	0,035	0,1
ESA metazachlore	µg/l	na	na	0,122	0,089	0,1
ESA metolachlore	µg/l	na	na	0,149	0,088	0,1
OXA Métazachlore		na	na	<LQ	0,026	0,1
Somme des pesticides	µg/l	0,076	0,065	0,356	0,284	0,5

Paramètres	Unités	Analyse RP du 18/08/2015	Analyse RP du 23/08/2017	Analyse RP du 10/04/2019	Analyse Première adduction du 18/06/2020	Limites et références de qualité
Métaux						
Aluminium	µg/l	na	na		117	200
Antimoine	µg/l	<1	<1	<1	<1	5
Arsenic	µg/l	<2	<2	<2	<2	10
Baryum	mg/L	na	na	na	0,033	0,7
Bore	mg/L	0,014	0,014	0,015	0,017	1
Cadmium	µg/l	<1	<1	<1	<1	5
Chrome	µg/l	na	na	na	<5	50
Cuivre	mg/L	na	na	na	<0,010	2
Fer total	µg/l	<10	<10	<10	92	200
Manganèse	µg/l	<10	<10	<10	33	50
Mercure	µg/l	na	na	na	0,01	1
Nickel	µg/l	<5	<5	<5	<5	20
Plomb	µg/l	na	na	na	<2	10
Sélénium	µg/l	<2	<2	<2	<2	10
Composés organiques						
Benzène	µg/l	na	na	na	<0,5	1
Chlorure de vinyle	µg/l	na	na	na	<0,5	0,5
1,2-dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	3
Epichlorhydrine	µg/l	na	na	na	na	0,1
Tétrachloroéthylène et trichloroéthylène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	10
Benzo[a]pyrène	µg/l	na	na	na	<0,0001	0,01
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	µg/l	na	na	na	<0,0005	0,1

Paramètres	Unités	Analyse RP du 18/08/2015	Analyse RP du 23/08/2017	Analyse RP du 10/04/2019	Analyse Première adduction du 18/06/2020	Limites et références de qualité
Radioactivité						
Activité alpha globale	Bq/l	na	na	na	<0,04	En cas de valeur supérieure à 0.10, il est procédé à l'analyse des radionucléides spécifiques définis dans l'arrêté mentionné à l'article R.1321-20
Activité bêta globale résiduelle	Bq/l	na	na	na	0,07	En cas de valeur supérieure à 1.0, il est procédé à l'analyse des radionucléides spécifiques définis dans l'arrêté mentionné à l'article R.1321-20
Dose totale indicative (DTI)	mSv/an	na	na	na	<0,1	0,1
Tritium	Bq/l	na	na	na	<9	100

Les eaux brutes du captage du Stade sont exemptes de bactéries, de métaux, et de COVs. On note néanmoins une teneur en nitrates de 35,2 mg/l en avril 2019, ainsi que la présence de quelques pesticides (Métolachlore, métazachlore, dérivés de l'atrazine, ...) à des teneurs parfois supérieures aux seuils définis par l'arrêté du 11 janvier 2007, ce qui signifie que l'aquifère sollicité est vulnérable aux pollutions de surface et que les pressions agricoles sont relativement importantes.

6.4.1.2. Aptitude à la distribution d'eau potable

L'eau brute du forage est également conforme aux seuils définis par l'annexe I (**seuils de distribution**) de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité **des eaux destinées à la consommation humaine**. Le **Tableau 8** ci-dessous met en regard les teneurs de l'eau brute avec les seuils de distribution.

À noter une teneur non conforme en turbidité (1,8 NFU) lors du prélèvement effectué en fin de pompage d'essai de 72h à 120 m³/h.

Tableau 8 : Résultats d'analyses de l'eau brute comparés aux seuils de qualité de l'eau distribuée

Paramètres	Unités	Analyse RP du 18/08/15	Analyse RP du 23/08/17	Analyse RP du 10/04/19	Analyse Première adduction du 18/06/20	Limites de qualité
Paramètres organoleptiques						
Couleur (Pt)	mg/l	<5	<5	<5	0	200
Paramètres physico-chimiques liés à la structure naturelle des eaux						
Chlorures (Cl ⁻)	mg/l	26,8	26,4	27,4	25,5	200
Sodium (Na ⁺)	mg/l	11,1	12	10,7	11,4	200
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/l	19,8	19,6	22,4	20,3	250
Température	°C	16,2	14,7	12,2	13	25
Paramètres concernant les substances indésirables						
Agents de surface réagissant au bleu de méthylène (lauryl-sulfate de sodium)	mg/l	na	na	na	<0,005	0,5
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	4
Baryum (Ba) pour les eaux superficielles	mg/l	na	na	na	0,033	1
Carbone organique total (COT)	mg/l	0,6	0,6	<0,2	0,7	10
Hydrocarbures dissous ou émulsionnés	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1
Nitrates pour les autres eaux (NO ₃ ⁻)	mg/l	36,2	34,2	35,2	32,9	100
Phénols (indice phénol) (C ₆ H ₅ OH)	mg/l	na	na	na	<0,010	0,1
Zinc (Zn)	mg/l	na	na	na	<0,010	5
Paramètres concernant les substances toxiques						
Arsenic (As)	µg/L	<2	<2	<2	<2	100
Cadmium (Cd)	µg/L	<1	<1	<1	<1	5
Chrome total (Cr)	µg/L	na	na	na	<5	50
Cyanures (CN ⁻)	µg/L	na	na	na	<10	50
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) : Somme des composés suivants : fluoranthène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[a]pyrène, benzo[g,h,i]pérylène et indéno[1,2,3-cd]pyrène	µg/L	na	na	na	<0,0005	1
Mercure (Hg)	µg/L	na	na	na	0,01	1
Plomb (Pb)	µg/L	na	na	na	<2	50
Sélénium (Se)	µg/L	<2	<2	<2	<2	10
Pesticides (Par substances individuelles, y compris les métabolites)	µg/L	<0,010	<0,05	<0,5	<0,5	2
Paramètres microbiologiques						
Entérocoques	UFC/100 ml	<1	<1	<1	<1	10 000
Escherichia coli	UFC/100 ml	<1	<1	<1	<1	20 000

6.4.2. Qualité de la nappe dans le secteur d'étude

Lors des travaux de juin 2020, les ouvrages suivants ont fait l'objet d'un prélèvement en vue de caractériser la qualité de la nappe exploitée par le puits :

- Piézomètre Pz2 ;
- Puits de l'exploitation Plantes du Pays Dunois ;
- Fosse de l'EARL de Villechèvre ;
- Étang des Plantes ;
- Forage privé ;
- Ancien puits SNCF ;
- Puits de l'ancienne maison de garde-chasse.

Les résultats issus de l'analyse de première adduction réalisée sur le forage à l'issue du pompage d'essai de 72 heures ont également été reportés dans le tableau pour comparaison.

Il ressort de leur analyse les éléments suivants :

- Les eaux prélevées sont toutes caractéristiques d'une eau souterraine, même celles de la fosse ;
- Les eaux prélevées sur Pz2 montrent les signes d'une pollution aux métaux liée à l'ancienne décharge (voir paragraphe 8.1.3.3 en page 102) ;
- Des teneurs importantes en fer sur Pz2 et la fosse peuvent être dues, comme pour l'eau prélevée sur le puits communal, à la mobilisation de particules fines ;
- Des dépassements en déséthyl-atrazine comparables aux teneurs observées sur le forage sont observées sur la fosse et sur Pz2 ;
- Les teneurs en nitrates dans la fosse et sur le puits des Plantes du Pays Dunois sont supérieures à celles observées sur Pz2 et sur le puits communal, tout en restant inférieures à 50 mg/l.

Tableau 9 : Résultats des analyses menées sur les ouvrages environnants

N° d'échantillon	Unité	20-083932-01 PZ2	20-083932-02 Puits Plantes du Pays Dunois	20-083932-04 Fosse	20-083932-06 Étang	20-120448-01 Forage privé	20-120448-02 Ancien puits SNCF	20-120448-03 Puits Garde-Chasse	Analyse Première Adduction du captage du Stade	Arrêté du 11 janvier 2007 Annexe I	Arrêté du 11 janvier 2007 Annexe II
Date de prélèvement		04/06/2020	04/06/2020	04/06/2020	04/06/2020	03/08/2020	03/08/2020	03/08/2020	18/06/2020	-	-
Mesures in situ											
Température de l'air	°C	22	22	22	22	25	25	25	-	-	-
Température de l'eau	°C	15,4	20,1	13,7	23,0	-	-	-	13,0	-	-
pH	-	7,28	7,16	7,66	7,89	-	-	-	7	-	-
Aspect	-	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	0	-	-
Odeur	-	Inodore	Inodore	Inodore	Inodore	Inodore	Inodore	Inodore	0	-	-
Conductivité à 25°C	µS/cm	607	545	591	377	-	-	-	664	-	-
Potentiel Rédox	mV	82	186	147	135	-	-	-	na	-	-
Analyse physique											
Conductivité [25°C]	µS/cm E/L	620	560	630	390	460	470	720	664	entre 200 et 1100 compris entre 6,5 et 9	-
pH	E/L	7,2 à 18,5°C	7,4 à 18,4°C	7,4 à 18,5°C	7,9 à 18,6°C	7,5 à 20°C	7,3 à 20°C	7 à 20,2°C	7,19		-
Turbidité	NTUE/L	5,5	<5,0	<5,0	9,8	<5,0	7,5	9,0	1,8	1,00	-
Oxygène dissous	mg/E/L	7,7	9,1	8,6	8,6	8,9	7,6	7,1	5,6	-	-
Carbone organique total (COT)	mg/E/L	3,2	3,2	2,8	na	1,5	2,6	1,9	0,7	2	10
Cations, anions et éléments non métalliques											
Hydrogencarbonates (HCO ₃)	mg/E/L	310	270	320	-	260	250	340	-	-	-
Carbonate (CO ₃)	mg/E/L	<10	<10	<10	-	<10	<10	<10	0	-	-
Chlorures (Cl)	mg/E/L	29	24	19	25	24	28	29	25,5	250	200
Nitrates (NO ₃)	mg/E/L	28	37	48	<1,0	3	1	22	32,9	50	100
Sulfates (SO ₄)	mg/E/L	29	20	18	26	9	18	16	20,3	250	250
Nitrites (NO ₂)	mg/E/L	-	0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	0,19	<0,02	0,50	-
Ammonium (NH ₄)	mg/E/L	0,3	<0,1	<0,1	na	0,3	0,5	3,3	<0,05	0,1	4
Azote ammoniacal (NH ₄ -N)	mg/E/L	0,23	<0,078	<0,078	na	0,23	0,39	2,6	-	-	-
Titre hydrotimétrique (dureté)	°fH/E/L	32,7	26,8	34,3	na	22,7	23,8	39,5	30,39	-	-
Fluorures (F)	mg/E/L	0,12	0,12	0,1	na	0,15	0,2	0,12	<0,05	1,50	-
Silicates	mgSiO ₂ /l	15	14	14	na	24	15	28	15,4	-	-
Préparation d'échantillon											
Après minéralisation à HNO ₃	E/L	15.06.2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minéralisation à l'eau régale	E/L	-	12/06/2020	12/06/2020	-	07/08/2020	07/08/2020	07/08/2020	-	-	-

