



astree

Assistance technique et réglementaire Eau et Environnement



COMMUNE LES ORMES-SUR-VOULZIE (77)

CAPTAGE AEP N° 02598X0005 /P1



ETUDE HYDROGÉOLOGIQUE PRÉALABLE À LA MISE EN
PLACE DES PÉRIMÈTRES DE PROTECTION
ET
ETUDE DE L'AIRE D'ALIMENTATION DU CAPTAGE
(PHASE 1 ET 2)

Octobre 2016

Réf : R16915

SOMMAIRE

I.	CONTEXTE DE L’ETUDE.....	6
II.	RENSEIGNEMENTS GENERAUX SUR LE CAPTAGE	7
1.	DESIGNATION ET LOCALISATION	7
2.	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L’OUVRAGE 02598X0005	9
A.	<i>Description technique.....</i>	9
B.	<i>Etat du captage.....</i>	9
C.	<i>Caractéristiques hydrauliques de l’ouvrage</i>	12
D.	<i>Suivi physico-chimique réalisé lors des pompages par paliers de débits.....</i>	14
3.	EXPLOITATION DE L’OUVRAGE / DISTRIBUTION DE L’EAU.....	17
A.	<i>Volumes prélevés sur la nappe de la craie</i>	17
B.	<i>Volumes mis en distribution</i>	17
4.	SECURITE ET SURVEILLANCE DU SITE DE CAPTAGE	20
5.	SOLUTIONS DE SECOURS	21
III.	ETUDE DE LA QUALITE DES EAUX	22
1.	CARACTERISTIQUES GENERALES.....	22
2.	COMPARAISON AUX SEUILS.....	22
A.	<i>Aptitude de la ressource à la production d’eau potable.....</i>	22
B.	<i>Paramètres de l’eau brute non conformes aux seuils de distribution</i>	24
C.	<i>Traitements de potabilisation réalisés</i>	25
IV.	CADRE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	28
1.	CONTEXTE GENERAL.....	28
2.	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE LOCAL.....	33
A.	<i>Caractérisation de l’écoulement.....</i>	33
B.	<i>Impact de la Voulzie</i>	36
C.	<i>Paramètres hydrodynamiques de l’aquifère</i>	36
D.	<i>Influence du pompage et définition des isochrones</i>	39
3.	DETERMINATION DE L’AIRE D’ALIMENTATION DU CAPTAGE (AAC)	46
A.	<i>Contour du bassin versant souterrain</i>	46
B.	<i>Les bassins versants topographiques</i>	49
C.	<i>Délimitation de l’AAC et contours parcellaires.....</i>	52
V.	ENVIRONNEMENT DU SECTEUR D’ETUDE	54
A.	<i>Occupation du sol et installations spécifiques.....</i>	54
B.	<i>Cas du hameau « Le Moulin d’Ôcle »</i>	55
VI.	CONCLUSION	59

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des coordonnées de localisation du captage	7
Tableau 2 : Interprétation des essais de pompage par paliers de débit effectués le 12/05/2016	13
Tableau 3 : Volumes d’eau brute produits par le captage 02598X0005 au cours des 5 dernières années (d’après RAD 2015 Lyonnaise des Eaux)	17
Tableau 4 : Caractéristiques principales du réseau de distribution des Ormes-sur-Voulzie (d’après RAD 2015 Lyonnaise des Eaux)	18
Tableau 5 : Caractéristiques principales du réseau de distribution d’Everly (d’après RAD 2015 Lyonnaise des Eaux).....	18
Tableau 6 : Volumes d’eau traités alimentant le réseau de distribution (d’après RAD 2015 Lyonnaise des Eaux)	18
Tableau 7 : Evolution des teneurs moyennes annuelles en nitrates de la Voulzie mesurées au niveau de la station de Jutigny (source Agence de l’Eau - Synthèse DCE).....	22
Tableau 8 : Analyse de l’eau brute du 04/08/2016 et comparaison aux seuils de qualité « ressource » (Annexe II)	23
Tableau 9 : Synthèses des teneurs en Nitrates et Triazines mesurées sur l’eau brute du captage 02598X0005 depuis 2001.....	26
Tableau 10 : Synthèse des dimensions calculées pour les zones d’appel et isochrones après variation des paramètres Gradient hydraulique /Porosité cinématique.....	39

FIGURES

Figure 1 : Localisation du captage AEP n°02598X0005	7
Figure 2 : Localisation des installations sur fond cadastral	8
Figure 3 : Exemple de corrosion avancée de la colonne d’exhaure à brides actuellement en place (cloques et desquamations).....	10
Figure 4 : Coupe technique de l’ouvrage et synthèse de l’inspection caméra d’avril 2016.....	11
Figure 5 : Tracé des mesures piézométriques obtenues lors des essais par paliers de débits enchaînés du 12/05/2016 sur le captage 02598X0005	12
Figure 6 : Evolution des paramètres physico-chimiques mesurés durant les essais par paliers de débit	15
Figure 7 : Evolution de la teneur en Oxygène dissous (in situ à 25,50 m de profondeur) de l’eau du captage lors des essais pas paliers de débits.....	16
Figure 8 : Evolution de la Conductivité électrique (in situ à 25,50 m de profondeur) de l’eau du captage lors des essais pas paliers de débits	16
Figure 9 : Extension du réseau principal de distribution d’eau potable alimenté par le captage 02598X0005 des Ormes-sur-Voulzie (source : Lyonnaise des Eaux 2015).....	19
Figure 10 : Portail d’entrée du site de production d’eau potable.....	20
Figure 11 : Vue des installations de traitement sur la parcelle ZC 195 avec clôture grillagée.....	20
Figure 12 : Pylône de télécommunication historique avec accès via le site de captage (parcelle 115).....	21
Figure 13 : Pylône de télécommunication posé en 2016 avec clôture grillagée rigide et accès externe (parcelle 154)	21

Figure 14 : Localisation du piézomètre de suivi de la nappe de la craie n°02603X1064 situé sur la commune de La Saulsotte (10) (Extrait de la carte géologique PROVINS n°260)..... 25

Figure 15 : Chronique d’enregistrement du piézomètre de suivi de la nappe de la craie n° 02603X1064/P (La Saulsotte) (source ADES)..... 26

Figure 16 : Evolution des teneurs en Nitrates (en mg/l) et en Triazines (en µg/l) depuis 2001..... 26

Figure 17 : Synoptique des opérations de potabilisation actuelles du captage des Ormes-sur-Voulzie (source : Lyonnaise des Eaux) 27

Figure 18 : Formations aquifères affleurantes du secteur (d’après la Carte hydrogéologique du bassin de Paris – BRGM - 1967) 29

Figure 19 : Extrait de la carte géologique BRGM (feuille 1/50000 de Nangis) 30

Figure 20 : Coupe géologique du forage 02598X0006 (Commune de Savins - Captage du château d’eau) présentant l’étagement stratigraphique du secteur d’étude (d’après INFOTERRE – 2016) 31

Figure 21 : Coupes géologiques transversales avec indication du niveau piézométrique de la nappe libre de la craie..... 32

Figure 22 : Carte piézométrique de la nappe de la Craie (BRGM , 2011 – Basses Eaux)..... 34

Figure 23 : Localisation des puits et forages déclarés en Banque de Données du Sous-sol (BRGM)..... 35

Figure 24 : Localisation du puits privé d’observation et de la Voulzie par rapport au captage 02598X0005 (source : Géoportail) 36

Figure 25 : Interprétation de l’essai longue durée de 48 h au débit de 30 m³/h par l’expression de THEIS 37

Figure 26 : Evolution des paramètres physico-chimiques mesurée durant le pompage longue durée 48 h 38

Figure 27 : Zone d’appel et Isochrones estimées par la formule de Wyssling pour un gradient de nappe de 1 % et une porosité cinématique de 1 % (d’après logiciel ZAPPEL) 40

Figure 28 : Zone d’appel et Isochrones estimées par la formule de Wyssling pour un gradient de nappe de 1 % et une porosité cinématique de 3 % (d’après logiciel ZAPPEL) 41

Figure 29 : Zone d’appel et Isochrones estimées par la formule de Wyssling pour un gradient de nappe de 0,5 % et une porosité cinématique de 1 % (d’après logiciel ZAPPEL) 42

Figure 30 : Zone d’appel et Isochrones estimées par la formule de Wyssling pour un gradient de nappe de 0,5 % et une porosité cinématique de 3 % (d’après logiciel ZAPPEL) 43

Figure 31 : Puits d’observation utilisé pour la mesure des interférences piézométriques lors des tests de pompages effectués en mai 2016 (puits privé non référencé en BSS situé au lieu-dit « le Moulin d’Ôcle » parcelle B75) 44

Figure 32 : Evolution de la profondeur du niveau d’eau dans le puits d’observation entre le 26/04/16 et le 12/05/16 45

Figure 33 : Evolution du niveau d’eau du puits d’observation et de la pression atmosphérique entre le 26/04/16 et le 12/05/16 (Zoom de l’axe vertical entre 8 et 8,60m) 45

Figure 34 : Evolution du niveau d’eau de la Voulzie au niveau de l’échelle limnimétrique de la station de mesure de Jutigny entre 24/04/16 et le 12/05/16 (sources : Banque HYDRO) 45

Figure 35 : Détermination du bassin d’alimentation souterrain 48

Figure 36 : Représentation topographique du secteur avec exagération de l’échelle verticale et report du bassin d’alimentation souterrain 49

Figure 37 : Croisement des lignes de crête topographiques et du tracé du bassin d’alimentation souterrain 50

Figure 38 : Délimitation de l’AAC par ajout des portions de bassins versants topographiques 51

Figure 39 : Contours parcellaires de l’AAC et limites communales..... 53

Figure 40 : Fossé ouest bordant la RD 412 avec infiltration des eaux de ruissellement à l’aplomb du captage .. 55

Figure 41 : Ancien puits communal condamné mais non rebouché (N°BSS 02598X0013/P1) 55

Figure 42 : Nature des cultures recensées en 2012 par ilots avec découpage parcellaire et report du contour de l’Aire d’Alimentation du Captage (seules les parcelles des zones bâties ou des zones boisées ne sont pas concernées par le code couleur) 56

Figure 43 : Carte des comptages routiers réalisés entre 2010 et 2014 (source : Département 77) 57

Figure 44 : Vue en direction du Nord-Est des buttes témoins du lieu-dit « Beauregard 58

Figure 45 : Vallon des Vaux situé au Nord de la colonne d’équilibre recoupé par la RD412	58
Figure 46 : Vue en direction du Nord depuis la RD209 (croisement RD 209 / RD 403)	58
Figure 47 : Occupation du sol – secteur de l’AAC amont à la colonne d’équilibre	58
Figure 48 : Vue depuis la colonne d’équilibre en direction du Château d’eau	58
Figure 49 : Emplacement de la conduite d’eau enterrée « d’Eau de Paris » (vue depuis la RD 209 vers la colonne d’équilibre dans l’axe de la conduite)	58
Figure 50 : Vue de la RD 412 longeant le captage en direction du Nord	58

ANNEXES

ANNEXE 1 : SOLEO Mesures et développement – Rapport d’inspection par caméra immergée du captage 02598X0005 du 06/04/2016

ANNEXE 2 : Analyse d’eau brute du 04/08/2016 du captage 02598X0005 (Contrôle sanitaire ARS)

I. CONTEXTE DE L’ETUDE

Afin de se conformer à l’article L. 1321-2 et R. 1321-13 du Code de la Santé Publique, la commune des Ormes-sur-Voulzie a entamé une procédure de mise en place de périmètres de protection par Déclaration d’Utilité Publique au droit de son captage d’alimentation en eau potable n°02598X0005. Dans ce cadre, M. Philippe BARON, hydrogéologue agréé pour le département de la Seine-et-Marne, a été désigné par l’Agence Régionale de Santé (77) pour la définition de ces périmètres et des prescriptions inhérentes. A noter que des contours de périmètres de protection avaient été proposés en 1979 par l’hydrogéologue agréé J.Campinchi, sans Déclaration d’Utilité Publique ultérieure.

Cette procédure est également assortie d’une procédure dite « Bassin d’Alimentation de Captage » en raison du classement de ce captage en « Captage prioritaire loi Grenelle II » (loi n° 2011-788 du 12 juillet 2010).

Ce document présente donc l’étude hydrogéologique et environnementale du secteur et synthétise l’ensemble des mesures physiques et investigations effectuées sur le captage n°02598X0005 sur demande de l’Hydrogéologue agréé, M.BARON. Le document présente également le contour de l’Aire d’Alimentation du Captage (AAC) obtenu après mise en relation des résultats de l’étude hydrogéologique approfondie et de la topographie du secteur.