N° d'échantillon	Unité	20-083932-01	20-083932-02	20-083932-04	20-083932-06	20-120448-01	20-120448-02	20-120448-03	Analyse Première Adduction du captage du Stade	Arrêté du 11 janvier 2007 Année I	Arrêté du 11 janvier 2007 Année II
		PZ2	Puits Plantes du Pays Dunois	Fosse	Étang	Forage privé	Ancien puits SNCF	Puits Garde-Chasse			
Eléments											
Aluminium (Al)	µg/l E/L	250	40	130	-	<50	<50	<50	117	200	-
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<10	-	-	-	<1,0	<1,0	<1,0	<1	5	-
Arsenic (As)	µg/l E/L	<10	-	-	-	<1,0	12	13	<2	10	100
Baryum (Ba)	µg/l E/L	46	-	-	-	26	33	73	33	700	1000
Bore (B)	µg/l E/L	<50	-	-	-	<50	<50	<50	17	1000	-
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,0	-	-	-	<0,3	<0,3	<0,3	<1	5	5
Calcium (Ca)	mg/l E/L	120	100	130	-	84	87	150	114,5	-	-
Fer (Fe)	µg/l E/L	230	<50	100	-	100	710	11000	92	200	-
Magnésium (Mg)	mg/l E/L	4,4	4,5	4,6	-	4,3	5,1	5,1	4,3	-	-
Manganèse (Mn)	µg/l E/L	63	<5,0	12	-	-	-	-	33	50	-
Mercuré (Hg)	µg/l E/L	<0,2	-	-	-	<0,2	<0,2	<0,2	0,01	1	1
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10	-	-	-	<2,0	<2,0	2,1	<5	20,00	-
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<5,0	-	-	-	<1,0	<1,0	2,6	<2	10	50
Potassium (K)	mg/l E/L	4,7	-	-	-	2,5	1,8	2,9	2,5	-	-
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10	-	-	-	<1,0	<1,0	<1,0	<2	10	10
Sodium (Na)	mg/l E/L	13	12	12	-	14	12	15	11,4	200	200
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50	-	-	-	<20	<20	140	<10	-	5000
Hydrocarbures totaux											
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l E/L	<0,05	-	-	-	-	-	-	<0,1	-	1
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l E/L	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l E/L	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l E/L	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l E/L	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l E/L	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)											
Chlorure de vinyle	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,5	0,50	-
Dichlorométhane	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<5	-	-
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,5	-	-
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,5	-	-
Trichlorométhane	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,5	-	-
Tétrachlorométhane	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trichloroéthylène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,5	10	-
Tétrachloroéthylène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,5	-	-
1,1-Dichloroéthane	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,5	-	-
1,1-Dichloroéthylène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,5	-	-
Somme des COHV	µg/l E/L	-/-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

N° d'échantillon	Unité	20-083932-01	20-083932-02	20-083932-04	20-083932-06	20-120448-01	20-120448-02	20-120448-03	Analyse Première Adduction du captage du Stade	Arrêté du 11 janvier 2007 Année I	Arrêté du 11 janvier 2007 Année II
		PZ2	Puits Plantes du Pays Dunois	Fosse	Étang	Forage privé	Ancien puits SNCF	Puits Garde-Chasse			
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)											
Benzène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,5	1,00	-
Toluène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,5	-	-
Ethylbenzène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,5	-	-
o-Xylène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,15	-	-
m-, p-Xylène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,15	-	-
Cumène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mésitylène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
o-Ethyltoluène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
m-, p-Ethyltoluène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pseudocumène	µg/l E/L	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Somme des CAV	µg/l E/L	-/-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)											
Naphtalène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acénaphthylène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acénaphthène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluorène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phénanthrène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthracène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluoranthène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	<0,0001	-	-
Pyrène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)anthracène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chrysène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	<0,0005	-	-
Benzo(k)fluoranthène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	<0,0005	-	-
Benzo(a)pyrène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	<0,0001	0,01	-
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indéno(123-cd)pyrène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	<0,0005	-	-
Benzo(ghi)pérylène	µg/l E/L	<0,02	-	-	-	-	-	-	<0,0005	-	-
Somme des 4 HAP	µg/l E/L	-/-	-	-	-	-	-	-	<0,0005	-	-
Somme des 6 HAP	µg/l E/L	-/-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Somme des HAP	µg/l E/L	-/-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

N° d'échantillon	Unité	20-083932-01	20-083932-02	20-083932-04	20-083932-06	20-120448-01	20-120448-02	20-120448-03	Analyse Première Adduction du captage du Stade	Arrêté du 11 janvier 2007 Année I	Arrêté du 11 janvier 2007 Année II
		PZ2	Puits Plantes du Pays Dunois	Fosse	Étang	Forage privé	Ancien puits SNCF	Puits Garde-Chasse			
Pesticides											
Atrazine	µg/l E/L	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<LQ	0,10	-
Deséthyl-atrazine	µg/l E/L	0,036	<0,025	0,037	<0,025	<0,025	<0,025	0,041	0,021	0,10	-
Atrazine-desethyl-2-hydroxy	µg/l E/L	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<LQ	0,10	-
Desisopropyl-atrazine	µg/l E/L	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<LQ	0,10	-
Simazine	µg/l E/L	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<LQ	0,10	-
2-hydroxy atrazine	µg/l E/L	<0,025	0,027	<0,025	<0,025	0,068	0,055	<0,025	0,025	0,10	-

Afin de comparer les caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées, les résultats d'analyse ont été reportés sur un diagramme de Piper.

Les paramètres utilisés sont reportés ci-après

Tableau 10 : Paramètres physico-chimiques utilisés pour la construction du diagramme de Piper

	Unité	P22	Puits Plantes du Pays Dunois	Fosse	Etang des Plantes	Forage M.Laurent	Puits M. Bessai	Puits Garde-Chasse	Puits communal (2020)	Puits communal (2019)
Température	°C	15,41	20,07	13,74	23	-	-	-	13	13,6
pH	-	7,28	7,16	7,66	7,89	7,5	7,3	7	7	7,2
Conductivité	µS/cm	620	560	630	390	460	470	720	664	581
Calcium	mg/l E/L	120	100	130	-	84	87	150	114,5	108,6
Magnésium	mg/l E/L	4,4	4,5	4,6	-	4,3	5,1	5,1	4,3	3,8
Sodium	mg/l E/L	13	12	12	-	14	12	15	11,4	14,1
Potassium	mg/l E/L	4,7	-	-	-	2,5	1,8	2,9	2,5	2,1
Fer	µg/l E/L	230	<50	100	-	100	710	11000	92	13
Manganèse	µg/l E/L	63	<5,0	12	-	500	2500	100	33	0
Aluminium	µg/l E/L	250	40	130	-	<50	<50	<50	117	0
Ammonium	mg/l E/L	0,3	<0,1	<0,1	na	0,3	0,5	3,3	<0,05	0
Hydrogénocarbonates	mg/l E/L	310	270	320	-	260	250	340	-	300
Bicarbonates	mg/l E/L	<10	<10	<10	-	<10	<10	<10	0	0
Chlorures	mg/l E/L	29	24	19	25	24	28	29	25,5	29,7
Sulfates	mg/l E/L	29	20	18	26	9	18	16	20,3	19,3
Nitrates	mg/l E/L	28	37	48	<1,0	3	1	22	32,9	33,3
Nitrites	mg/l E/L	-	0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	0,19	<0,02	0
Fluorures	mg/l E/L	0,12	0,12	0,1	na	0,15	0,2	0,12	<0,05	0,06
Silicates	mg SiO2/l	15	14	14	na	24	15	28	15,4	-
Débit	-	-	-	-	-	-	-	-	120	60
Titre alcalimétrique total	-	-	-	-	-	-	-	-	25,6	24,6
Titre hydrotimétrique	°FH E/L	32,7	26,8	34,3	na	22,7	23,8	39,5	30,39	28,71

Il est apparu pertinent de faire figurer sur le diagramme les eaux du forage prélevées suite au pompage d'essai à 120 m³/h en juin 2020 et celles prélevées lors du suivi sanitaire de 2019. Les résultats 2020 diffèrent des résultats obtenus dans le cadre de l'exploitation du forage à un débit plus faible.

Il est possible que l'augmentation du débit ait mobilisé des particules fines argileuses déposées dans les interstices de la roche (riches en fer et aluminium), augmentant ainsi la turbidité de l'eau.

Les eaux du captage sont de nature bicarbonatée calcique. Il apparaît à l'étude du diagramme de Piper que les eaux des ouvrages souterrains prélevés, y compris la fosse, sont d'origine souterraine, l'étang marquant le faciès d'une eau de surface.

Diagramme de Piper

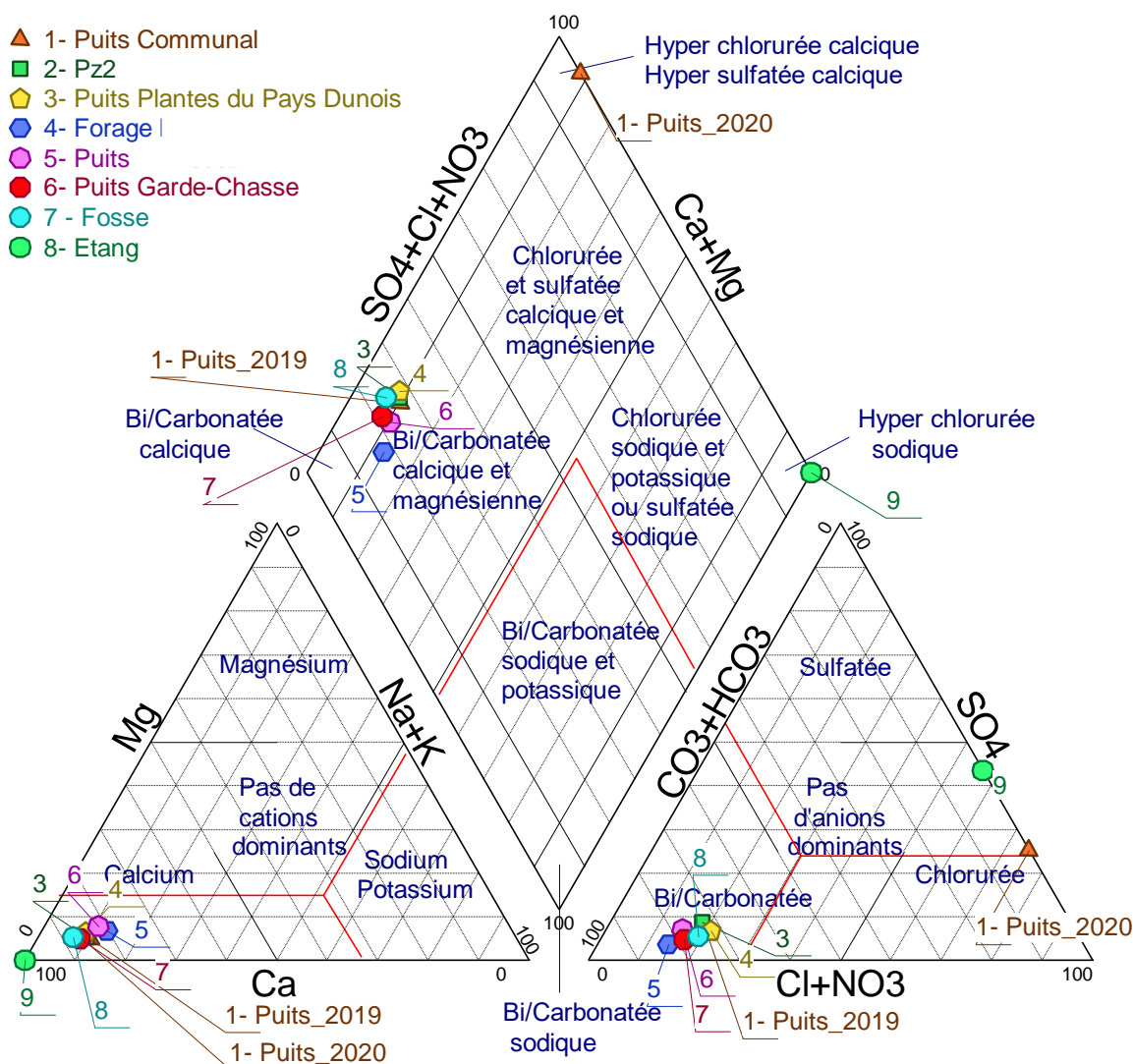


Figure 30 : Diagramme de Piper des eaux prélevées

6.4.3. Évolution de la qualité de l'eau

L'évolution des teneurs en nitrates a été recherchée sur le site ADES. La chronique est disponible entre 1992 et 2017.

Il apparaît à l'examen de la chronique qu'après une hausse continue jusqu'en 2008 avec un pic à 53 mg/l, les taux de nitrates ont diminué jusqu'à atteindre 34,2 mg/l en 2017.

Les teneurs en pesticides sont relativement stables jusqu'en 2017-2018, où commencent à être comptabilisés plusieurs produits émergents.