Plus précisément, au cours de cette phase d’étude, les investigations spécifiques réalisées sur l’ouvrage 02598X0005 en avril / mai 2016, ont été :

- Une inspection vidéo couleur de l’intégralité de l’ouvrage effectuée après retrait de l’une des deux colonnes et pompes immergées,
- des tests de pompage par paliers de débits avec suivi physico-chimique in situ de la qualité de l’eau
- Un test par pompage longue durée (48 h) avec suivi physico-chimique in situ de la qualité de l’eau et mesures des interférences piézométriques sur un puits voisin

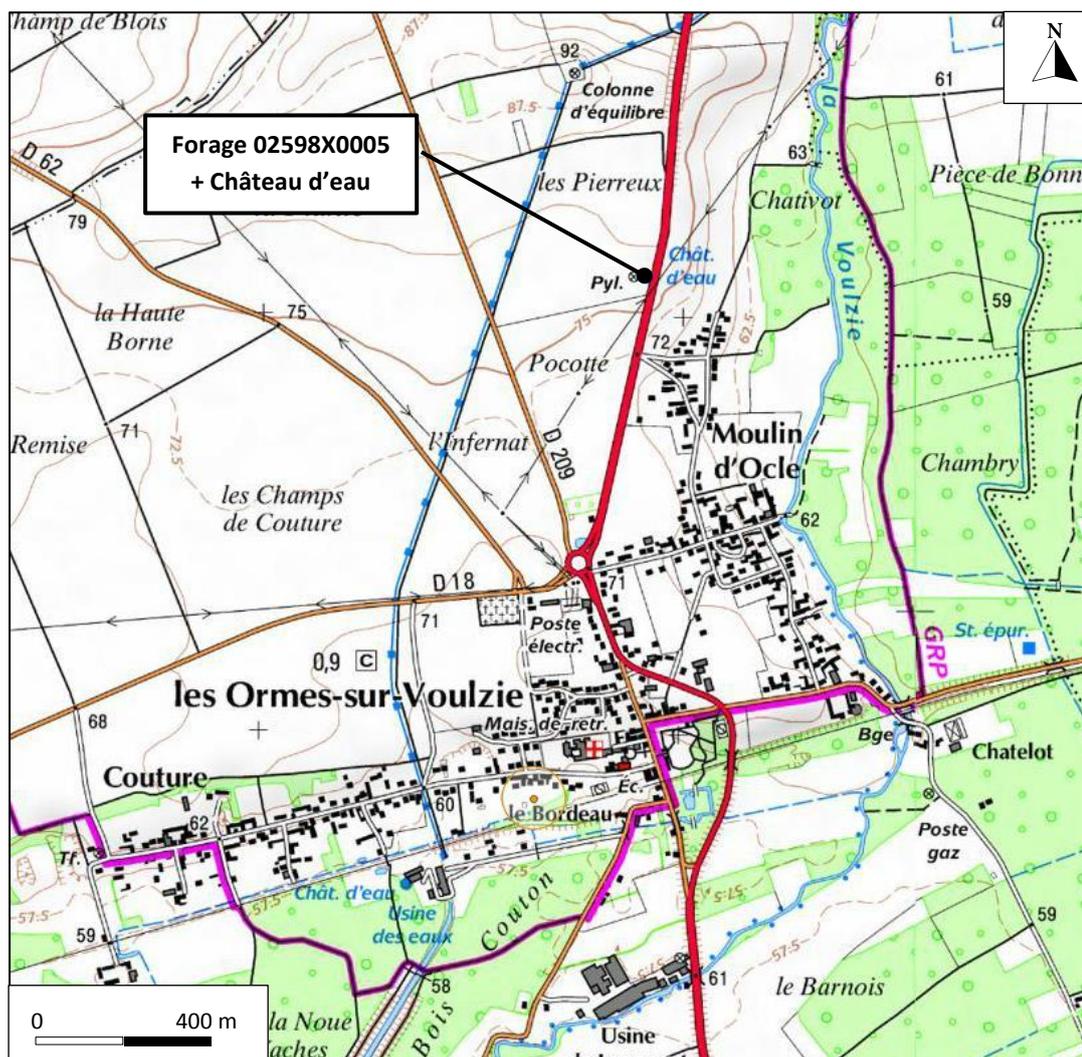
II. RENSEIGNEMENTS GENERAUX SUR LE CAPTAGE

1. DESIGNATION ET LOCALISATION

Tableau 1 : Synthèse des coordonnées de localisation du captage

N° de référence BSS	0259 8X 0005
Commune	Les Ormes-sur-Voulzie (77)
Lieu-dit	Moulin d’Ôcle / route de Jutigny
Coordonnée X en Lambert 93	716 846 m
Coordonnée Y en Lambert 93	6 819 119 m
Altitude NGF	+ 77,21 m
Section cadastrale	ZC
Parcelle cadastrale	N° 115

Figure 1 : Localisation du captage AEP n°02598X0005



DIRECTION GÉNÉRALE DES
 FINANCES PUBLIQUES

 EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL

Figure 2 : Localisation des
 installations sur fond cadastral

Département :
 SEINE-ET-MARNE
 Commune :
 ORMES-SUR-VOULZIE (LES)

Section : ZC
 Feuille : 000 ZC 01

Échelle d'origine : 1/2000
 Échelle d'édition : 1/1000

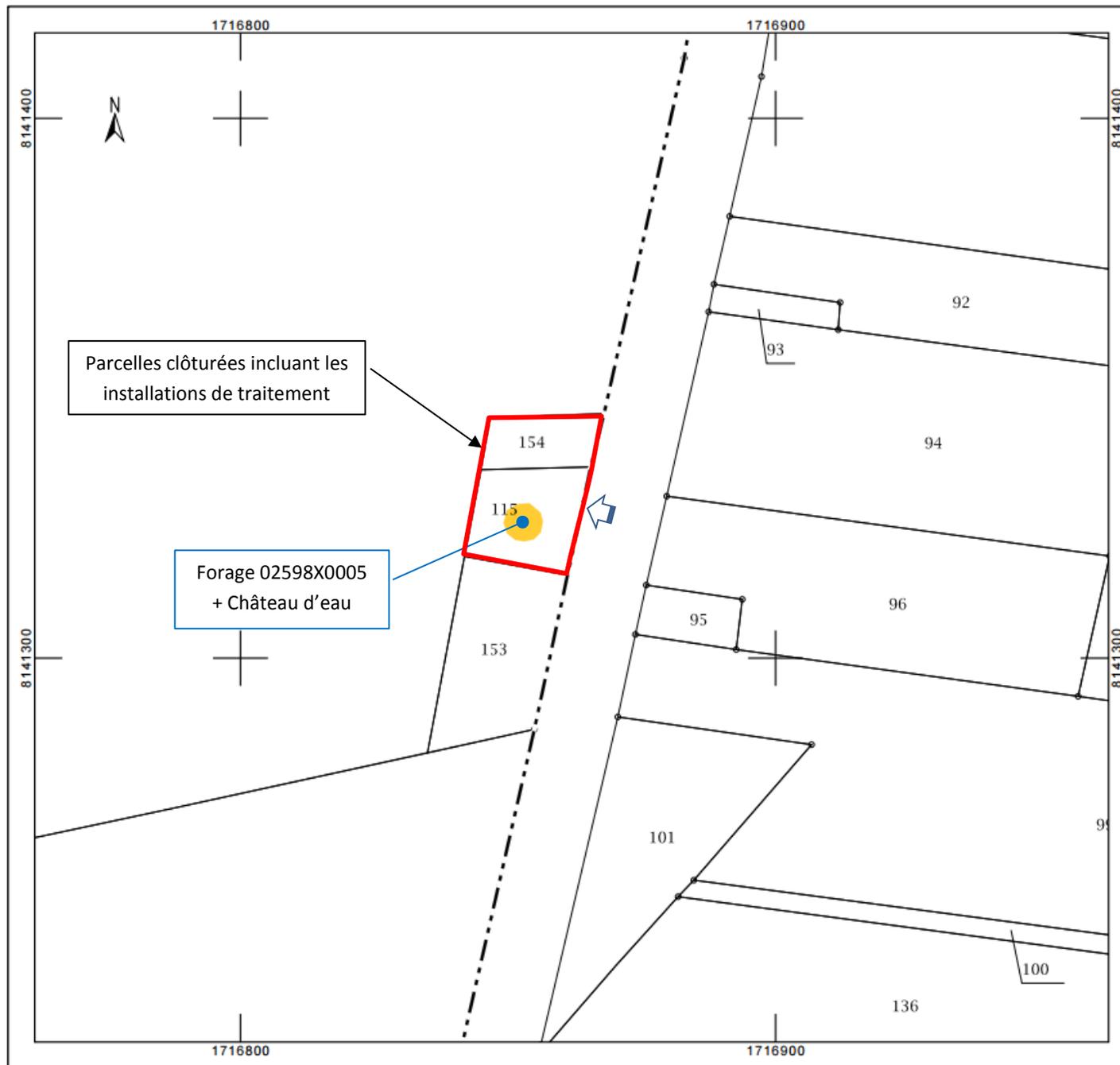
Date d'édition : 06/09/2016
 (fuseau horaire de Paris)

Coordonnées en projection : RGF93CC49

Le plan visualisé sur cet extrait est géré par le centre
 des impôts foncier suivant :
 Melun
 Pôle topographique et de gestion cadastrale Cité
 Administrative 77010
 77010 Melun Cedex
 tél. 01 64 41 30 03 -fax
 ptgc.770.melun@dgif.finances.gouv.fr

Cet extrait de plan vous est délivré par :

cadastre.gouv.fr
 ©2016 Ministère des Finances et des Comptes
 publics



2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L’OUVRAGE 02598X0005

A. DESCRIPTION TECHNIQUE

D’après les informations disponibles sur INFOTERRE (BRGM), l’ouvrage 02598X0005 aurait été réalisé en 1936 sur la parcelle ZC n°115, propriété de la commune des Ormes-sur-Voulzie. Il se trouve dans le bâtiment du réservoir sur tour de 300 m³ (château d’eau communal).

Il se compose comme suit (les profondeurs des équipements ont été corrigées suite à l’inspection caméra et ont pour référence 0, le haut de la dalle béton du Château d’eau)(voir Figure 4) :

- 0 à 20 m : Avant-puits composé d’un coffrage béton de 2 m de diamètre avec échelle d’accès en acier ancrée jusqu’à 20 m de profondeur,
- 20 à 22,30 m : zone de télescopage en trou nu (craie),
- 20 à 40,30 m : colonne captante composée d’un tube acier crépiné de 700 mm de diamètre avec des perforations à trou rond,

L’ouvrage est actuellement comblé à partir de 39,20 m de profondeur, soit sur plus d’un mètre par rapport à sa profondeur d’origine.

D’après les informations fournies par l’inspection vidéo (outils retrouvés en fond d’ouvrage, irrégularité des diamètres, coffrage ciment ...), l’ouvrage semble avoir été creusé manuellement dans sa partie supérieure puis approfondie en diamètre plus réduit peut-être par fonçage jusqu’à -40,30 m.

Les deux pompes immergées (modèle LOWARA 2631 06-L6W) sont placées à 26,85 m et 26,65 m de profondeur dans le tube acier crépiné Ø 700 mm. L’une est équipée d’une colonne d’exhaure à brides boulonnées en acier Ø 100 mm, l’autre est équipée d’une colonne souple. Cette dernière avait été déposée pour les besoins de l’inspection télévisée.

B. ETAT DU CAPTAGE

L’inspection caméra réalisée le 06/04/2016 par la société SOLEO Mesures et Développement (03) n’a montré aucun désordres majeurs du captage (voir ANNEXE 1).

Les principaux constats sont synthétisés sur la coupe technique de la Figure 4. Pour l’ensemble des profondeurs citées ci-après, le niveau de référence 0 retenu est la dalle béton du sol du château d’eau. L’ouvrage est équipé d’un caillebotis d’accès situé à -2,06 m de profondeur.

Malgré son ancienneté et sa conception particulière, l’ouvrage est en bon état général. Il n’a été détecté aucune fissure, ni disjointement, échancre ou perforation dans le cuvelage béton coffré. Malgré quelques interstices visibles au niveau des jonctions du cuvelage, il n’a pas été détecté de suintements ou de venues d’eau sur la partie supérieure de l’ouvrage qui correspond à la zone non saturée de l’aquifère crayeux.

Lors de l’inspection, le niveau piézométrique statique de l’ouvrage était situé à -18,26 m de profondeur. La surface du plan d’eau était exempte de surnageant, et l’eau, limpide.

Le cuvelage béton de l’avant-puits est arrêté peu avant l’apparition du tube acier Ø 700 mm, vers -18,50 m. Le fond de la partie supérieure de l’ouvrage en Ø 2000 mm (partie comprise entre 0 et 22,30 m de profondeur) se trouve donc en roche nue, sans équipement de soutènement. La craie blanche à rognons de silex est alors

bien visible. Elle semble compacte et indurée, sans traces de fissuration ou de drains karstiques. Après descente de la caméra dans l’espace annulaire (\varnothing 2000 / \varnothing 700), il est apparu à -21 m de profondeur, une alcôve latérale avec présence d’outils (tentative de creusement de drains horizontaux rayonnants ?). Pour des raisons techniques, il n’a pu être réalisé d’inspection sur la totalité de la circonférence de cet espace annulaire. D’autres alcôves ou départs de drains ont pu être réalisés au niveau de ce premier palier.

La seconde partie de l’ouvrage est un forage (fonçage ?) équipé d’un tube acier \varnothing 700 mm crépiné sur toute sa hauteur (trous ronds). La densité et la répartition des perforations sont irrégulières au fur et à mesure de la descente de la caméra. Ceci résulte d’un encroûtement carbonaté mêlé d’oxydes de fer qui recouvre la quasi-totalité du tube acier. Certaines crépines sont toutefois bien ouvertes et permettent de constater :

- l’absence de massif filtrant,
- un espace annulaire important à l’arrière du tube acier indiquant un diamètre de creusement important
- un positionnement excentré du tube acier ou des éboulements localisés des terrains crayeux à l’arrière (tube acier localement collé au terrain).

Certaines concrétions carbonatées se sont développées avec un relief plus marqué en colonne verticales.

Aucun désordre majeur n’a été constaté sur le tube acier \varnothing 700 mm lors du passage caméra (absence de perforation « anormale », déchirure, fissure ou disjointement). A noter toutefois que le concrétionnement peut masquer certains désordres. En fond, l’ouvrage est remblayé sur environ 1,10 m de hauteur par divers matériaux : particules fines, sables, écailles de corrosion, objets divers liés à la pose des pompes ...