Ainsi, un suivi des teneurs en pesticides est effectué depuis 2015 par le conseil départemental, notamment sur certains produits émergents (métabolites de pesticides organo-halogénés notamment) pour lesquels le suivi sanitaire commence tout juste. Ces analyses sont présentées en Figure 33. **Elles montrent un dépassement des valeurs de référence pour ces composés ainsi que pour la somme des pesticides.**



Figure 31 : Évolution des teneurs en nitrates (source : ADES – Février 2020)

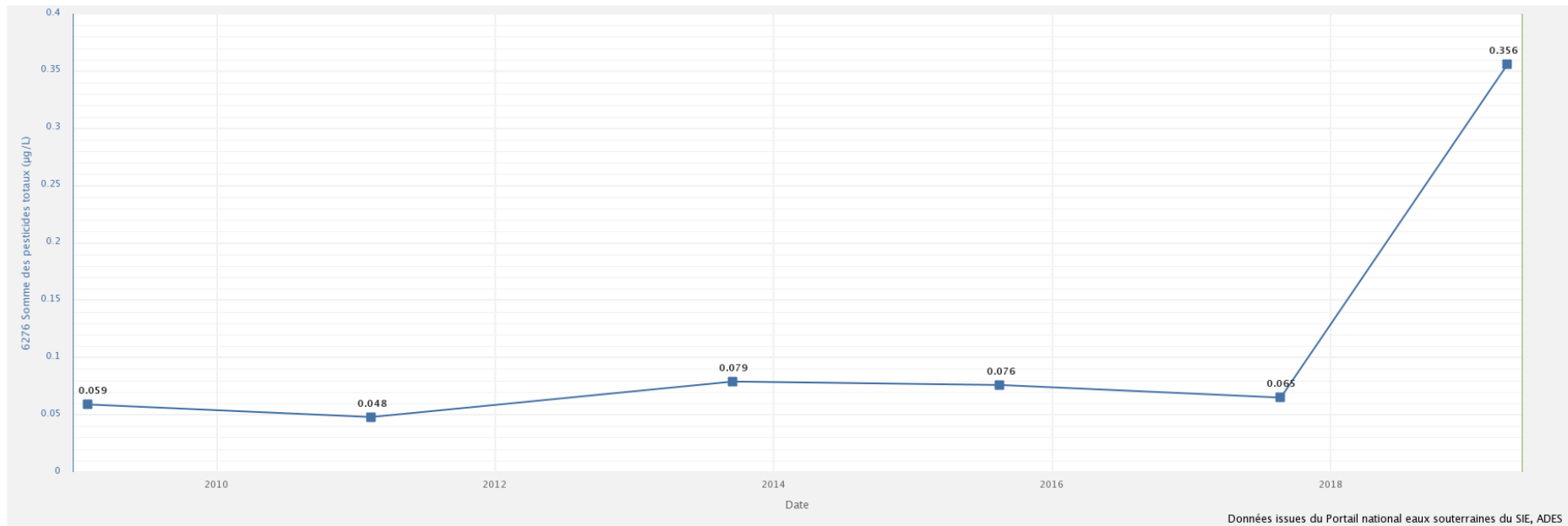


Figure 32 : Évolution des teneurs en pesticides (source : ADES – Février 2020)

Paramètre	Unités	Limite de quantification	Analyse du 18/03/2015	Analyse du 15/06/2015	Analyse du 16/11/2015	Analyse du 15/12/2015	Analyse du 20/04/2016	Analyse du 13/06/2016	Analyse du 16/11/2016	Analyse du 12/04/2017	Analyse du 14/06/2017	Analyse du 15/11/2017	Analyse du 18/04/2018	Analyse du 13/06/2018	Analyse du 13/11/2018	Analyse du 08/04/2019	Analyse du 11/06/2019	Analyse du 21/11/2019	MIN	MAX	MOYENNE	Limite de qualité
Caractéristiques organoleptiques																						
Turbidité	NFU	0,1	0,27	0,25	0,25	0,13	0,21	0,63	0,11	0,58	0,26	0,15	0,2	<0,1	0,15	0,13	<0,1	0,19	0,1	0,63	0,23	1
Analyses physicochimiques																						
Nitrates	mg/l		34	33	45	37	35	32	39	28	33	38	31	31	33,2	38,7	40,4	42,8	28	45	35,7	50
Pesticides																						
Total pesticides	µg/l	0,01	0,064	0,085	0,095	0,057	0,388	0,35	0,458	0,315	0,13	0,508	0,483	0,393	0,4978	0,349	0,372	1,046	0,057	1,046	0,35	0,5
Pesticides azotés																						
Atrazine	µg/l	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,02	0,020	0,1
Atrazine hydroxy	µg/l	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	<0,02	0,02	0,03	<0,02	0,04	0,04	0,04	na	na	na	na	0,02	0,04	0,029	0,1
Atrazine 2-hydroxy	µg/l	0,02	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0,032	0,021	0,026	0,027	0,021	0,032	0,027	0,1
Atrazine déséthyl	µg/l	0,02	0,034	0,055	0,065	0,037	0,038	0,03	0,048	0,035	<0,02	0,048	0,043	0,033	0,033	0,021	0,033	0,028	0,02	0,065	0,038	0,1
Atrazine déséthyl déisoprop	µg/l	0,02	na	<0,02	na	na	<0,02	<0,02	0,03	0,03	<0,02	0,03	0,03	<0,02	0,024	<0,02	<0,02	0,021	0,02	0,03	0,023	0,1
Pesticides organo-halogénés et métabolites																						
Acétochlore	µg/l	0,02	na	na	<0,02	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,01	0,1
Alachlore	µg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,1
Métazachlore	µg/l	0,02	na	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,02	0,02	0,1
Métolachlore	µg/l	1,1	na	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,02	0,02	0,1
Dimétachlor	µg/l	0,02	na	na	na	na	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,02	0,02	0,1
Acétochlor-ESA	µg/l	0,1	na	na	na	na	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	0,10	0,10	0,1
Acétochlor-OXA	µg/l	0,1	na	na	na	na	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	0,10	0,10	0,1
Alachlore-ESA	µg/l	0,1	na	na	na	na	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	0,10	0,10	0,1
Alachlore-OXA	µg/l	0,1	na	na	na	na	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	0,10	0,10	0,1
Métazachlor-ESA	µg/l	0,1	na	na	na	na	0,1	<0,10	0,24	0,11	<0,10	0,13	0,25	0,19	0,112	0,139	0,146	0,180	0,1	0,25	0,15	0,1
Métazachlor-OXA	µg/l	0,1	na	na	na	na	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	0,10	0,10	0,1
Métolachlor-ESA	µg/l	0,1	na	na	na	na	0,19	0,32	0,12	0,11	0,13	0,20	0,12	0,13	0,119	0,168	0,167	0,599	0,11	0,60	0,20	0,1
Métolachlor-OXA	µg/l	0,1	na	na	na	na	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,191	0,1	0,19	0,11	0,1

Figure 33 : Suivi du Conseil Départemental (source : CD 28)

Il apparaît à l'étude de ce tableau que certains composés dépassent les limites de référence définies dans l'arrêté du 11 janvier 2007, notamment le métazachlor-ESA, le métolachlor-ESA et le métolachlor-OXA, portant en novembre 2019 la somme des pesticides analysés à 1,046 µg/l.

Ces dépassements n'ont pour le moment pas été observés sur les analyses menées dans le cadre du contrôle sanitaire.

7. ÉVALUATION DES BESOINS FUTURS

7.1. Données INSEE

L'évolution de la population de Marboué depuis 1982 est présentée ci-après.

Tableau 11 : Évolution de la population de Marboué (Source : INSEE – Avril 2020)

Année	1982	1990	1999	2006	2011	2016
Marboué	1015	1052	1117	1150	1125	1133
Intervalle	-	8	9	7	5	5
Évolution sur l'intervalle	-	3,65	6,18	2,95	-2,17	0,71
Évolution annuelle (%)	-	0,46	0,69	0,42	-0,43	0,14

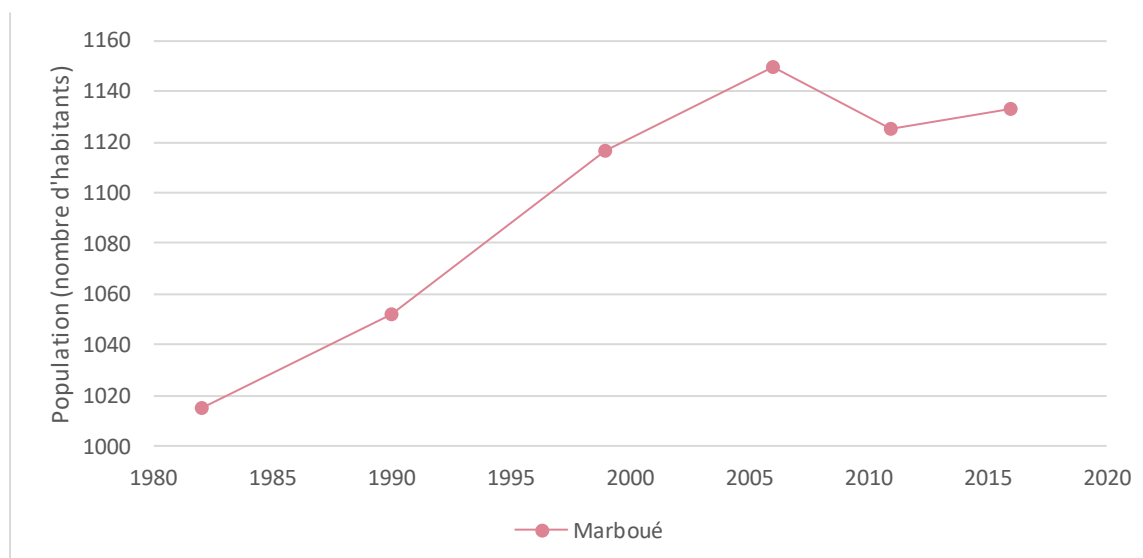


Figure 34 : Évolution de la population de Marboué

L'étude de cette évolution montre une croissance continue de la population entre 1982 et 2006, puis une baisse en 2011 et un rebond avec une pente plus faible entre 2011 et 2016.

La croissance annuelle entre 1982 et 2016 est de 0,30%.

7.2. Description de l'alimentation en eau potable

La commune de Marboué possède un captage, objet du présent rapport, deux réservoirs au sol et un réservoir sur tour alimenté via un surpresseur.

Le forage du stade (capacité 1280 m³/jour sur 20 heures) alimente le réservoir au sol des Coudreaux d'une capacité de 200m³. Celui-ci alimente un réservoir au sol plus petit (capacité 60 m³) relié au centre-ville de Marboué et au château d'eau des Chalandrières via une surpression (deux pompes en alternance). La conduite située entre le réservoir au sol et le château d'eau des Chalandrières est utilisée en refoulement mais aussi en distribution, servant à l'alimentation des logements situés le long de cette route. Le château d'eau des Chalandrières d'une capacité de 200 m³ alimente quant à lui quelques hameaux de Marboué.

À partir du captage, il est possible d'alimenter le centre-ville de Marboué et le réservoir au sol d'une capacité de 60 m³ sans passer par le réservoir au sol des Coudreaux de 200m³.

Il existe une interconnexion entre le centre-ville de Marboué et la ville de Châteaudun.

Le synoptique suivant présente l'alimentation en eau potable de la commune.

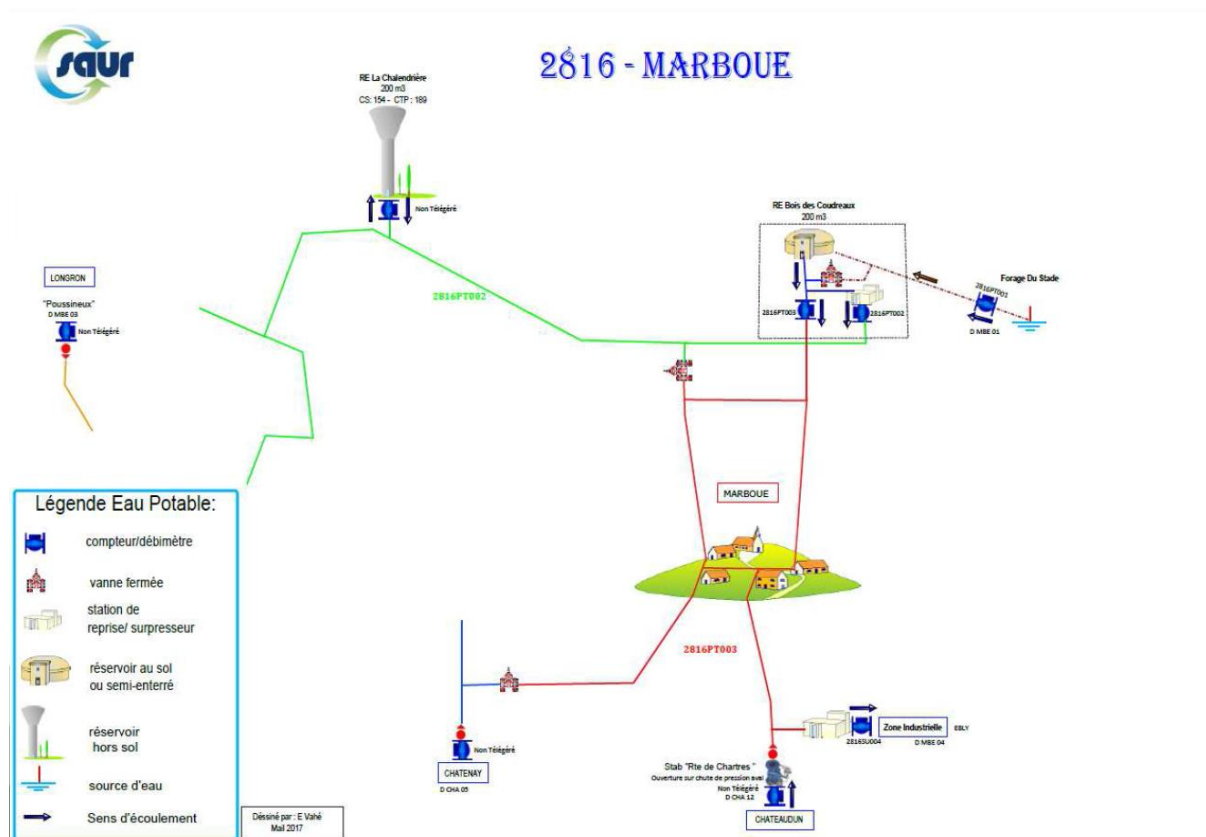


Figure 35 : Synoptique de l'alimentation en eau potable

7.3. Historique des volumes prélevés et consommés

Les RADs 2017 et 2018 de la commune de Marboué ont été consultés ainsi que le schéma directeur AEP réalisé en 2018.

L'historique des volumes est présenté ci-après :

Tableau 12 : Historique des volumes prélevés et consommés (source : RAD et SDAEP – Avril 2020)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Moyenne
Volume prélevé	153 791	164 245	160 993	161 915	183 745	192 872	194 220	207 208	177 374
Captage	-	-	-	-	-	-	190 137	199 572	194 855
Importation CCGC	-	-	-	-	-	-	4 083	7 636	5 860
Volume mis en distribution	153 791	164 245	160 993	161 915	183 745	192 872	194 220	207 208	177 374
Dont volume produit	153 791	164 245	160 993	161 915	183 745	192 872	194 220	207 208	177 374
Dont volume importé	-	-	-	-	-	-	4 083	7 636	1 674
Volume consommé autorisé	142 692	140 372	134 726	122 523	143 273	147 821	146 995	145 736	140 517
dont volume comptabilisé	-	-	-	-	-	-	144 036	143 008	143 522
dont volume comptabilisé non domestique	-	-	-	-	-	-	1 715	1 512	1 614
dont eau de service réseau	-	-	-	-	-	-	1 023	1 000	1 012
dont volumes consommés sans comptage	-	-	-	-	-	-	221	217	219
Rendement de réseau	93%	85%	84%	76%	78%	77%	76%	70%	79,78%

À noter la présence d'un gros consommateur sur la commune, la société EBLY, qui achète environ 85 000 m³/an à la commune (source : SDAEP 2018).

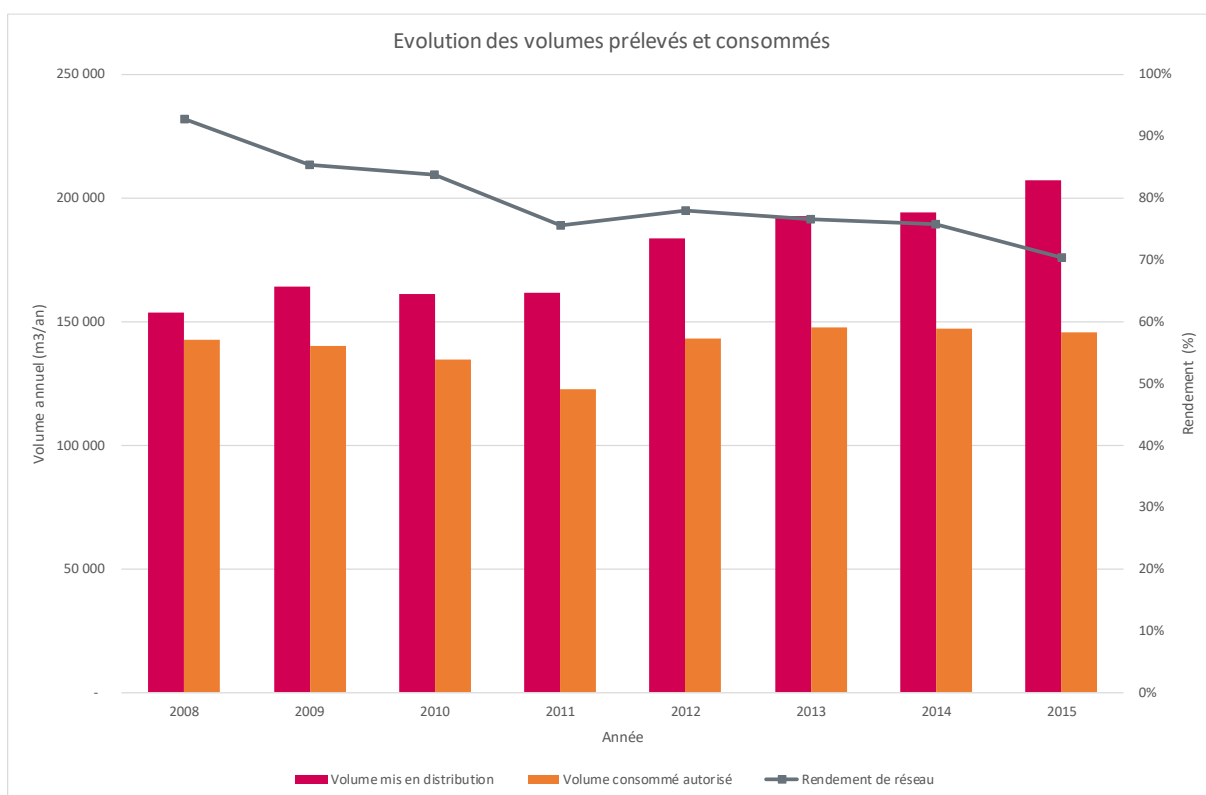


Figure 36 : Évolution des volumes mis en distribution et consommés

Il apparaît à l'examen des données que les volumes mis en distribution augmentent depuis 2012 sans que le même phénomène soit observé sur les volumes consommés, avec une tendance à la baisse du rendement (84% en 2013 – 70% en 2018).

7.4. Évaluation des besoins futurs

En considérant la chronique 1982-2016, il apparaît que la population de Marboué a connu une augmentation quasi-continue de l'ordre de 0,3% par an. À ce rythme de croissance, la population de Marboué à l'horizon 2040 est estimée à 1 215 habitants.

D'après les données de l'année 2016 (1133 habitants – 207 208 m³ mis en distribution), le volume prélevé par habitant est de 182 m³/an/habitants.

Toutefois, en ôtant les 85 000 m³/an consommés par EBLY, on obtient 108 m³/an/habitants, ce qui semble déjà élevé, et probablement dû au rendement de 70%.

En conséquence, sur la base de 1 215 habitants attendus en 2040, les besoins futurs de Marboué sont estimés à 131 220 m³/an, auquel on réajoute la consommation de EBLY soit 216 220 m³/an, soit 592 m³/jour soit 59 m³/h (10h de fonctionnement journalière).

À ce jour, le forage de Marboué étant exploité à 60 m³/h, peut produire 600 m³/jour en moyenne (sur la base de 10h de fonctionnement par jour) et 1200 m³/j en pointe (sur la base de 20h de fonctionnement par jour) soit 146 000 m³/an. En l'état, il peut subvenir à l'ensemble des besoins de la commune de Marboué.

Il convient d'ajouter que le pompage d'essai mené à 120 m³/h, s'il a montré une dégradation de la qualité des eaux, notamment pour la turbidité, a également permis de constater qu'une augmentation de débit, peut-être limitée à 100 m³/h pour ne pas dégrader la qualité de l'eau, serait envisageable.

Cette augmentation de débit, serait notamment appréciable si la commune de Marboué devait être amenée dans le futur à secourir voire à alimenter partiellement en eau potable des communes limitrophes. Cette possibilité sera notamment étudiée dans des études patrimoniales à venir, qui seront menées sur l'ensemble de la communauté de communes du grand Châteaudun.

Au regard de ces considérations, les volumes demandés pour la définition des périmètres de protection sont les suivants :

- Débit horaire : **100 m³/h** ;
- Volume journalier moyen : **1 000 m³/jour** (10 h de pompage) ;
- Volume journalier de pointe : **2 000 m³/jour** (20 h de pompage) ;
- Volume annuel : **730 000 m³/an**.

8. ENVIRONNEMENT DU CAPTAGE

8.1. Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude définie par l'hydrogéologue agréé est intégralement localisée sur le territoire de la commune de Marboué.

Elle est composée :

- Au nord, de parcelles agricoles exploitées ;
- Au nord-est, d'une ancienne décharge ;
- À l'est, d'une voie de chemin de fer puis d'un étang ;
- Au sud et à l'ouest, de pépiniéristes.