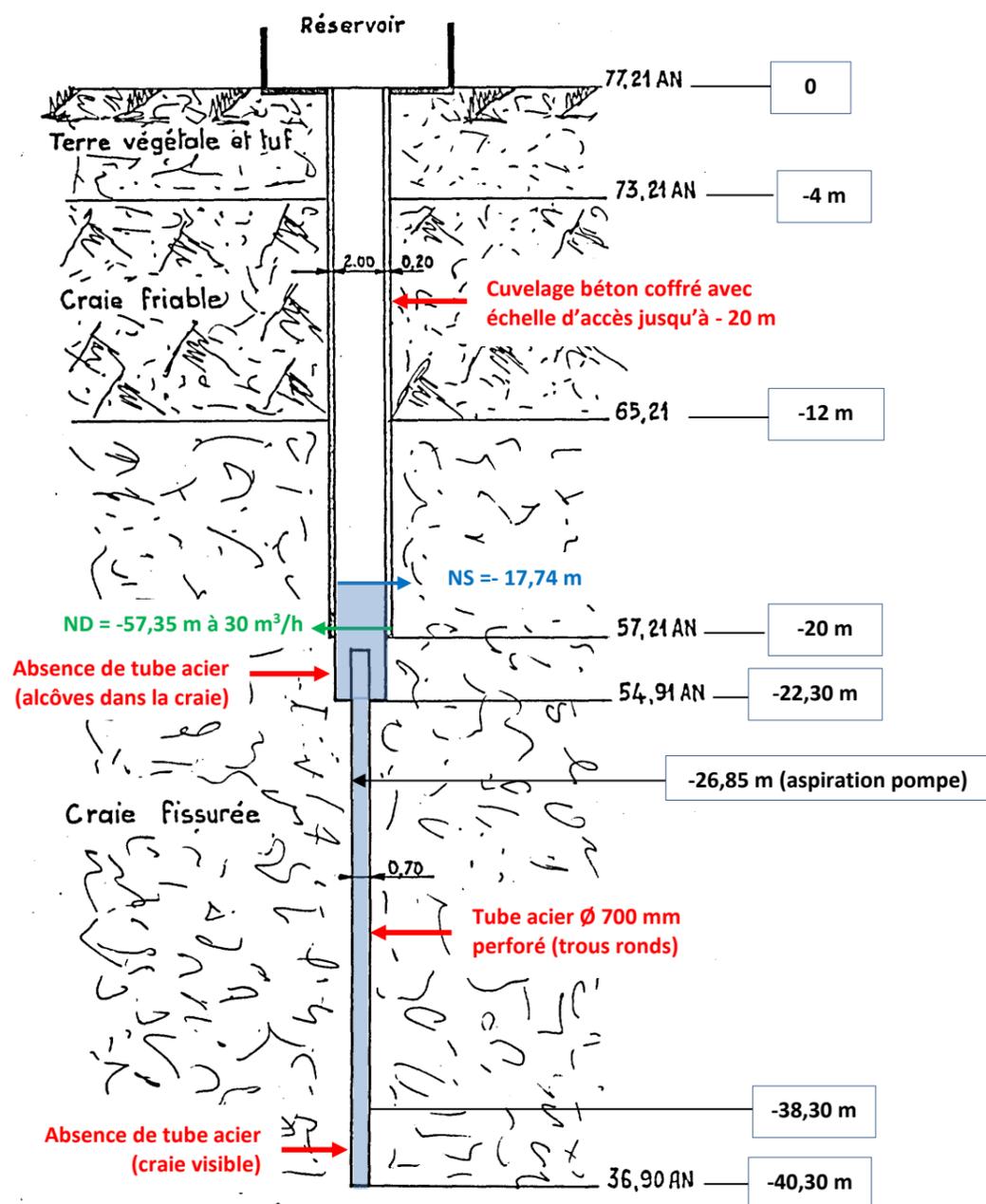
A partir de -38,30 m de profondeur, la roche crayeuse est à nu et montre une foration non circulaire de la roche. Le tube acier qui ne repose donc pas sur le fond du trou et n’est pas fixé en tête, semble avoir été tout simplement « coincé » dans la roche crayeuse irrégulièrement taillée (fonçage).

A noter que la colonne d’exhaure acier en place, à brides boulonnées, se trouve dans un état de corrosion très avancée (avec desquamations des tubes) dans la partie immergée (Figure 3). Son remplacement doit intervenir à court terme, au risque de perdre la pompe en fond d’ouvrage (risques de déchirures). La pompe est, elle, en bon état, avec une crépine d’aspiration bien dégagée.

Figure 3 : Exemple de corrosion avancée de la colonne d’exhaure à brides actuellement en place (cloques et desquamations)



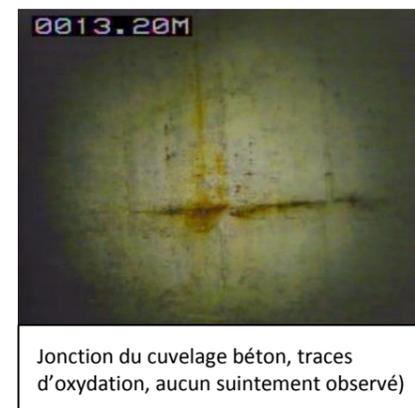
Figure 4 : Coupe technique de l’ouvrage et synthèse de l’inspection caméra d’avril 2016



Echelle d'accès fixée sur cuvelage béton coffré



Jonction du cuvelage avec interstices (aucun suintement observé)



Jonction du cuvelage béton, traces d'oxydation, aucun suintement observé



Surface du plan d'eau, ouvrage au repos (eau limpide, pas de surnageant)



Partie supérieure du tube acier Ø700 mm (zone de télescopage)



Vue de l'espace annulaire entre le tube acier 700 mm et le creusement de Ø ?



Outils laissés sur place dans une alcôve de l'avant-puits (effet capacitif renforcé)



Craie compacte, peu fissurée, avec nombreux rognons de silex



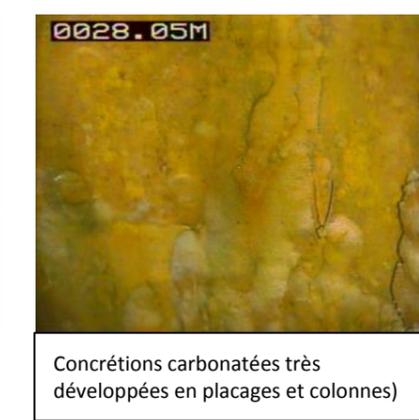
Répartition irrégulière des perforations du tube crépiné



Jonction pompe / colonne (colonne d'exhaure très oxydée, à renouveler)



Zone d'aspiration de la pompe très peu obstruée



Concrétions carbonatées très développées en placages et colonnes



Tube acier Ø 700 mm avec soudure bien visible entre deux colonnes de concrétions carbonatées



Terrain plaqué à l'arrière du tube acier Ø700 mm (éboulement ?)



Partie inférieure du tube acier Ø 700 mm et fond en roche nue (craie)



Fond de l'ouvrage comblé sur 1,10 m (section non circulaire)

C. CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES DE L’OUVRAGE

Afin de déterminer la courbe caractéristique de cet ouvrage à la conception particulière, des tests de pompage par paliers de débits ont été effectués selon un programme technique préalablement validé par M.BARON, Hydrogéologue agréé.

Les essais ont été réalisés au moyen des pompes immergées en place. La puissance électrique disponible ne permettait pas la mise en fonctionnement simultanée des deux pompes. Trois paliers de débit : 14, 26,8 et 40,5 m³/h ont été réalisés sur une durée d’une heure et de façon enchaînée afin d’éviter l’effet capacitif de début de pompage (puits de diamètre important (2m) avec alcôves latérales à 20 m de profondeur). L’enregistrement en continu du niveau piézométrique a été réalisé au moyen d’une sonde autonome de type HYDROLAB MS5 ; ce qui a permis d’y adjoindre d’autres sondes de mesures physico-chimiques in situ (voir partie suivante D). Le volume d’eau de l’ouvrage au repos est d’environ 28 m³.

Le tracé des enregistrements obtenus est fourni par la Figure 5 et le détail des pertes de charges hydrauliques calculées est indiqué par le Tableau 2.

Comme attendu, au regard de la conception de l’ouvrage et des débits testés, les pertes de charges linéaires (coefficient de $2,9 \cdot 10^{-3}$) sont largement prédominantes sur les pertes de charges quadratiques qui sont ici très faibles (coefficient $2 \cdot 10^{-5}$), signe que l’ouvrage possède une capacité de production supérieure à 40 m³/h (le débit critique n’a pu être atteint lors de ces tests). Toutefois, comme démontré en Partie 3, l’exploitation actuelle de l’ouvrage au débit de 30 m³/h sur 7 à 9 h de pompage journalier répond déjà largement aux besoins des communes desservies.

Figure 5 : Tracé des mesures piézométriques obtenues lors des essais par paliers de débits enchaînés du 12/05/2016 sur le captage 02598X0005

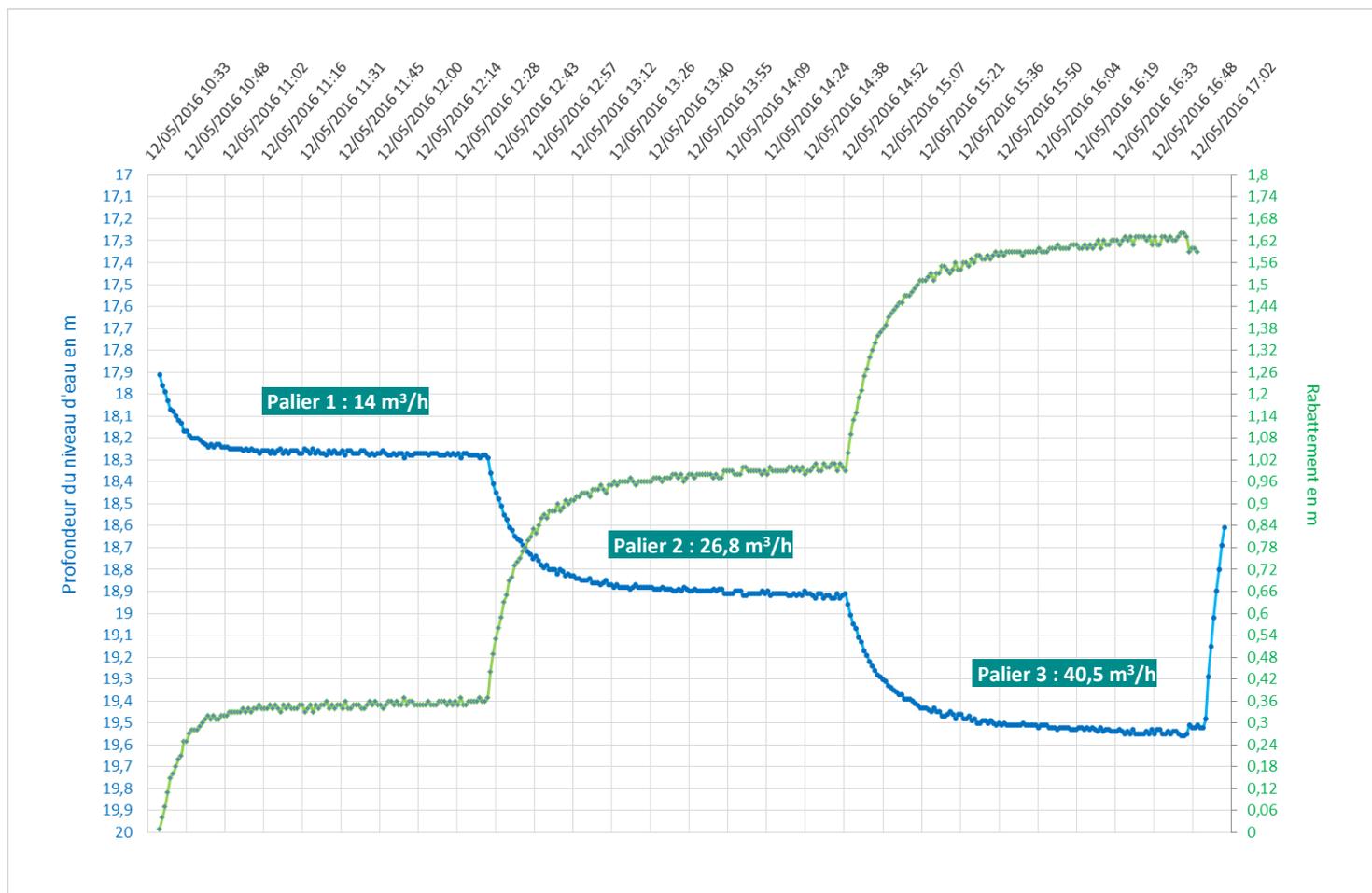


Tableau 2 : Interprétation des essais de pompage par paliers de débit effectués le 12/05/2016

Caractéristiques des paliers et résultats

N° palier	Durée de pompage (min)	Débit moyen de pompage (m ³ /h)	Rabatttement final (m)	Rabatttement spécifique (h/m ²)	Débit spécifique (m ³ /h/m)	Validité du test Y/N
1	60	14,0	0,41	0,03	34,15	Y
2	60	26,8	0,79	0,03	33,92	Y
3	60	40,0	1,19	0,03	33,61	Y
4					-	
5						

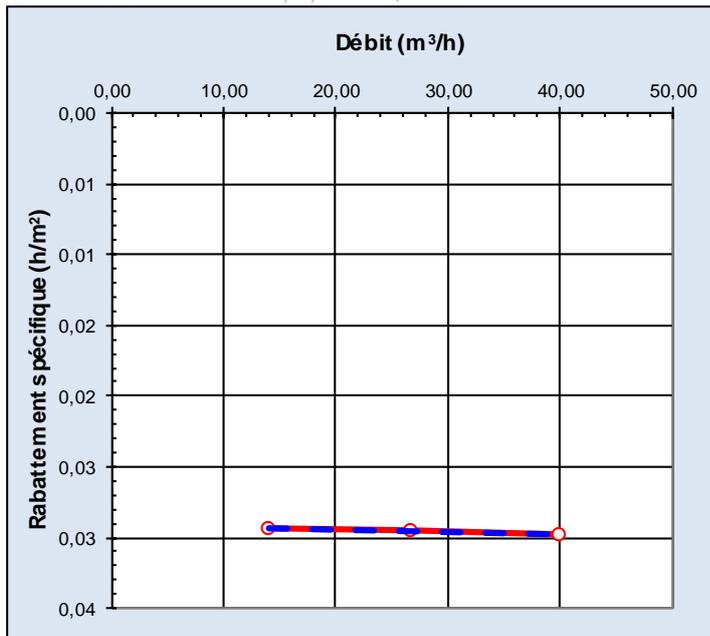
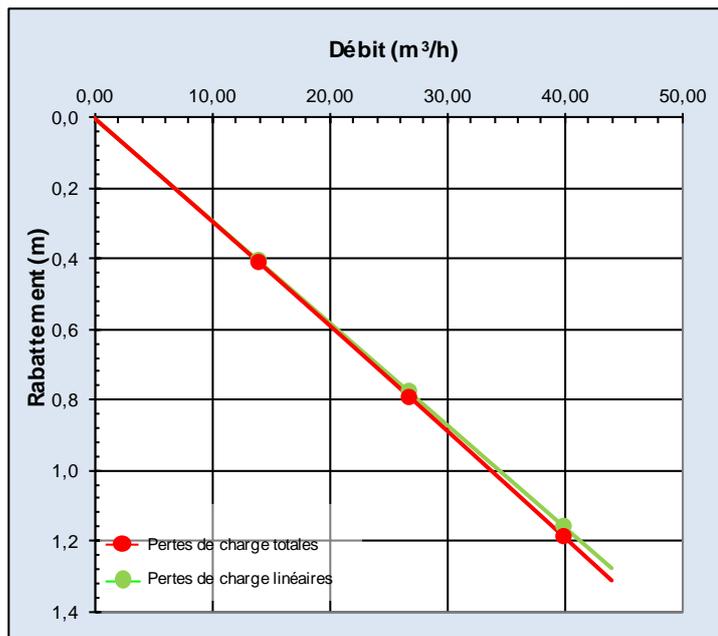
Courbe caractéristique et pertes de charges