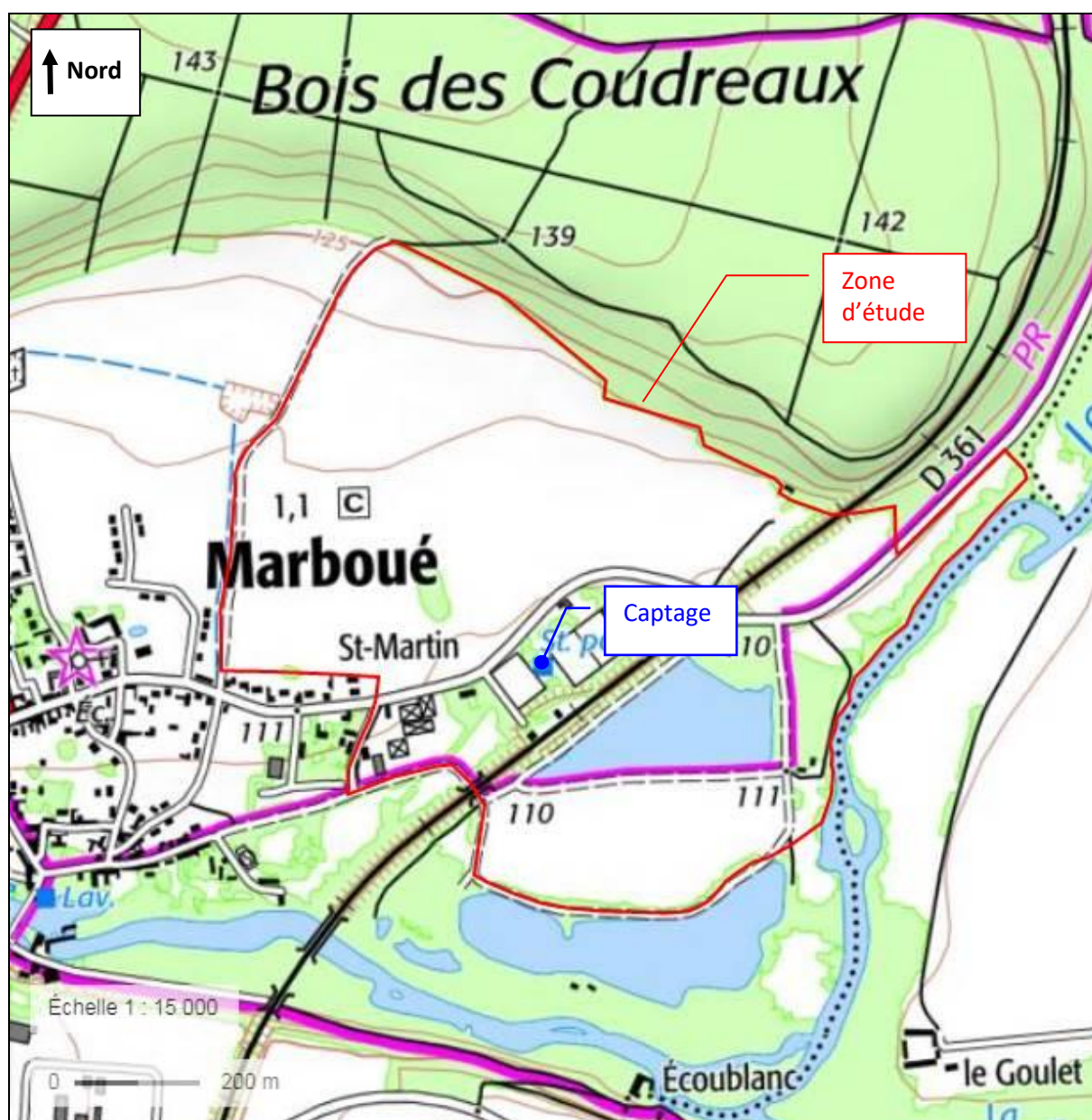


Figure 37 : Zone d'étude définie autour du forage (source : Géoportail – Janvier 2020)

8.2. Environnement immédiat du captage

Le périmètre de protection immédiate du captage est constitué des parcelles YC 185 et YC 188. Le captage est situé en bordure du stade de Marboué. Par ailleurs, les premières maisons de bourg sont distantes d'environ 300m au sud.

À noter que la clôture d'enceinte du périmètre de protection immédiate est peu haute et en mauvais état (trous permettant le passage d'animaux et d'hommes). Les ballons perdus sont notamment régulièrement récupérés par les utilisateurs du stade, et des poules en liberté dans le stade ont été aperçues durant les travaux.

Le stade dispose quant à lui d'une clôture et de portails fermant à clé mais n'est pas clôturé sur la totalité de son enceinte (passage possible par la partie nord-est). Quelques bidons vides ont été remarqués sur le stade, derrière de vieux bâtiments bordant la voie de chemin de fer.

La tête de puits est, quant-à-elle, située dans un local technique fermé à clé.



Périmètre de protection immédiate



Stade de football



Partie nord-est du stade



Partie nord du stade



Stade et vieux bâtiments (partie sud)



Bidons sur le stade

Figure 38 : Reportage photographique – environnement immédiat du captage

8.3. Occupation des sols / Urbanisme

La commune de Marboué possède un plan d'occupation des sols. Le secteur du forage est situé en zone NDai.

Les zones ND sont à protéger en raison de l'existence de risques ou de nuisances, de la qualité des sites, des milieux naturels, des paysages et de leur intérêt, notamment du point de vue esthétique, historique ou écologique. La zone NDai correspond à la zone inondable de la vallée du Loir accueillant des équipements sportifs.

A noter que le plan local d'urbanisme intercommunal du Grand Châteaudun est en cours d'élaboration.

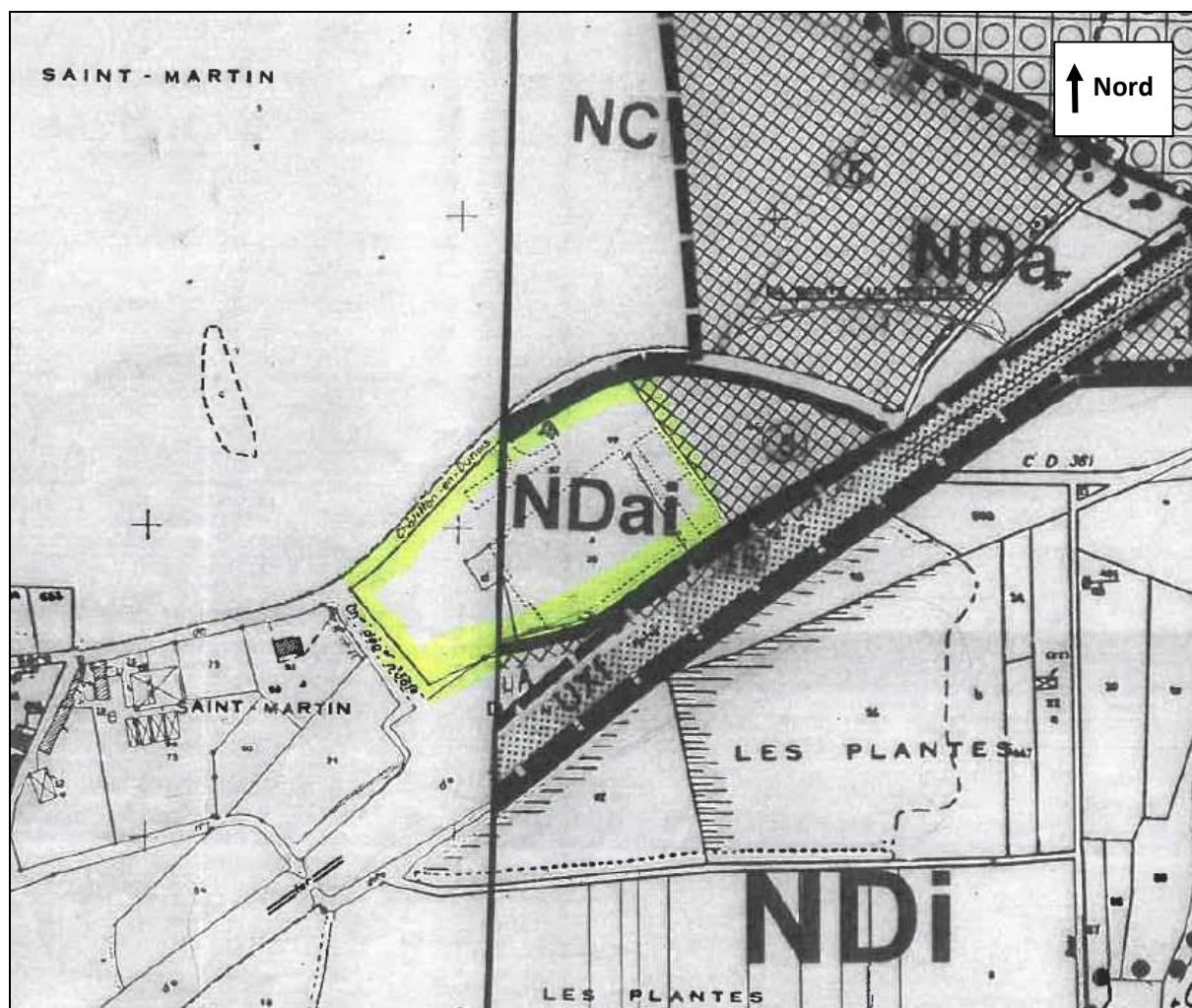


Figure 39 : Extrait du Plan d'Occupation des sols

Par ailleurs, l'occupation actuelle des sols a été étudiée au moyen de la cartographie Corine Land Cover 2018.

Les parcelles appartenant à la commune de Marboué sont entourées en violet.

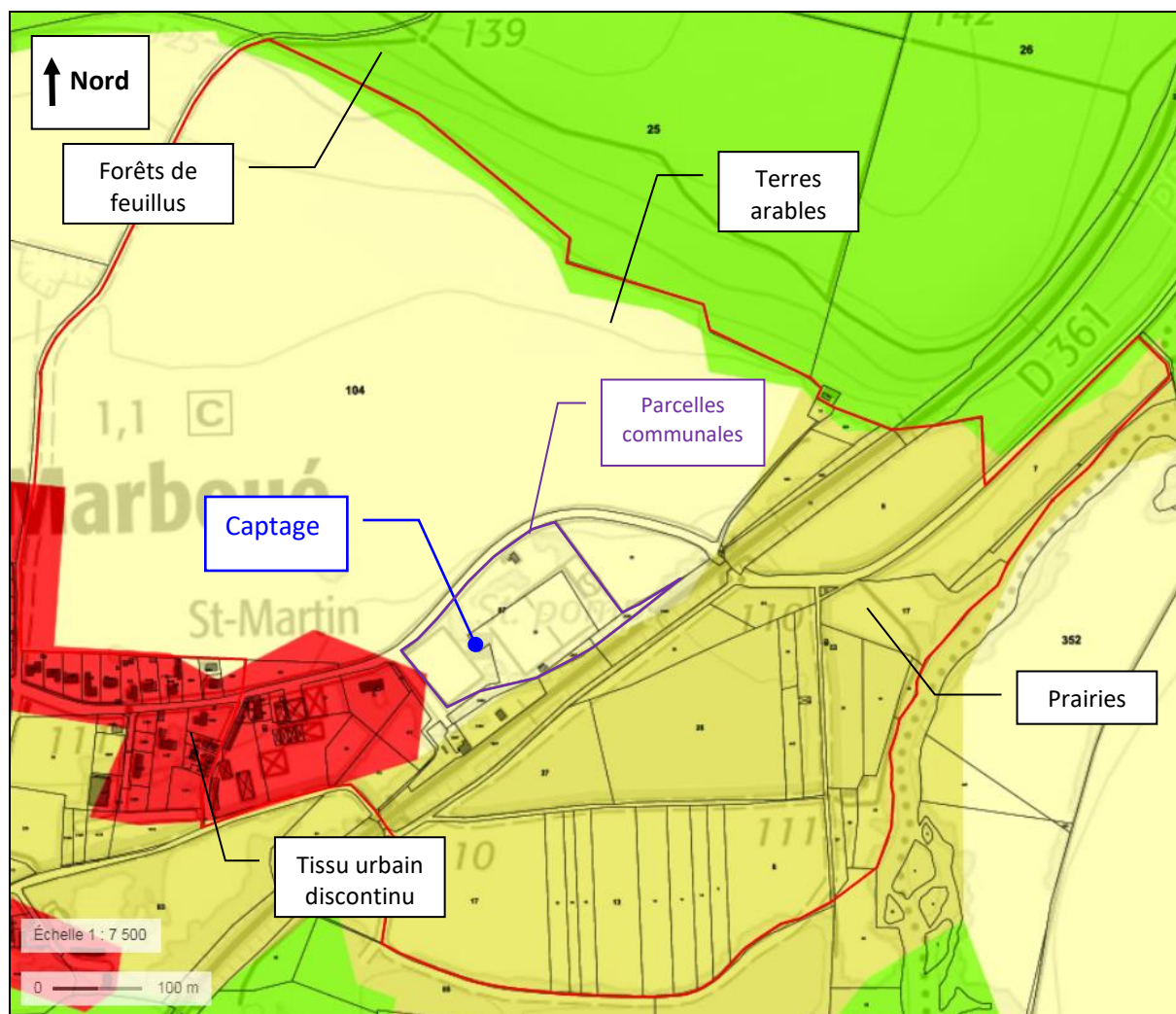


Figure 40 : Occupation des sols de la zone d'étude
(source : Géoportail – Corine Land Cover 2018 – Janvier 2020)

La partie nord de la zone d'étude est occupée par des parcelles agricoles exploitées (SCEA de Villechèvre). La partie sud est composée de prairies.