Equation de la courbe caractéristique : $s = BQ + CQ^n$

	Débit (m ³ /h)	Pertes de charges linéaires(m)	Pertes de charges quadratiques (m)	Différence Théorique/ Mesuré (m)
	14,00	0,406	0,004	0,0002
	26,80	0,778	0,013	0,0007
	40,00	1,161	0,029	0,0005

Coefficients :
B (h/m²) = 0,02902
C (h²/m⁵) = 0,00002
n = 2,0

Global Delta Theoric vs Measurements (m): 0,00131



D. SUIVI PHYSICO-CHIMIQUE REALISE LORS DES POMPAGES PAR PALIERS DE DEBITS

Un suivi continu *in situ* des paramètres physico-chimiques a été effectué lors des tests de pompage au moyen d’une sonde multi paramètres immergée à 25,50 m de profondeur. Les paramètres suivis ont été :

- Température de l’eau en °C
- Conductivité électrique en $\mu\text{S}/\text{cm}$
- pH
- Potentiel redox en mV
- Oxygène dissous en mg/l

Les courbes d’enregistrement sont fournies par la Figure 6 et indiquent les variations suivantes :

- Pour le pH : stabilité des mesures entre 7,14 et 7,16
- Pour l’Oxygène dissous : les mesures oscillent entre 8,66 et 8,99 mg/l O₂ avec une légère augmentation progressive au niveau du dernier palier (voir Figure 7)
- Pour le paramètre Conductivité (voir Figure 8) : les mesures sont comprises entre 609 et 629 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et montrent un saut assez marqué au niveau du dernier palier. Cette nette augmentation de la minéralisation de l’eau pourrait marquer le passage de la phase de renouvellement de la colonne d’eau à la phase de sollicitation réelle de l’aquifère
- Pour le paramètre Température de l’eau : stabilité des mesures entre 11,94 et 11,98 °C
- Pour le paramètre Potentiel RedOx : les mesures comprises entre 417 et 463 mV indiquent une baisse continue du potentiel RedOx lors des essais, sans marquage spécifique des changements de paliers. La diminution est toutefois la plus rapide au démarrage du premier palier.

Ces mesures pourraient indiquer que les deux premiers paliers sont fortement influencés par l’effet capacitif de l’ouvrage et que la sollicitation de l’aquifère n’intervient qu’après atteinte d’un certain débit et d’une durée de pompage d’au moins 2 heures. Pour rappel, le volume d’eau de l’ouvrage au repos est d’environ 28 m³ (hors volume non connu des alcôves ou drains latéraux potentiellement existants).

Pour information, les mesures effectuées en parallèle sur la Voulzie sur les paramètres non influencés par l’oxygène dissous, étaient les suivantes :

- pH Voulzie = 8,22
- Conductivité Voulzie à 25 °C = 666 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Température = 15,8 °C

Les mesures physico-chimiques effectuées lors de l’essai de pompage de longue durée (48 heures) sont présentées en partie VI.2.C.

Figure 6 : Evolution des paramètres physico-chimiques mesurés durant les essais par paliers de débit

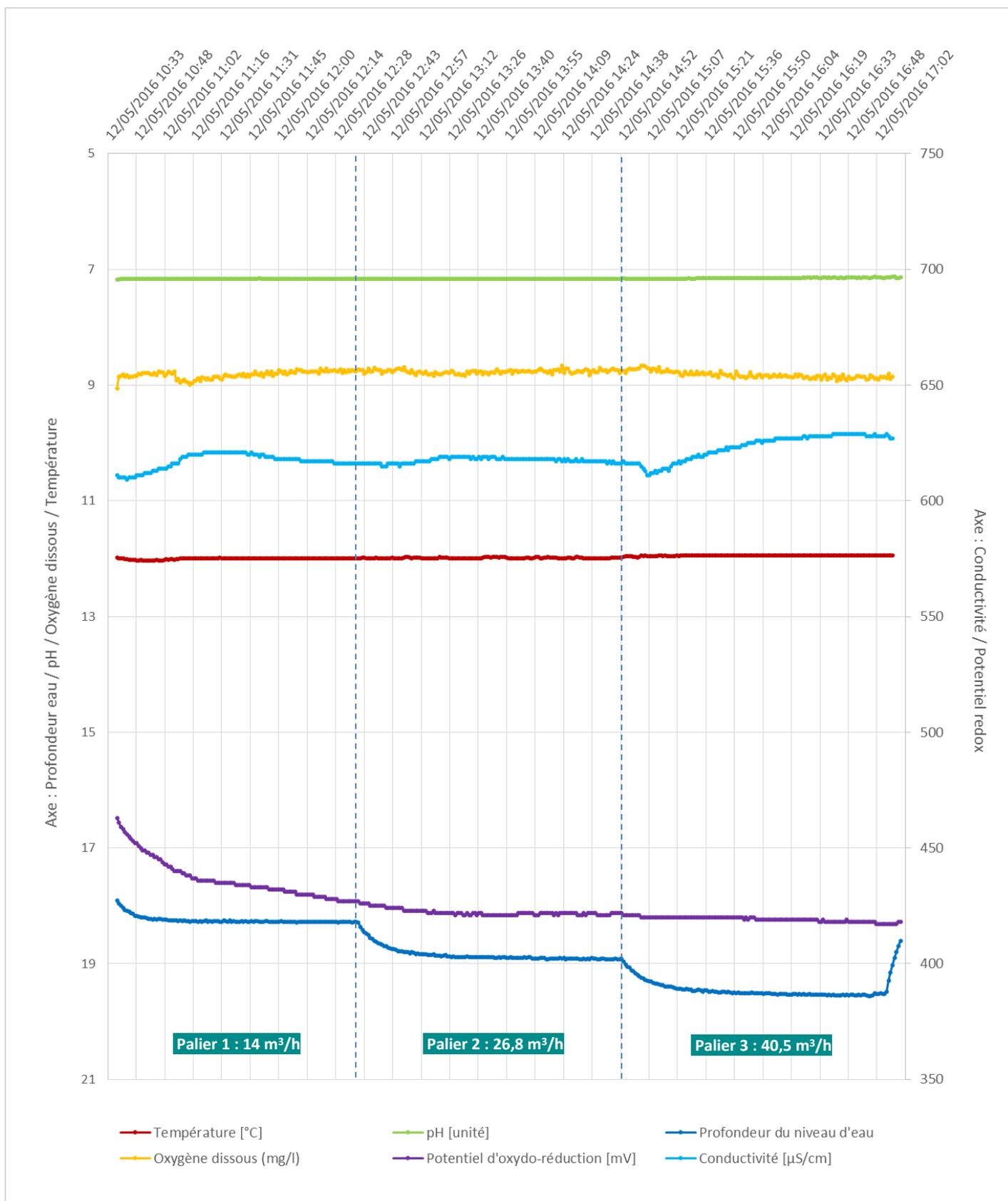


Figure 7 : Evolution de la teneur en Oxygène dissous (in situ à 25,50 m de profondeur) de l’eau du captage lors des essais pas paliers de débits

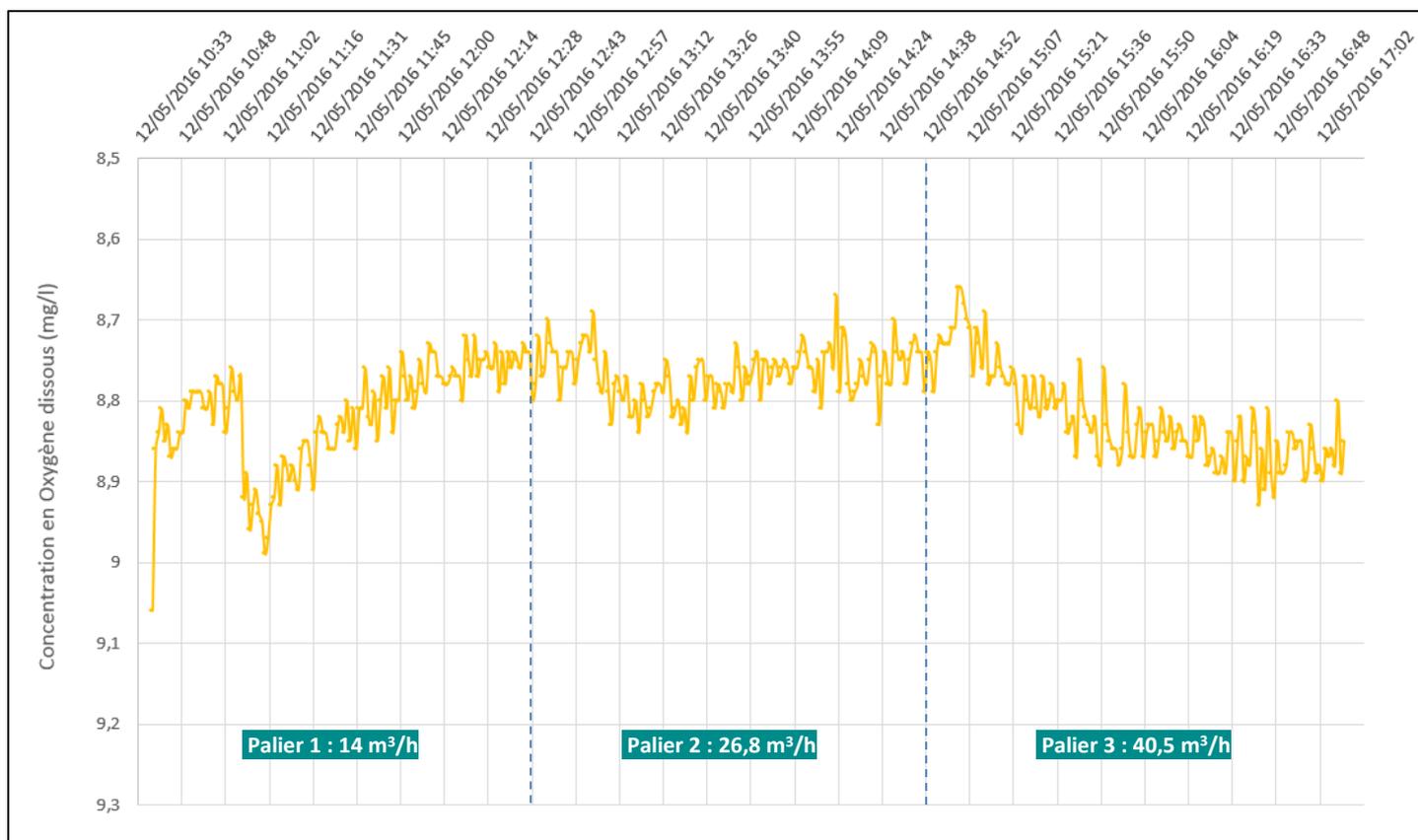
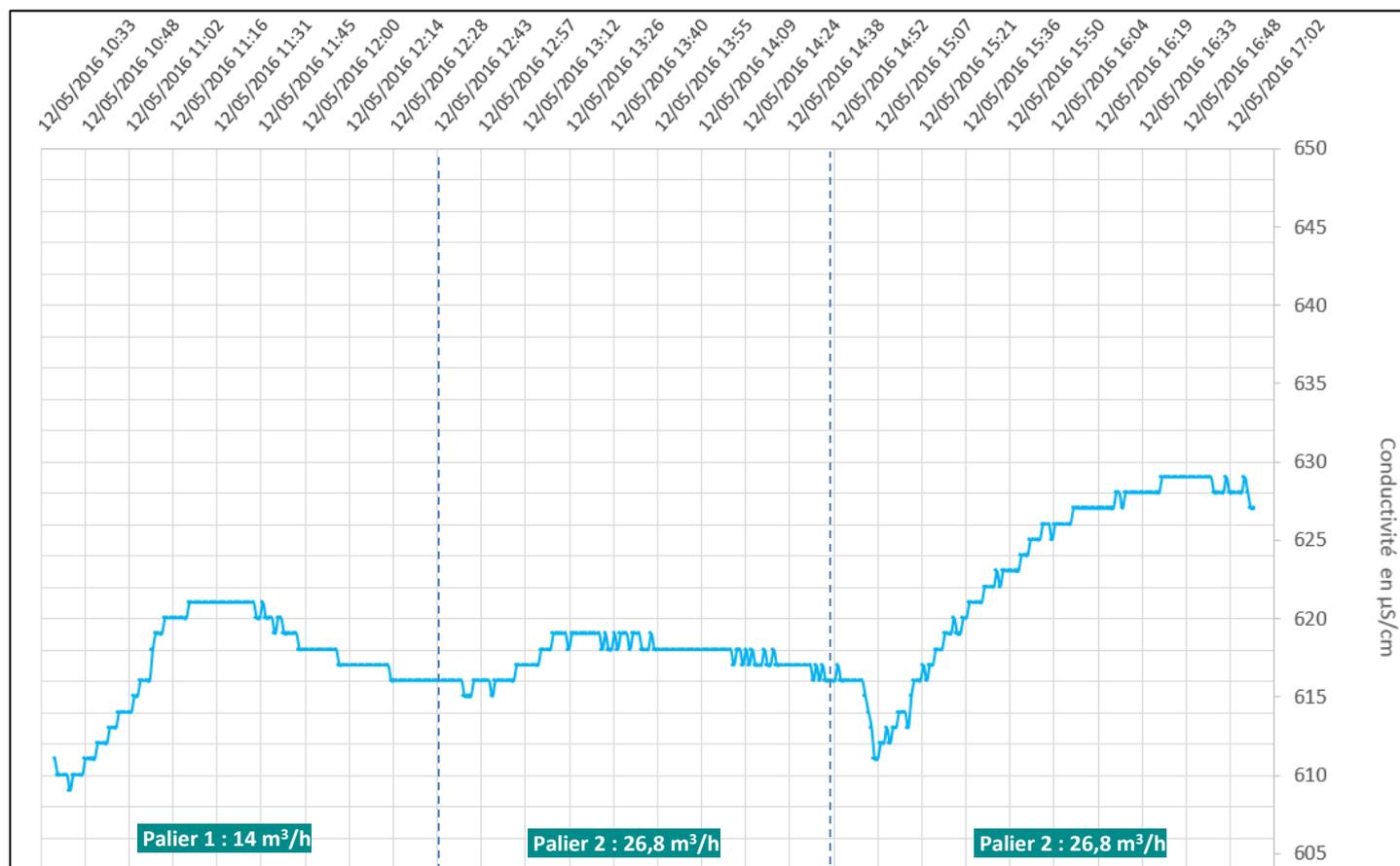


Figure 8 : Evolution de la Conductivité électrique (in situ à 25,50 m de profondeur) de l’eau du captage lors des essais pas paliers de débits



3. EXPLOITATION DE L’OUVRAGE / DISTRIBUTION DE L’EAU

A. VOLUMES PRELEVES SUR LA NAPPE DE LA CRAIE

L’ouvrage est actuellement exploité au moyen de deux pompes immergées (P1 : 25 m³/h et P2 :30 m³/h) fonctionnant en alternance. Leur démarrage est asservi au niveau d’eau dans le réservoir sus-jacent. Les durées quotidiennes de pompage varient en moyenne de 7 à 9 h selon la pompe.

Les volumes de prélèvement d’eau brute sont fournis par le Tableau 3. Ils sont issus du Rapport Annuel du Délégitaire (RAD) Lyonnaise des Eaux de 2015 établis pour les communes des Ormes sur Voulzie et d’Everly. Le volume moyen journalier prélevé sur la nappe de la craie a été de 220 m³/jour en 2015. L’analyse des besoins journaliers sur une année a révélé un coefficient de pointe maximal de 1,5 (source : Rapport d’accompagnement du Skid Pesticide), soit un prélèvement journalier pouvant atteindre 330 m³/jour, soit 11 à 13 heures de fonctionnement journalier maximal selon la pompe.

Il n’est pas mentionné les volumes annuels d’eau de service (eau mise en décharge ou ayant servi au fonctionnement de l’unité de traitement) dans le RAD 2015.

Tableau 3 : Volumes d’eau brute produits par le captage 02598X0005 au cours des 5 dernières années (d’après RAD 2015 Lyonnaise des Eaux)

Désignation	2011	2012	2013	2014	2015	N/N-1 (%)
Total volumes eau potable produits (A) = (A') - (A'')	74 677	74 165	89 576	72 094	80 304	11,4%
dont volumes eau brute prélevés (A')	74 677	74 165	89 576	72 094	80 304	11,4%
dont volumes de service production (A'')	0	0	0	0	0	0,0%

Au débit maximal de 30 m³/h, la capacité de production journalière maximale d’eau brute du captage est actuellement de 600 m³/jour (pour un fonctionnement de 20 h /jour) soit globalement 3 fois la consommation moyenne actuelle. Le captage pourrait donc assurer une augmentation de la demande de près de 135 000 m³/an par rapport à la situation actuelle, soit 2900 équivalents habitants (pour les 2 communes desservies).

Comme indiqué en partie IV.2, cette capacité de prélèvement est confirmée par la stabilisation très rapide du niveau piézométrique lors de l’essai longue durée 48 h.

B. VOLUMES MIS EN DISTRIBUTION

Après stockage dans le réservoir sur tour, l’eau traitée est distribuée aux populations d’Everly (605 habitants¹ soit 281 abonnés²) et des Ormes sur Voulzie (856 habitants soit 403 abonnés). Le réseau principal de distribution est représenté en Figure 9 et les volumes distribués sont reportés dans le Tableau 6 (les volumes d’eau de service utiles à la régénération des filtres de la station et à la préparation des réactifs n’ont pas été indiqués par le délégataire dans son rapport annuel). A cet effet, les volumes mis en distribution sont ici identiques aux volumes prélevés sur la ressource. Le rendement du réseau dont les caractéristiques

¹ Données INSEE Recensement de 2013

² Données Lyonnaise des Eaux RAD 2015

sont précisées par les Tableaux 4 et 5, a été de 83,1 % en 2015 pour le réseau desservant Les Ormes-sur-Voulzie et de 87,5 % en 2015 pour le réseau desservant Everly.

Le ratio de consommation moyen par commune alimentée a été en 2013 :

- Les Ormes-sur-Voulzie : 163,55 l/jour/habitant
- Everly : 111,28 l/jour/habitant

Tableau 4 : Caractéristiques principales du réseau de distribution des Ormes-sur-Voulzie (d’après RAD 2015 Lyonnaise des Eaux)

Longueur du réseau de distribution d'eau potable (ml)									
Diamètre / Matériau	Fonte	PE	Amiante ciment	PVC	Acier	Béton	Autres	Inconnu	Total
50-99 mm	4 694	1 437	-	141	-	-	-	-	6 272
100-199 mm	2 143	-	-	2 459	-	-	-	-	4 603
200-299 mm	193	-	-	-	-	-	-	-	193
Total	7 031	1 437	-	2 600	-	-	-	-	11 068

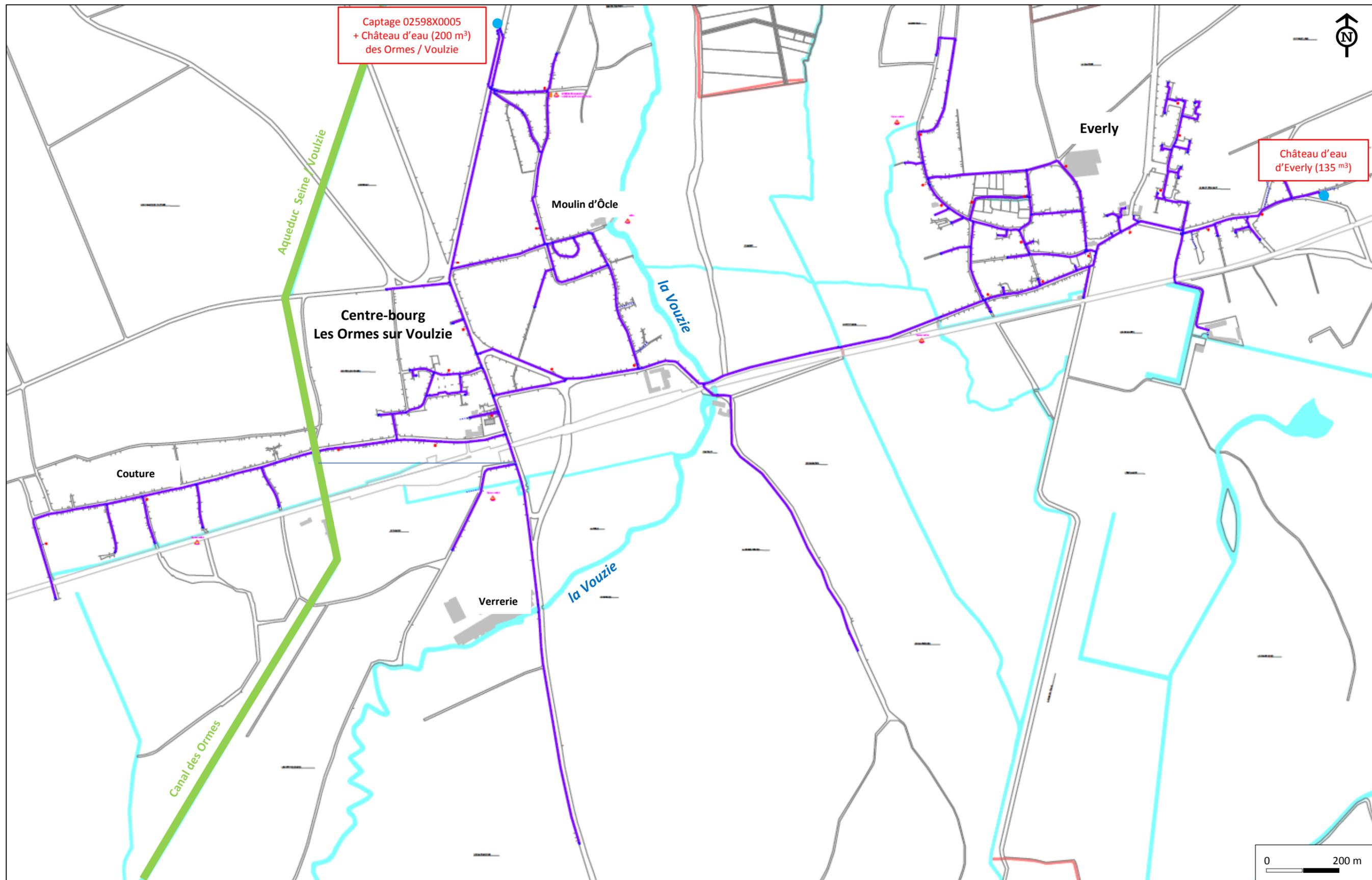
Tableau 5 : Caractéristiques principales du réseau de distribution d’Everly (d’après RAD 2015 Lyonnaise des Eaux)

Longueur du réseau de distribution d'eau potable (ml)									
Diamètre / Matériau	Fonte	PE	Amiante ciment	PVC	Acier	Béton	Autres	Inconnu	Total
<50 mm	347	-	-	-	-	-	83	-	430
50-99 mm	1 759	867	-	82	-	-	-	-	2 709
100-199 mm	1 526	-	-	1 423	-	-	-	-	2 948
Total	3 632	867	-	1 505	-	-	83	-	6 087

Tableau 6 : Volumes d’eau traités alimentant le réseau de distribution (d’après RAD 2015 Lyonnaise des Eaux)

	2011	2012	2013	2014	2015	Répartition 2015
Volumes totaux mis en distribution	74 677	74 165	89 576	72 094	80 304	100 %
- Volume distribués Les Ormes sur Voulzie	51 502	51 176	61 492	49 397	55 783	69,4 %
- Volume distribués Everly	23 175	22 989	28 084	22 697	24 521	30,6 %
- Volumes totaux consommés					67812	

Figure 9 : Extension du réseau principal de distribution d'eau potable alimenté par le captage 02598X0005 des Ormes-sur-Voulzie (source : Lyonnaise des Eaux 2015)



4. SECURITE ET SURVEILLANCE DU SITE DE CAPTAGE

La parcelle accueillant les installations de captage et de production d’eau potable est clôturée par grillage souple d’une hauteur (maximale) de 2 m et portail d’accès fermé à clé. La porte d’accès au château d’eau est équipée d’un contacteur d’ouverture avec alarme anti-intrusion et report d’information au centre de contrôle du délégataire de service Lyonnaise des Eaux (agence de Bray-sur-Seine). Le forage étant situé dans le château d’eau, il bénéficie ainsi de cette mesure de sécurité. Le skid de traitement des pesticides externe au château d’eau est également équipé de ce dispositif d’alarme par contacteur.

Par ailleurs, comme mentionné dans son rapport de délégation 2015, l’exploitant Lyonnaise des Eaux a mis en application les mesures gouvernementales exigées par le plan Vigipirate ; à savoir un dispositif de sur-chloration qui peut être activé pour garantir une concentration de 0,3 mg/l de chlore libre au point de mise en distribution et 0,1 mg/l de chlore libre en tout point du réseau de distribution.

A noter que deux pylônes de télécommunication sont présents dans l’enceinte de la zone grillagée du site de captage. L’un au Sud-Ouest parcelle 115 (pylône le plus ancien dont l’accès nécessite d’entrer à l’intérieur de la zone de captage), le second au Nord-Ouest parcelle 154 (pylône installé très récemment en 2016, entouré d’une clôture rigide et dont l’accès se fait depuis l’extérieur du site de captage par une porte donnant directement sur la RD 412).

Figure 11 : Vue des installations de traitement sur la parcelle ZC 195 avec clôture grillagée



Figure 10 : Portail d’entrée du site de production d’eau potable



Figure 12 : Pylône de télécommunication historique avec accès via le site de captage (parcelle 115)



Figure 13 : Pylône de télécommunication posé en 2016 avec clôture grillagée rigide et accès externe (parcelle 154)



5. SOLUTIONS DE SECOURS

Le système de production et de distribution d’eau potable des Ormes sur Voulzie / Everly ne dispose actuellement d’aucune solution de secours en cas de défaillance du captage 02598X0005. Il n’existe pas d’autre forage d’alimentation en eau potable collective sur l’une ou l’autre commune, ni d’interconnexion avec le réseau d’eau potable d’une commune ou d’un syndicat voisin.

III. ETUDE DE LA QUALITE DES EAUX

L'évolution de la qualité de l'eau brute a été étudiée sur la base des données physico-chimiques recueillies auprès de l'ARS 77 et de l'Exploitant Lyonnaise des Eaux sur les 15 dernières années. Ces données ont été comparées aux seuils et limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté du 11 Janvier 2007).

1. CARACTERISTIQUES GENERALES

La dernière analyse complète (ressource profonde) réalisée par l'Agence Régionale de Santé 77 dans le cadre du contrôle sanitaire est fournie en Annexe 2 (analyse du 04/08/2016).

L'eau captée par le forage est caractéristique d'une nappe contenue dans un aquifère crayeux en raison de sa minéralisation assez élevée (610 à 630 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Le captage ne présente pas de problèmes de contaminations bactériennes (absence de germes intestinaux) sur son eau brute.

La présence de fortes teneurs en Nitrates (de 48 à 67 mg/l) et de traces de pesticides de la famille des Triazines (en particulier l'Atrazine et ses sous-produits de dégradation) indique une forte vulnérabilité de cette nappe libre face aux activités de surface (voir Figure 17 et Tableau 9). Ces fortes teneurs en nitrates peuvent également contribuer à cette minéralisation assez élevée.

A titre d'information, l'évolution des teneurs en nitrates mesurées sur la Voulzie dans le cadre du suivi DCE (Directive Cadre Européenne) au cours des 15 dernières années sur la station de Jutigny, est fournie par le Tableau 7 ci-dessous. Ces teneurs sont plus faibles que celle de la roche encaissante drainée (à savoir la nappe de la craie) en raison de la réalimentation et de la dilution de la Voulzie par de l'eau pompée en Seine dont la teneur moyenne en nitrates est d'environ 26 mg/l (d'après surveillance DRIEE IDF). On note, toutefois, les mêmes variations que celles du captage, et en particulier la baisse marquée de 2010 également constatée au niveau du captage (Figure 17).