Les principales activités recensées sont les suivantes :

- La voie ferrée Paris-Vendôme à 50 m au sud (aval hydraulique) ;
- La D361 à 50 m au nord (latéral hydraulique) ;
- Le stade communal qui comprend notamment un parking à 100 m du forage (latéral hydraulique) ;
- Deux pépinières (Plantes du Pays Dunois et Del Paysage) à 200 m à l'ouest du forage (aval hydraulique)
- Un plan d'eau privé au lieu-dit Les Plantes à 110 m au sud du forage (latéral hydraulique), sans activité pratiquée.

8.4. Activité agricole et horticole

8.4.1. *Évolution des cultures réalisées dans la zone d'étude*

Plusieurs des parcelles de la zone d'étude sont exploitées.

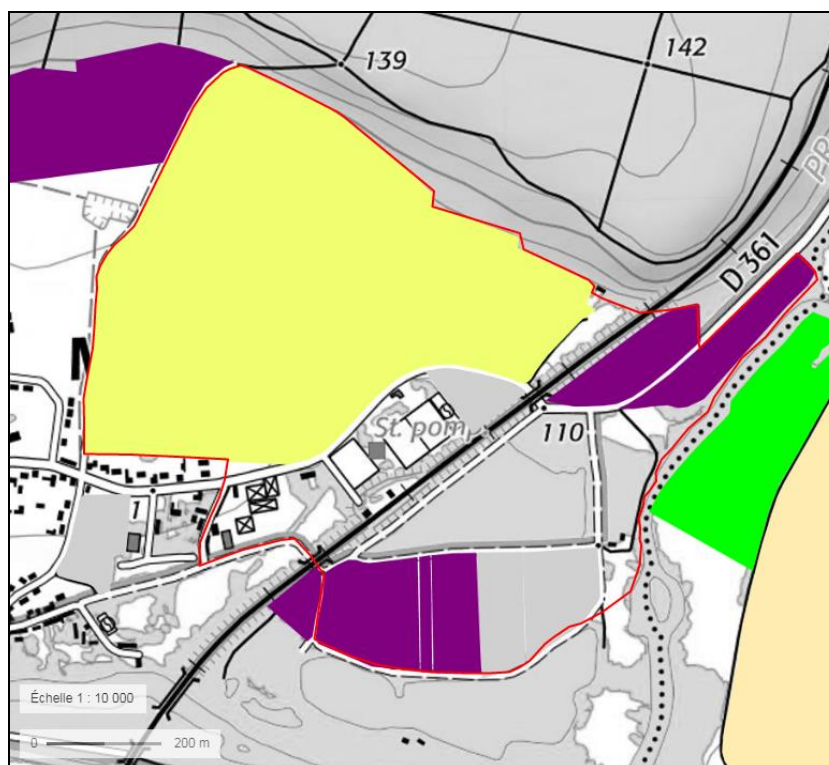
Le tableau suivant résume les différentes cultures par année (entre 2013 et 2017) et par localisation (sud/nord de la voie de chemin de fer) :

Tableau 13 : Cultures réalisées dans la zone d'étude entre 2013 et 2017

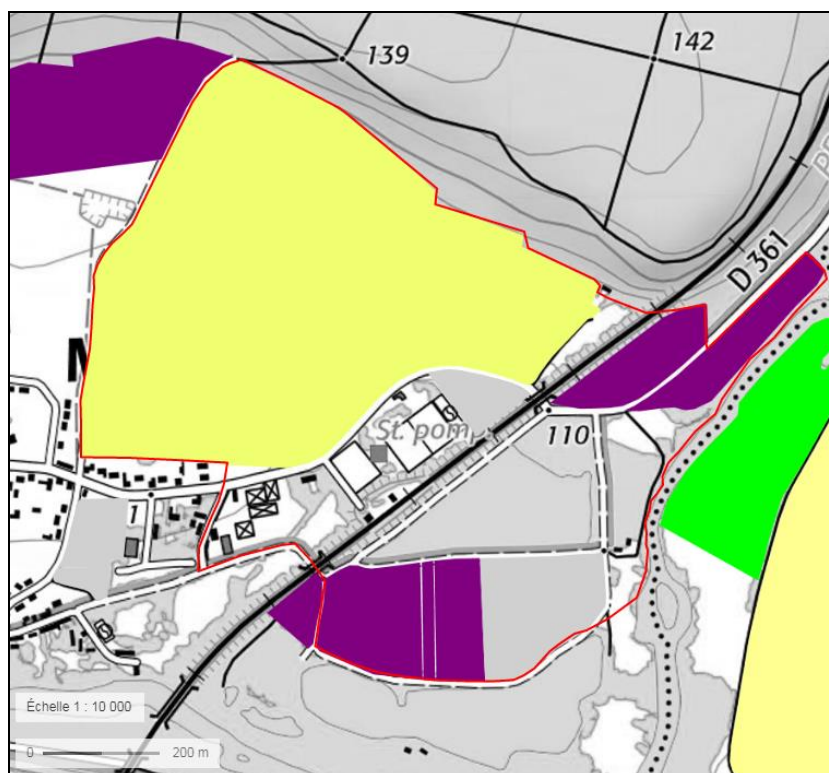
	Parcelles au nord de la voie ferrée	Parcelles au sud de la voie ferrée
2013	Blé tendre	Divers / Gel
2014	Blé tendre	Divers / Gel
2015	Colza	Fourrage / Gel
2016	Autres céréales / légumes / divers	Fourrage
2017	Autres céréales / légumes / divers	Fourrage

Les cartes sont présentées ci-après :

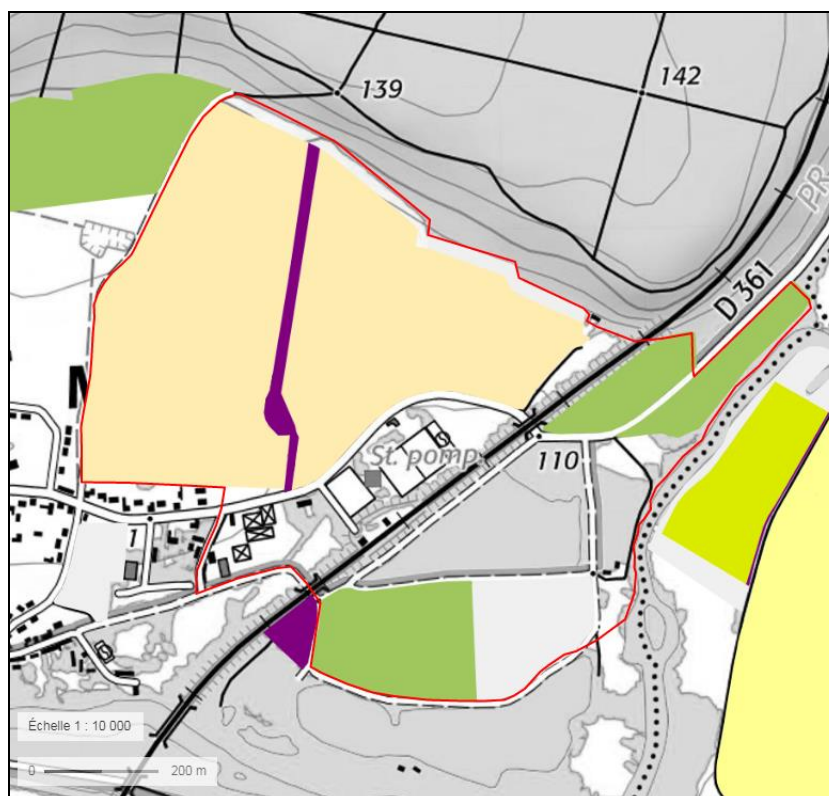
Registre
parcellaire
graphique
2013



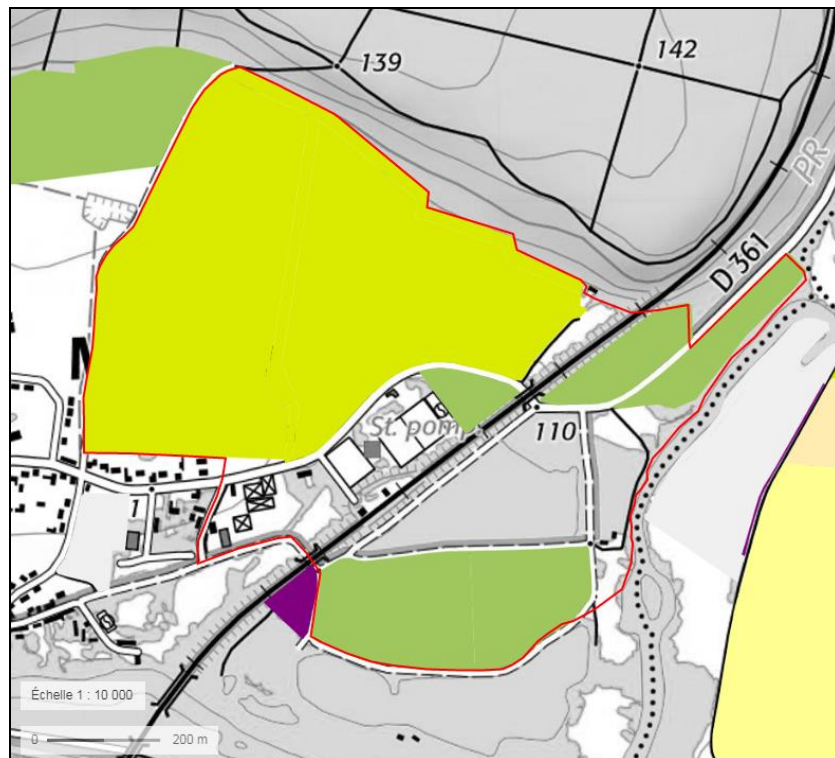
Registre
parcellaire
graphique
2014



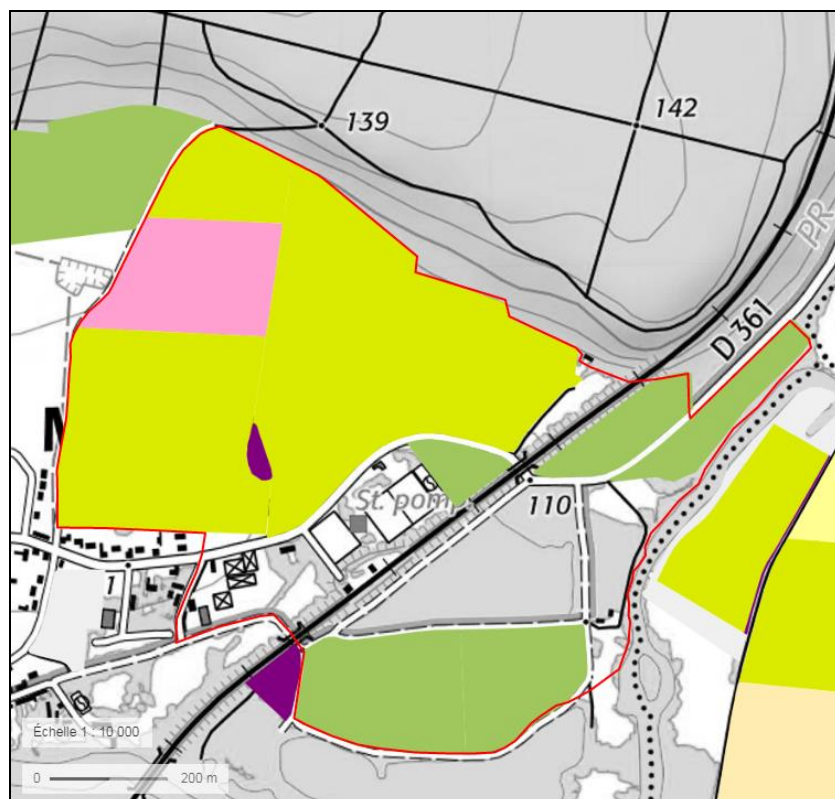
Registre
parcellaire
graphique
2015



Registre
parcellaire
graphique
2016



Registre
parcellaire
graphique
2017



Légende :

	Blé tendre		Riz
	Maïs grain et ensilage		Légumineuses à grains
	Orge		Fourrage
	Autres céréales		Estives et landes
	Colza		Prairies permanentes
	Tournesol		Prairies temporaires
	Autre oléagineux		Vergers
	Protéagineux		Vignes
	Plantes à fibres		Fruit à coque
	Semences		Oliviers
	Gel (surface gelée sans production)		Autres cultures industrielles
	Gel industriel		Légumes ou fleurs
	Autres gels		Canne à sucre
			Arboriculture
			Divers
			Non disponible

8.4.2. Recensement des pratiques agricoles

Le recensement des pratiques agricoles a été réalisé auprès de l'exploitant et des deux pépiniéristes :

- La société DEL PAYSAGE pratique une activité ZéroPhyto depuis 2016.
- L'EARL Les Plantes du Pays Dunois n'utilisent plus de produits phytosanitaires depuis 5 ans.
- La parcelle YC0086, voisine du stade est en jachère, le passage de véhicules motorisés est interdit.
- L'exploitation SCEA de Villechèvre pratique une agriculture conventionnelle, avec des rotations annuelles sur les cultures suivantes : blé dur, colza, haricots, persil et mâche.