Tableau 7 : Evolution des teneurs moyennes annuelles en nitrates de la Voulzie mesurées au niveau de la station de Jutigny (source Agence de l'Eau - Synthèse DCE)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nitrates en mg/L	52	53	54	53	51	44,2	47,7	54	37,5	38,2	39,9	45,7	45,7

2. COMPARAISON AUX SEUILS

A. APTITUDE DE LA RESSOURCE A LA PRODUCTION D'EAU POTABLE

Les résultats de la dernière analyse réalisée sur l'eau brute du captage (analyse du 04/08/2016) 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. Ils sont présentés dans le Tableau 8.

Cette conformité indique que le captage est uniquement apte à la production d'eau destinée à la consommation humaine, et non à la distribution directe de son eau à la population.

Tableau 8 : Analyse de l’eau brute du 04/08/2016 et comparaison aux seuils de qualité « ressource » (Annexe II)

Paramètres	Unités	Analyse sur eau brute du 04/08/2016	Limites de qualité*
Paramètres organoleptiques			
Couleur (Pt)	mg/l	0	200
Paramètres physico-chimiques liés à la structure naturelle des eaux			
Chlorures (Cl ⁻)	mg/l	26.1	200
Sodium (Na ⁺)	mg/l	7.9	200
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/l	16.9	250
Température	°C	13.3	25
Paramètres concernant les substances indésirables			
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	<0.05	4
Carbone organique total (COT)	mg/l	0.6	10
Hydrocarbures dissous ou émulsionnés	mg/l	<0.1	1
Nitrates pour les autres eaux (NO ₃ ⁻)	mg/l	65	100
Phénols (indice phénol) (C ₆ H ₅ OH)	mg/l	NA	0,1
Zinc (Zn)	mg/l	NA	5
Paramètres concernant les substances toxiques			
Arsenic (As)	µg/L	<2	100
Cadmium (Cd)	µg/L	<1	5
Chrome total (Cr)	µg/L	NA	50
Cyanures (CN ⁻)	µg/L	NA	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	1
Mercuré (Hg)	µg/L	NA	1
Plomb (Pb)	µg/L	NA	50
Sélénium (Se)	µg/L	3	10
Pesticides (Par substances individuelles, y compris les métabolites)	µg/L	Atrazine : 0.047 Simazine : 0.011 Atrazine déséthyl : 0.313 Atrazine déséthyl déisopropyl : 0.354 Atrazine déséthyl-2-hydroxy : 0.044	2
Pesticides (Somme)	µg/L	0.769	5
Paramètres microbiologiques			
Entérocoques	UFC/100 ml	<1	10 000
Escherichia coli	UFC/100 ml	<1	20 000

(*) D’après l’annexe II de l’arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites des eaux brutes utilisées pour la production d’eau destinée à la consommation humaine.

B. PARAMETRES DE L’EAU BRUTE NON CONFORMES AUX SEUILS DE DISTRIBUTION

L’eau brute du forage n’est cependant pas 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.

Les paramètres qui entraînent cette non-conformité vis-à-vis des seuils de distribution sont les suivants (Figure 17 et Tableau 9) :

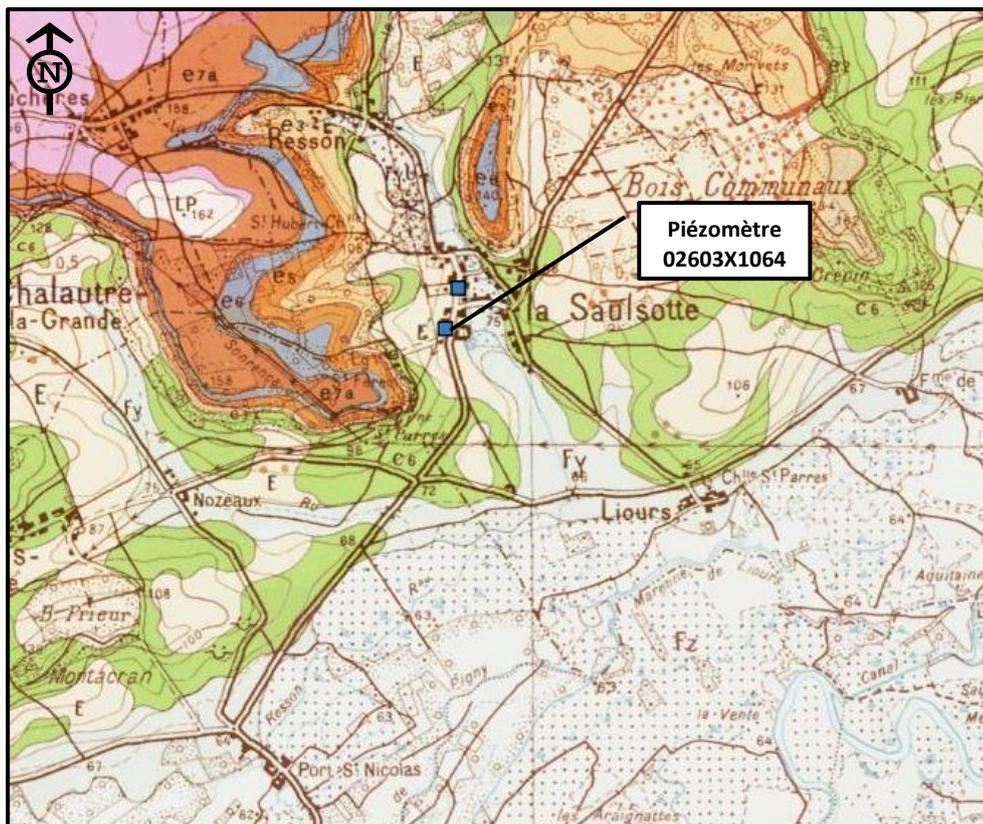
- Paramètre Nitrates : le seuil de distribution de 50 mg/l est historiquement dépassé depuis plusieurs dizaines d’années. D’après les archives de la Banque de Donnée du sous-sol, une teneur de 49,4 mg/l avait été mesurée sur un échantillon prélevé le 27/10/1977. Comme indiqué par le Tableau 9 ; au cours des 15 dernières années, la teneur la plus élevée a été enregistrée en avril 2001 avec une concentration de 67 mg/l,
- Pesticides de la famille des Triazines : le constat de dépassement du seuil de distribution de 0,1 µg/l (molécule seule) a été effectué sur l’analyse du 20/04/2004 ; celui du seuil de distribution de 0,5 µg/l (somme des molécules) a été effectué sur l’analyse du 04/08/2016. Ces dépassements sont liés principalement à l’arrivée des sous-produits de dégradation de l’Atrazine dont les teneurs ne cessent d’augmenter. Les fortes teneurs mesurées en août 2016 sont probablement plus anciennes ; cependant plusieurs molécules n’étaient antérieurement pas recherchées lors des analyses. La teneur en Atrazine (pesticide interdit d’application depuis 2003) reste, elle, élevée et stable. Ceci indique la présence d’un stock conséquent de ces molécules dans la zone non saturée, dont les temps de migration vers la nappe sont assez élevés. L’hypothèse d’une source persistante d’Atrazine par application de stocks résiduels est très peu probable.

D’un point de vue hydrogéologique, l’évolution des teneurs de ces pollutions (nitrates et pesticides) semble pouvoir être corrélée avec le battement naturel de la nappe (voir Figure 16).

En effet, ce battement a pu être caractérisé par la chronique d’enregistrement du piézomètre n°02603X1064 de suivi de la nappe de la craie situé sur la commune de La Saulsotte (situé à 22 kms à l’ENE du captage des Ormes-sur-Voulzie) (voir figure 15). Cet ouvrage est implanté dans le même contexte climatologique, géologique et hydrogéologique que le captage des Ormes-sur-Voulzie ; à savoir dans le versant crayeux d’un affluent rive droite de la Seine, avec une superficie de bassin d’alimentation quasi similaire. Il constitue donc un bon point d’observation du fait de son absence d’exploitation.

Outre le battement saisonnier, la chronique montre très clairement des zones de basses et hautes eaux hydrogéologiques de durées et d’amplitudes similaires à celles observées sur les courbes de variation des polluants étudiés, avec cependant, un décalage temporel. L’impact du battement naturel de la nappe sur ses concentrations en polluants se traduirait donc par une augmentation des teneurs en période de hautes eaux hydrogéologiques où le front de saturation de la nappe remonte, lessive et mobilise le stock de polluants contenu dans la zone non-saturée, et à l’inverse une baisse des teneurs en période de basses eaux hydrogéologiques.

Figure 14 : Localisation du piézomètre de suivi de la nappe de la craie n°02603X1064 situé sur la commune de La Saulsotte (10) (Extrait de la carte géologique PROVINS n°260)



C. TRAITEMENTS DE POTABILISATION REALISES

Le synoptique de traitement est présenté en Figure 18 .

L’eau brute du captage fait donc l’objet des traitements suivants avant sa mise en distribution :

- Dénitratation par résine échangeuse d’ions mise en place en 1986 (installation présente à l’intérieur du château d’eau)
- Abattement des pesticides par absorption sur charbon actif en grain. L’installation de traitement a été autorisée en mai 2009 par les services de l’Agence Régionale de Santé 77 (module de traitement situé à l’extérieur du château d’eau sur la parcelle ZC 154)

A l’issue de ces traitements, l’eau est désinfectée par chlore gazeux avant envoi vers le réseau de distribution.

A noter que les effluents de régénération concentrés des résines échangeuses d’ions et les eaux de rinçage des filtres de l’unité de traitement des pesticides sont envoyées vers une cuve tampon puis dans le réseau d’eaux usées communal.

Figure 15 : Chronique d’enregistrement du piézomètre de suivi de la nappe de la craie n° 02603X1064/P (La Saulsotte) (source ADES)

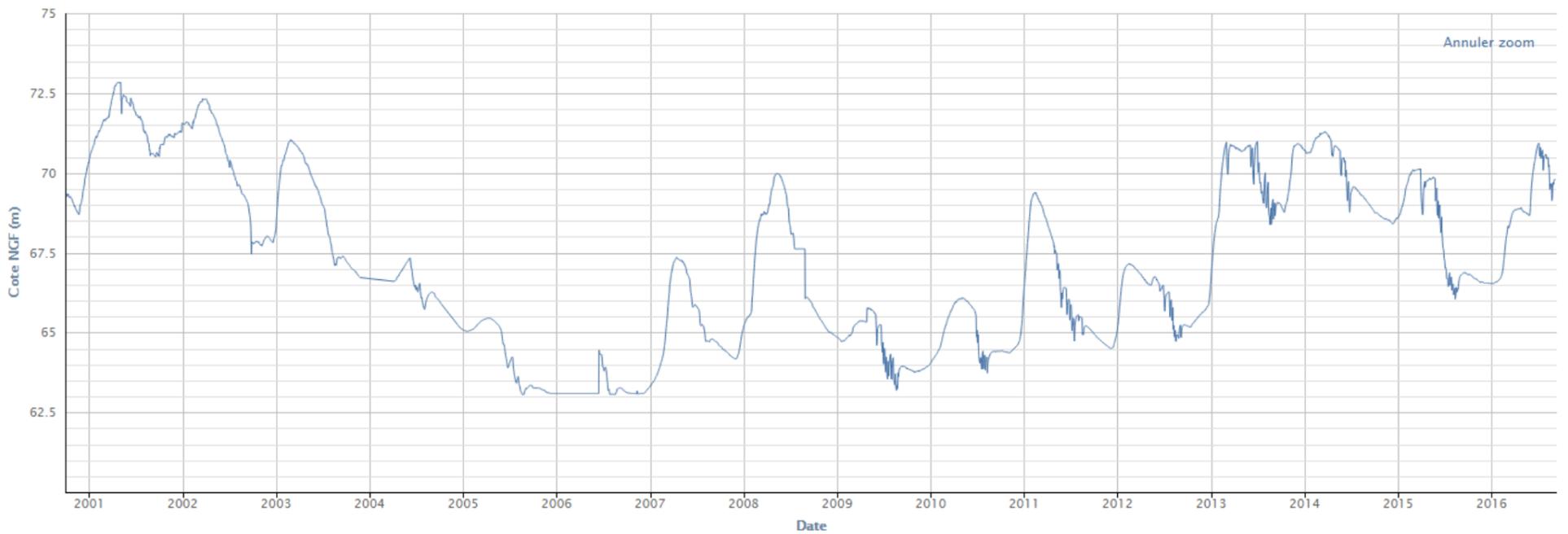


Figure 16 : Evolution des teneurs en Nitrates (en mg/l) et en Triazines (en µg/l) depuis 2001

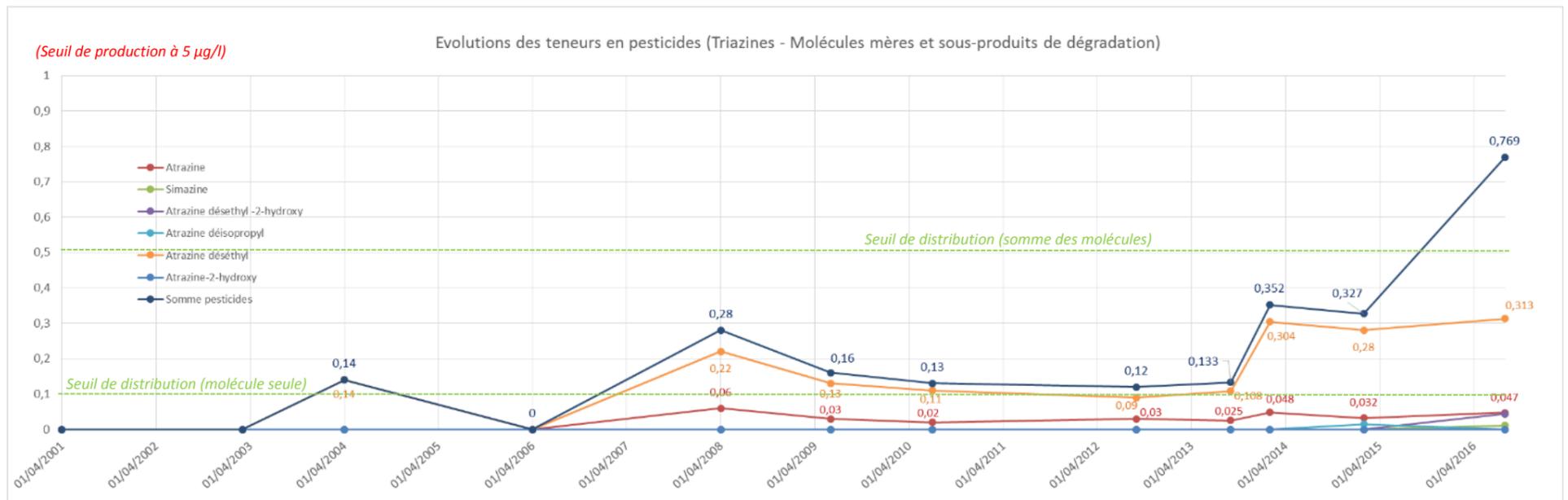
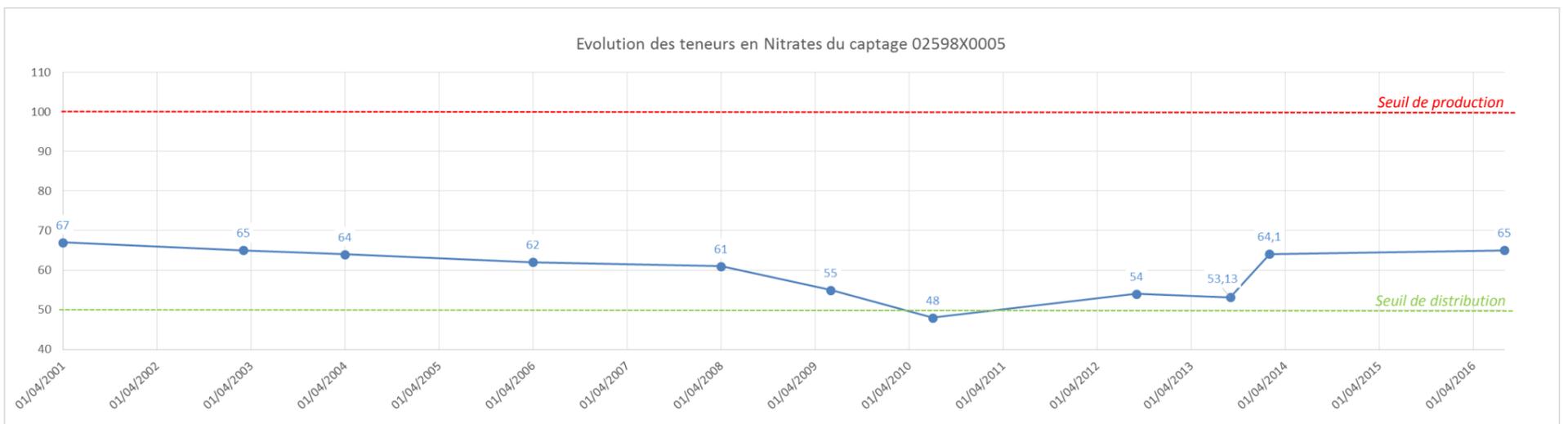
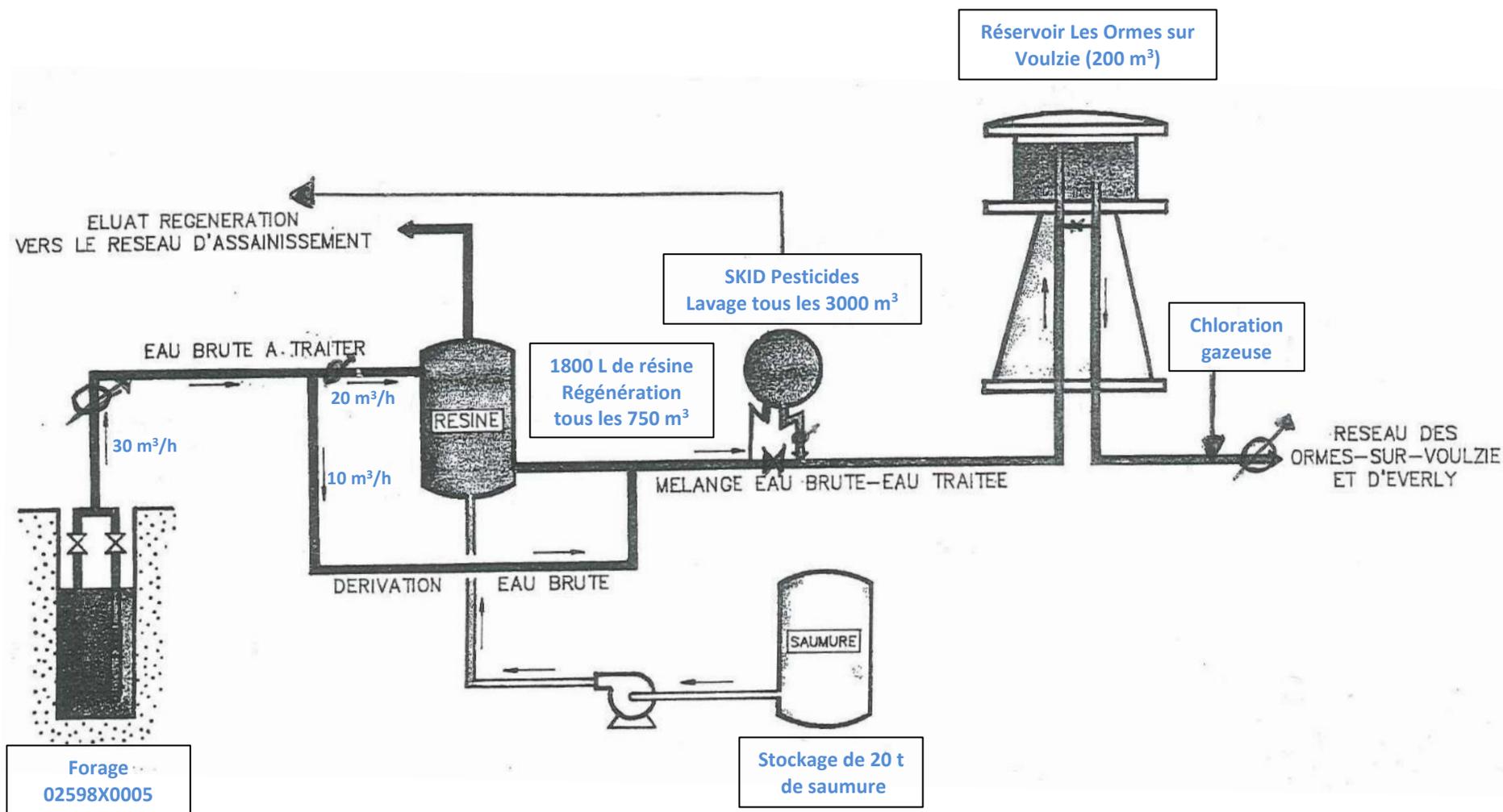


Tableau 9 : Synthèses des teneurs en Nitrates et Triazines mesurées sur l’eau brute du captage 02598X0005 depuis 2001

	Unité	Limite production	Limite distribution	12/04/2001	06/03/2003	20/04/2004	06/04/2006	02/04/2008	24/06/2009	12/07/2010	27/09/2012	09/09/2013	20/02/2014	16/02/2015	04/08/2016
Nitrates (en NO ₃)	mg/L	100	50	67	65	64	62	61	55	48	54	53,13	64,1		65
Atrazine	µg/l	2	0,1	NA	NA	<0,05	<0,01	0,06	0,03	0,02	0,03	0,025	0,048	0,032	0,047
Simazine	µg/l	2	0,1	NA	NA	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	NA	0,011
Atrazine déséthyl -2-hydroxy	µg/l	2	0,1	NA	NA	NA	NA	0,044							
Atrazine-2-hydroxy	µg/l	2	0,1	NA	<0,01	NA	NA	NA	<0,020						
Atrazine désisopropyl	µg/l	2	0,1	NA	NA	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,015	<0,020
Atrazine-déséthyl désisopropyl	µg/l	2	0,1	NA	NA	NA	NA	0,354							
Atrazine déséthyl	µg/l	2	0,1	NA	NA	0,14	<0,01	0,22	0,13	0,11	0,09	0,108	0,304	0,28	0,313
Somme pesticides	µg/l	5	0,5	NA	NA	0,14	0	0,28	0,16	0,13	0,12	0,133	0,352	0,327	0,769
Nature du contrôle				Contrôle sanitaire	Auto surveillance	Auto surveillance	Auto surveillance	Contrôle sanitaire							

Figure 17 : Synoptique des opérations de potabilisation actuelles du captage des Ormes-sur-Voulzie (source : Lyonnaise des Eaux)



IV. CADRE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

1. CONTEXTE GENERAL

Le secteur d’étude se situe au pied de la cuesta Eocène du Sud-Est de l’Île-de-France qui marque le passage du plateau de Brie à la vallée crayeuse de la Seine. En raison de déformations synclinales dans le secteur Nord-Ouest de la zone, les formations sont affectées d’un pendage orienté vers le Nord-Ouest d’environ 0,5 %.

Plus précisément, le captage des Ormes-sur-Voulzie est implanté dans le versant crayeux de la vallée de la Voulzie recouvert en tête par le dépôt en terrasse des alluvions modernes de la Voulzie dont l’épaisseur n’excède pas 2 à 3 m. La craie affleurante est en majeure partie masquée par un recouvrement d’éboulis/colluvions peu épais provenant de la cuesta tertiaire (voir extrait de la Carte géologique en Figure 20).

Les coupes géologiques transversales réalisées (voir Figure 22) montrent la puissance de la craie par rapport à la couverture éocène résiduelle. L’étagement de cette couverture éocène qui nappe les plateaux du secteur, est détaillé par le log stratigraphique (Figure 21) du captage AEP de Savins (02598X0006) situé à 3,5 kms au Nord-Est du captage des Ormes-sur-Voulzie.

Au niveau hydrogéologique, le secteur est composé de plusieurs nappes, dont deux nappes principales qui concernent plus spécifiquement la zone d’étude :

- Une nappe perchée contenue dans l’aquifère multicouche des calcaires de Champigny et des sables de Cuise. Cette nappe possède comme mur imperméable les argiles plastiques sparnaciennes (formation résiduelle provenant de l’altération de la craie sous-jacente) sur 8 – 9 m d’épaisseur. Des petites sources de trop-plein apparaissent au niveau des zones boisées et donnent naissance à des ruisseaux intermittents pouvant être réinfiltrés après atteinte de la craie affleurante. Sa piézométrie suit globalement les variations topographiques (superposition des bassins versants topographiques et souterrains),
- Une nappe libre contenue dans la craie du Campanien, en relation hydraulique avec la nappe alluviale de la Seine. Cette nappe est drainée par la Voulzie et l’Auxence dans leur partie basse dégageant ainsi deux vallées hydrogéologiques. Dans les zones dépourvues de couverture Eocène, la piézométrie de cette nappe libre suit également les variations topographiques avec une recharge effectuées aux points hauts des plateaux et un drainage par les cours d’eau. Sous le recouvrement Eocène, cette nappe possède un sens d’écoulement unique, plutôt orienté vers la Seine. Bien que très puissante, le développement de la nappe de la craie n’est pas aussi conséquente. En effet la craie ne possède pas de propriété aquifère en profondeur où la porosité en grand diminue très rapidement. La craie est donc essentiellement aquifère et productive dans les versants ou les lits majeurs de vallées où, entres autres phénomènes, la décompression des terrains par l’érosion fluviale a favorisé le développement de fissures, fractures et drains karstiques.

La Figure 19 localise les différents niveaux aquifères présents à l’affleurement et abritant une nappe libre. Comme indiqué, le captage 02598X0005 est directement implanté dans l’aquifère crayeux du Campanien qui affleure largement dans le plateau intermédiaire entre la vallée de l’Auxence et la vallée de la Voulzie.

Figure 18 : Formations aquifères affleurantes du secteur (d'après la Carte hydrogéologique du bassin de Paris – BRGM - 1967)