8.4.3. Recensement des intrants

Les exploitants des parcelles de la zone d'étude ont été questionnés sur les produits épandus.

Les deux pépiniéristes n'utilisent pas d'intrants.

La SCEA de Villechèvre a fourni la liste des produits épandus en fonction des cultures (rotations chaque année). Les principes actifs ont été recherchés sur le site EPHY de l'ANSES, qui indique aussi l'usage et le statut du produit (autorisé ou non).

La liste des intrants par culture est présentée ci-après. L'itinéraire technique, avec précision des quantités épandues, est fourni en annexe 8.

Tableau 14 : Liste des produits utilisés pour le blé dur

Nom	Principe actif	Usage	Autorisation
Varia	diflufénicanil chlorotoluron	Herbicide	Oui
Minarix	prosulfoarbe	Herbicide	Oui
Levto	iodosulfuron-méthyl-sodium mésosulfuron-méthyle méfenpyr	Herbicide	Oui
Adenda	esters méthyliques d'acides gras, C16-C18 et C18 insaturés	Adjuvant Herbicide	Oui
Actimum	sulfate d'ammonium	Adjuvant Herbicide	Oui
Epsotop	Engrais magnésien et soufré	Engrais	Oui
Cycocel C5	chlorure de chlorméquat	Régulateur de croissance	Oui
Summum	métamitron	?	Oui
Azote liquide	Azote	?	Oui
Chardex	MCPA sel d'amine clopuralid	Herbicide	Oui
U600 Pro	2,4-D	Herbicide	Oui
Medax top	prohexadione-calcium chlorure de mépiquat	Régulateur de croissance	Oui
Amistar	azoxystrobine	Fongicide	Oui
Prosaro	tébuconazole prothioconazole	Fongicide	Oui

Tableau 15 : Liste des produits utilisés pour le colza

Nom	Principe actif	Usage	Autorisation
Colzor trio	Dimethachlor Clomazone napropamide	Herbicide	Oui
Naspar	métazachlore	Herbicide	Oui
Karaté zéon	lambda-cyhalothrine	Insecticide	Oui
Isor	diuron simazine Huile minerale paraffinique	Herbicide	Non

Nom	Principe actif	Usage	Autorisation
Kerb flo	propyzamide	Herbicide	Oui
Delta Bmo	?	?	Oui
Azote liquide	Azote	?	Oui
Propulse	fluopyram prothioconazole	Fongicide	Oui
Deltasoufre	soufre micronisé	?	Non

Tableau 16 : Liste des produits utilisés pour la mâche

Nom	Principe actif	Usage	Autorisation
Buggy green line	glyphosate sel d'isopropylamine	Herbicide	Non
Colzamid	napropamide	Herbicide	Oui
Proman	métobromuron	Herbicide	Oui
Star bore	?	?	Oui
Isor	diuron simazine Huile minerale paraffinique	Herbicide	Oui
Amistar	azoxystrobine	Fongicide	Oui
Urée	?	?	Oui
Topsin	Thiophanate-methyl	Fongicide	Oui
Accrobat	diméthomorphe mancozèbe	Fongicide	Non
Maori	chlorothalonil pyriméthanil	Fongicide	Non
Bore	?	?	Oui
Signum	boscalide Pyraclostrobin	Fongicide	Oui

Tableau 17 : Liste des produits utilisés pour le persil

Nom	Principe actif	Usage	Autorisation
Racer me	flurochloridone	Herbicide	Oui
Centium	Clomazone	Herbicide	Oui
Star Bore	?	?	Oui
Stratos	cycloxydime	Herbicide	Non
Dash	acide oléique Esters méthyliques d'acides gras Esters de phosphate d'alcools gras polyoxyalkyles	Adjuvant	Oui
Prowl	pendiméthaline	Herbicide	Non
Challenge	aclonifène	Herbicide	Non
Axfert	?	?	Oui
Kocide	Cuivre	Fongicide	Oui
Amistar	azoxystrobine	Fongicide	Oui
Axis 31/20	?	?	Oui
Score	difénoconazole	Fongicide	Oui
Traphos BMO	Engrais phospho-potassique	Engrais	Oui
Défi	prosulfocarbe	Herbicide	Oui
Signum	boscalide Pyraclostrobin	Fongicide	Oui

Tableau 18 : Liste des produits utilisés pour les haricots

Nom	Principe actif	Usage	Autorisation
Bonalan	benfluraline	Herbicide	Oui
Oligo Star ZN	?	?	Oui
Mercantor	métolachlore	Herbicide	Non
Centium	Clomazone	Herbicide	Oui
18/46	?	?	Oui
Corum	imazamox bentazone	Herbicide	Oui
Karaté K	lambda-cyhalothrine pirimicarbe	Insecticide	Oui
Kocide	Cuivre	Fongicide	Oui
Maori	chlorothalonil pyriméthanil	Fongicide	Non
Switch	cyprodinil fludioxonil	Fongicide	Oui

8.4.4. Recensement des stockages

Les stockages ont été recensés dans la zone d'étude. Les deux pépiniéristes disposent de cuves à fioul dont les caractéristiques sont présentées ci-après.

Il ressort des visites de site la présence de **7 cuves de stockage d'hydrocarbures, dont 6 sont non conformes** :

- 2 cuves chez DEL PAYSAGE
- 5 cuves chez l'EARL PLANTES DU PAYS DUNOIS.

Pour rappel, la législation concernant les stockages d'hydrocarbures a évolué de la manière suivante :

- Arrêté du 22/03/1974 :
 - Définition des notions de réservoirs à simple paroi (réservoir ordinaire) ou à double paroi (réservoir à sécurité renforcée) et de cuvette de rétention étanche ;
 - Recensement des différentes normes françaises en vigueur pour les réservoirs.
- **Arrêté du 03/03/1976** : ajout de normes relatives aux réservoirs ;
- **Arrêté du 01/07/2004** : actualisation de l'arrêté du 22/03/1974 avec notamment :
 - Mise à jour des normes relatives aux cuves pour les réservoirs de type ordinaire et à sécurité renforcée ;

- Définitions des conditions à remplir pour les stockages non enterrés en plein air, aériens dans un bâtiment ou enterrés ;
- Nécessité de la fourniture d'un certificat de conformité lors de l'installation d'un réservoir ;
- Sont jugées conformes les cuves qui étaient soumises à une norme française lors de leur mise en service (ces cuves doivent néanmoins satisfaire aux autres clauses de l'arrêté) ;
- Définition des modalités d'abandon de réservoir (dégazage, inertage ou retrait et fourniture d'un certificat de bonne exécution des travaux).

Tableau 19 : Recensement des stockages dans la zone d'étude

Propriétaire	Adresse	Cuve à fioul				Autres stockage	
		Cuve (O/N)	Identifiant Figure	Description	Conformité (O/N)	O/N	Nature
DEL PAYSAGE SCI DES JARDINS	34 rue de la Gare 28 200 MARBOUE	O	1	1 Cuve en métal, aérienne, dans un bâtiment, sur dalle en béton, 1200L pour le chauffage des serres (NF 88940 – norme conforme)	O	N	-
			2	1 Cuve GNR d'environ 4000 L, métal, sans rétention , aérienne, sur dalle en béton	N		
Mme FREON Denise	34 rue de la Gare 28 200 MARBOUE	O	3 4	4 cuves de 650L, aériennes 1 cuve 2000L de fuel (Chauffage serres)	N	N	Pas de produits phytosanitaires depuis 5 ans

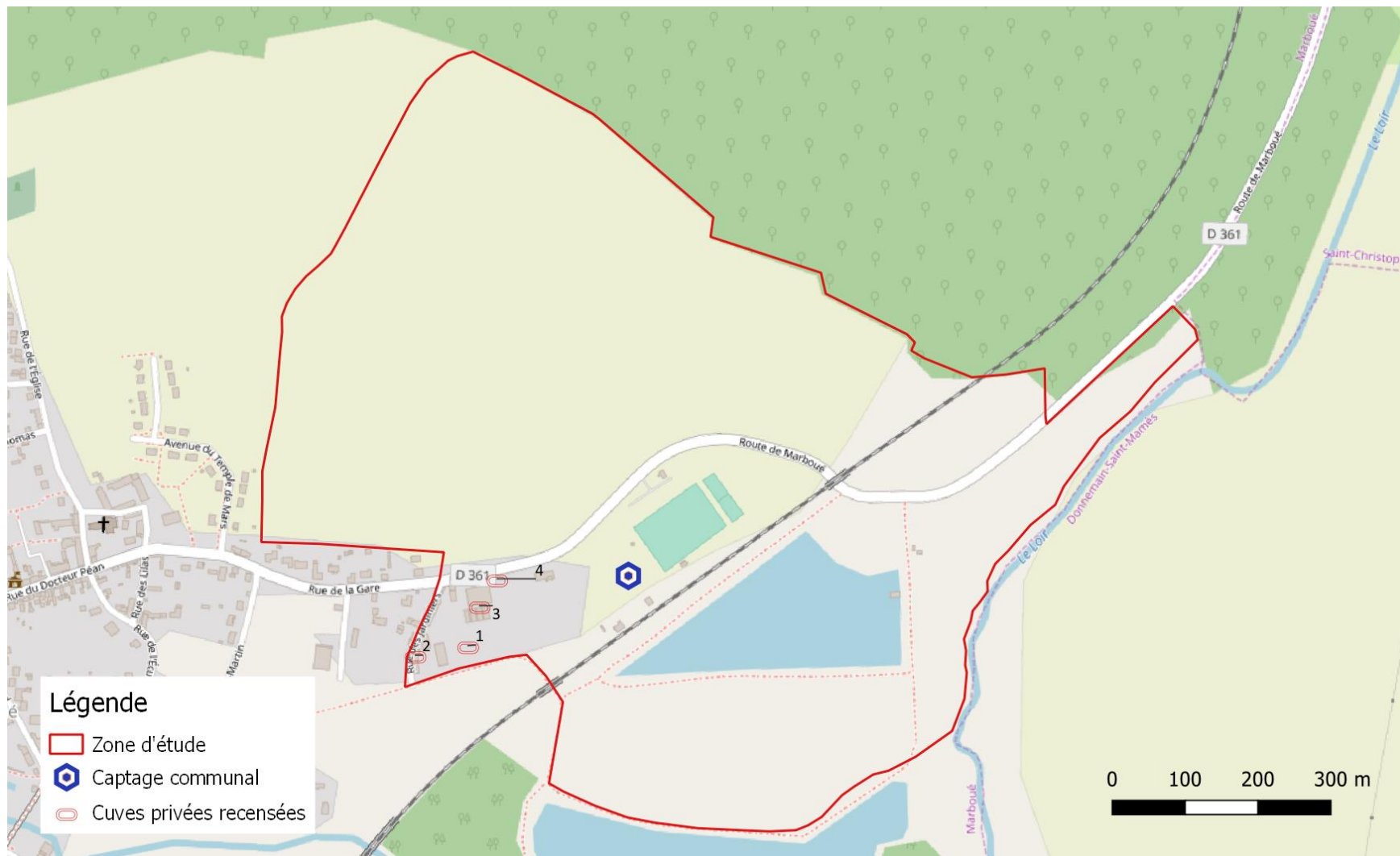


Figure 41 : Recensement des cuves

8.1. Activités industrielles

8.1.1. Sites BASIAS/BASOL/ICPE

Aucun site ICPE (installation classée pour la protection de l'environnement), BASIAS (anciennes activités de service) ou BASOL (sites pollués nécessitant une intervention des pouvoirs publics) n'est recensé dans la zone d'étude.

Le site de l'ancienne décharge de la Maltournée fait l'objet d'un paragraphe particulier.

8.1.2. Transport de matières dangereuses

Les canalisations de transport de matières dangereuses ont été recherchées sur le site Géorisques et sont présentées sur la figure suivante.

Une conduite de gaz naturel passe à l'est du territoire communal, en dehors de la zone d'étude.

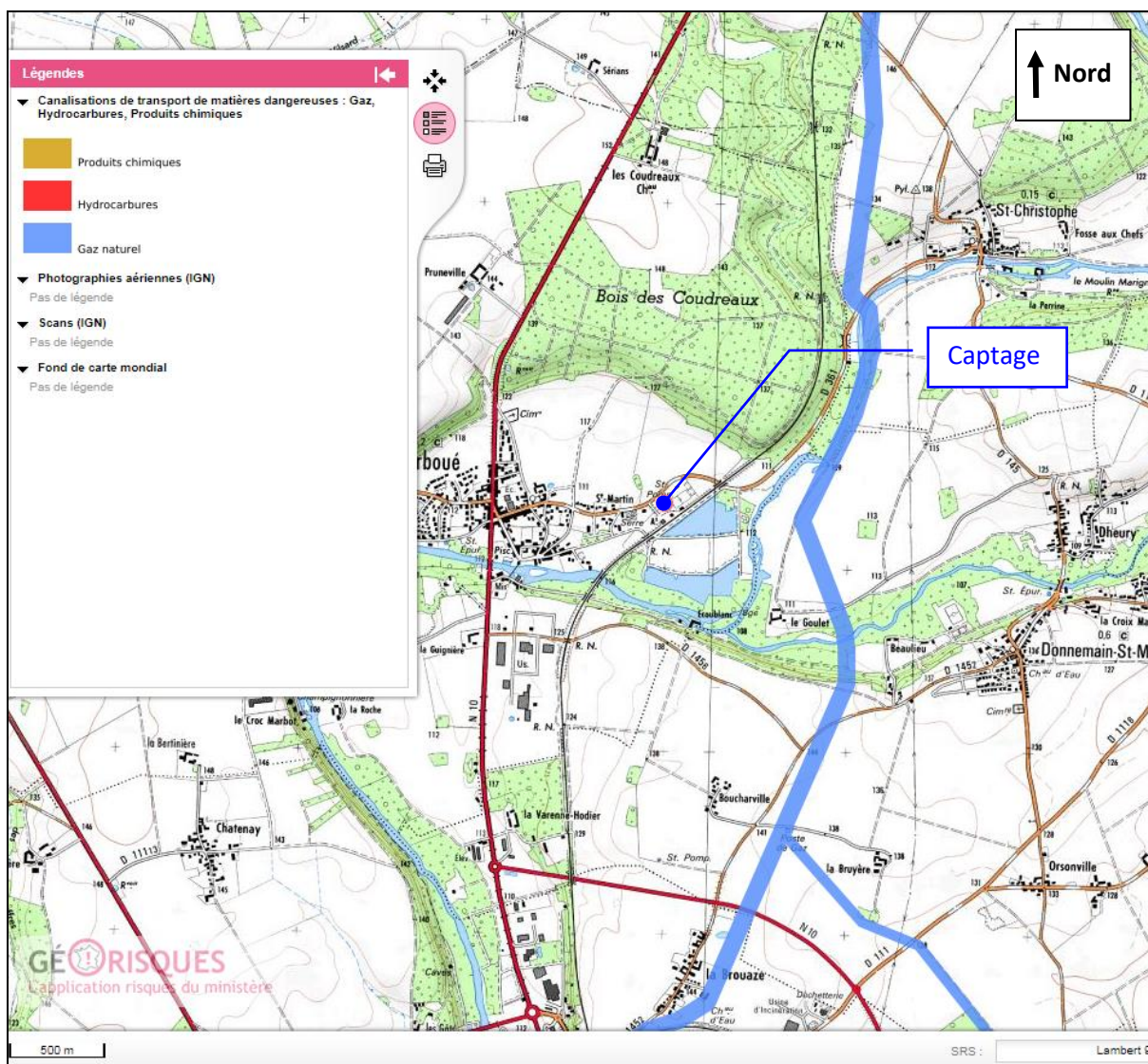


Figure 42 : Transports de matières dangereuses autour du site
(source : Géorisques – Janvier 2020)

8.1.3. Décharge de la Maltournée

8.1.3.1. Historique

La zone d'étude abrite une ancienne décharge communale, dite de la Maltournée. Cette installation n'est pas recensée dans les bases de données BASIAS (base des anciens sites industriels et activités de service) et BASOL (anciens sites pollués ayant fait l'objet d'une intervention de l'état).

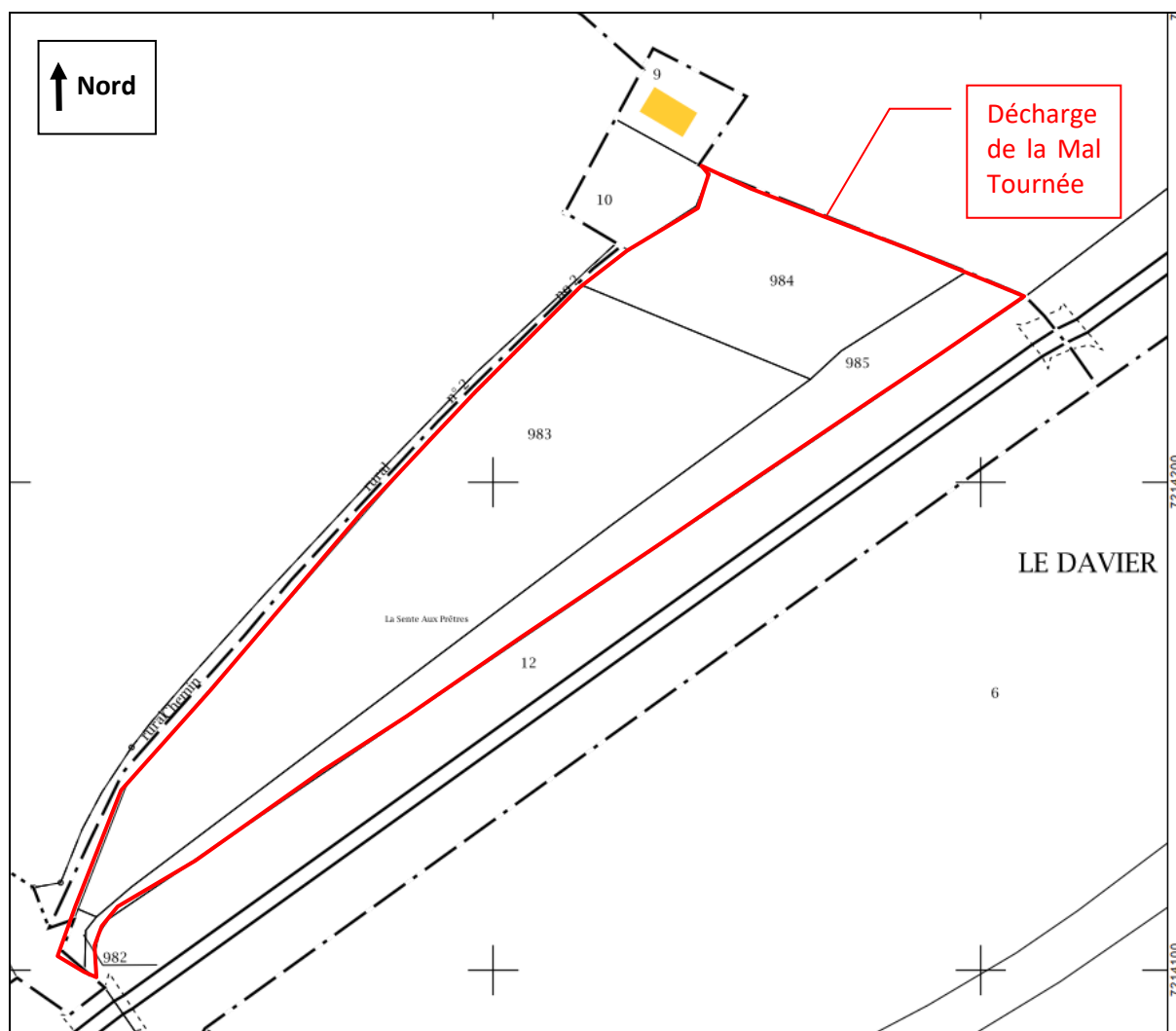


Figure 43 : Emprise présumée de la décharge de la Mal Tournée

La mairie a été consultée sur l'historique de ce site et confirme la chronologie suivante :

- Années 80 : Activité de la carrière entre le début et la fin des années 80, pour les déchets verts uniquement ;
- Fin des années 80 : Rebouchage de la carrière et vente à l'entreprise FREON devenue DEL PAYSAGE, qui y dépose ses déchets verts et inertes en vue de les composter. Cette activité est toujours en cours actuellement.


L'activité de la décharge communale serait donc comprise à minima **entre les années 1978 et les années 80** sur les parcelles cadastrées D982, D983, D984 et D985. Les déchets autorisés étaient uniquement les déchets verts et les déchets inertes (gravats, déchets de maçonnerie).



Par ailleurs, la commune de Marboué a pu fournir un extrait des bulletins municipaux de 1984 et 1985 qui dénoncent les mauvais comportements des habitants de l'époque. Ainsi la décharge était régulièrement occupée par :

- Des déchets ménagers ;
- Des appareils électroménagers ;
- Des ferrailles diverses ;
- Des éléments provenant d'anciennes voitures, potentiellement hydrocarbonés.


Ces éléments ont été confirmés par les riverains présents à la réunion publique du 4 mars 2020 et qui avaient connu la décharge en activité. Les anciens interrogés se souviennent d'une ancienne ballastière d'environ 4 à 5 m de profondeur.



Les photographies aériennes présentées ci-après ont été consultées entre 1949 et 2007. Les premiers signes d'une activité de décharge sont observés en 1978.



1949		<p>Stade aménagé Une petite fosse est visible au nord-est du stade.</p>
------	--	---

<p>1957</p>		<p>Stade aménagé. Une petite fosse est visible au nord-est du stade.</p>
<p>1962</p>		<p>Captage présent Pas de signe d'activité de la décharge Une petite fosse est visible au nord-est du stade.</p>

1971		<p>Captage présent Pas de signe d'activité de la décharge. Une petite fosse est visible au nord-est du stade.</p>
1975		<p>Pas de signe d'activité de la décharge La petite fosse située au nord-est du stade semble comblée.</p>

1978		Premiers signes de l'activité de la décharge en bord de route
1980		Décharge en activité

1983		Décharge en activité
1987		Décharge en activité

1990		Pas d'évolution
1993		Pas d'évolution

1998		Pas d'évolution
2001		Pas d'évolution

2002		Pas d'évolution
2007		Pas d'évolution

2012		Pas d'évolution
2011		Pas d'évolution

Remarque sur l'usage actuel : Suite à la réunion de restitution de l'étude le 18 septembre 2020, les élus de la mairie de Marboué se sont rendus sur le site de l'ancienne décharge pour constater la présence de stockages de déchets non autorisés sur le site, à savoir des dépôts de fragments d'enrobé, de tôles en plus des déchets végétaux et inertes (béton/pierres) déjà constatés lors de la visite de site de juin 2020 (Courrier de la mairie fourni en annexe 9). Le reportage photographique réalisé par la mairie lors de cette visite est présenté ci-après.

Par ailleurs, des feux pour brûler les déchets végétaux sont régulièrement pratiqués par l'entreprise. Le dernier en date a été signalé par la mairie de Marboué le 29 septembre 2020 et a nécessité l'intervention des pompiers et de la gendarmerie pour protéger la voie de chemin de fer.



Figure 44 : Reportage photographique – Juin 2020