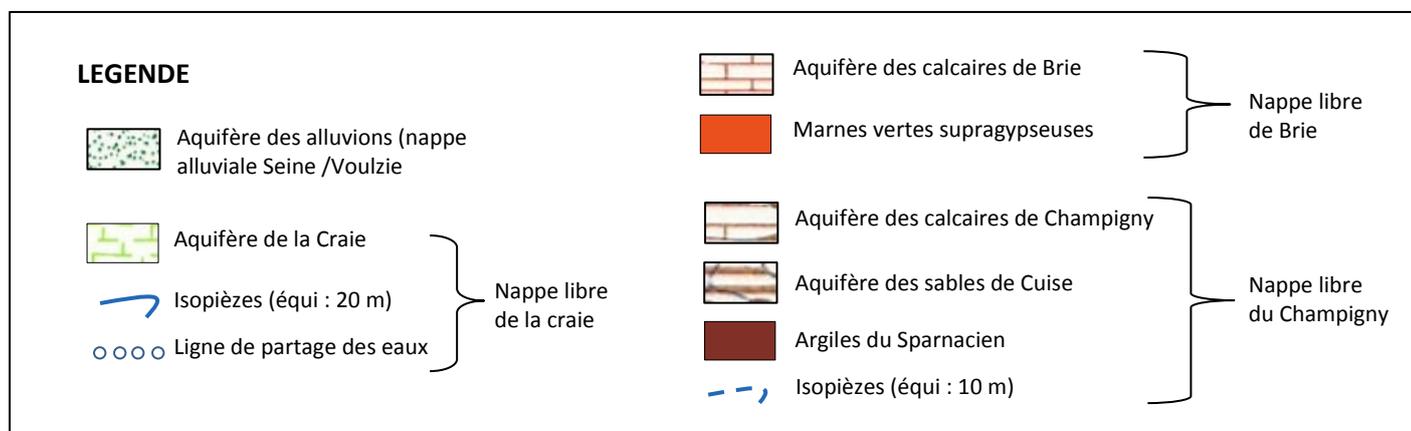
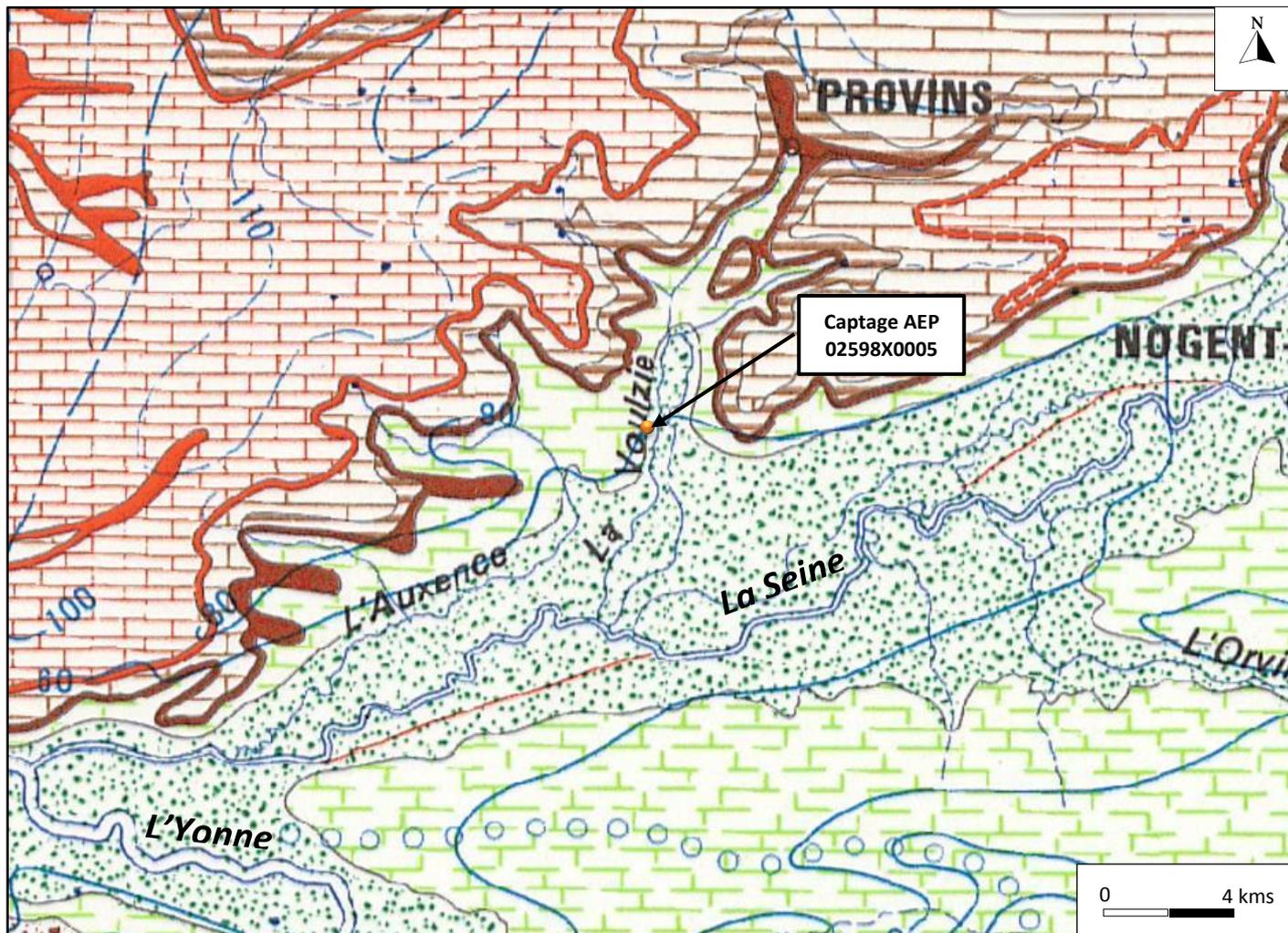
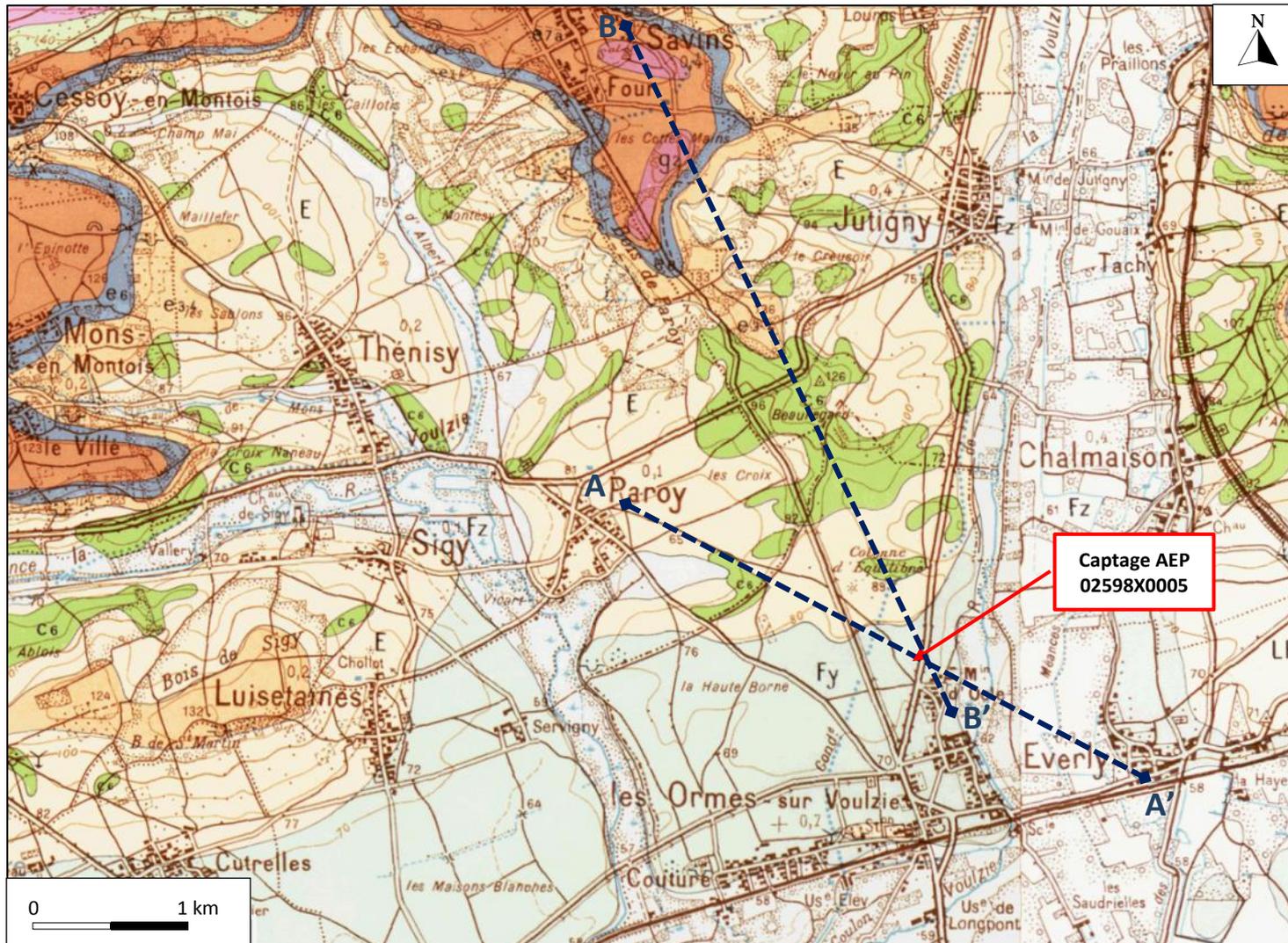


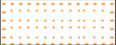
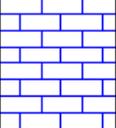
Figure 19 : Extrait de la carte géologique BRGM (feuille 1/50000 de Nangis)

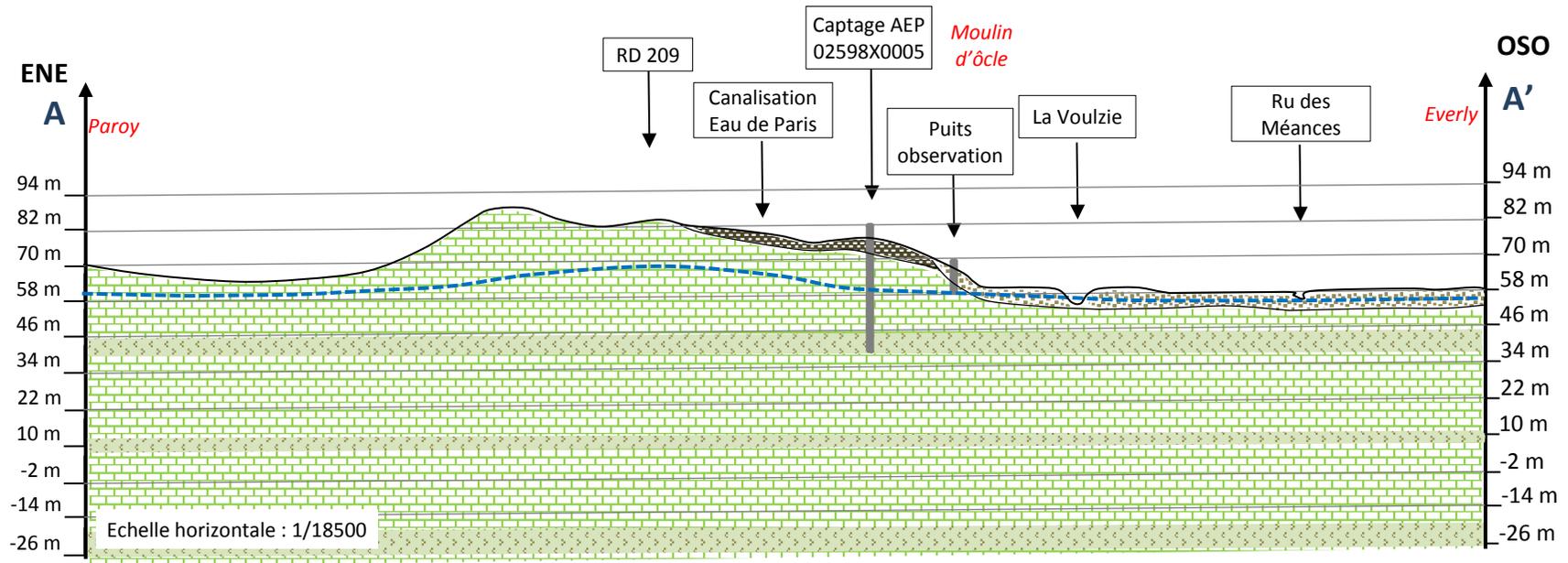
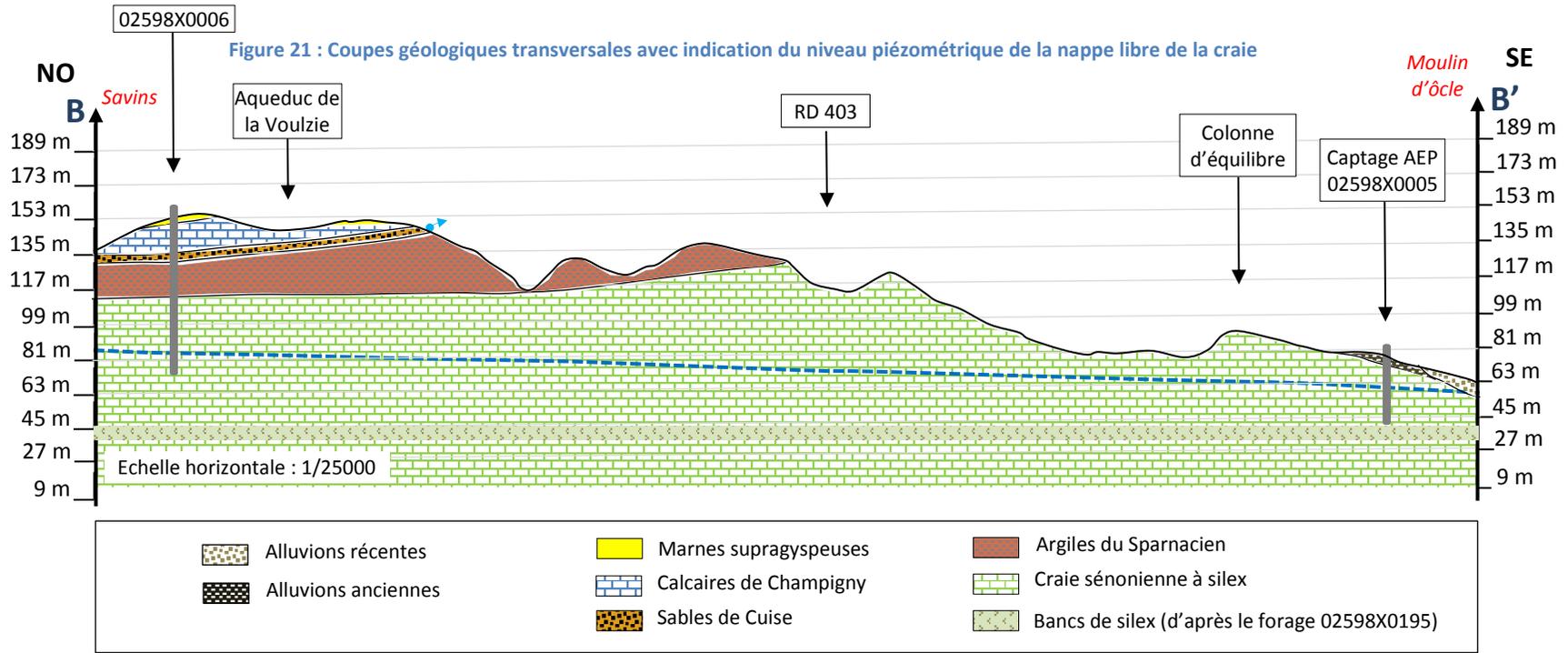


LEGENDE

- | | |
|--|---|
|  E : Eboulis / colluvions |  e _{7a} : LUDIEN : Calcaires de Champigny |
|  Fz : Alluvions récentes |  e ₆ : CUISIEN : Sables et argiles |
|  Fy : Alluvions anciennes |  e ₃ : SPARNACIEN : Argiles noirâtres / Marnes grises |
|  g ₂ : Marnes vertes |  C ₆ : CAMPANIEN : Craie blanche à silex |
| |  Trait de coupe transversale |

Figure 20 : Coupe géologique du forage 02598X0006 (Commune de Savins - Captage du château d’eau) présentant l’étagement stratigraphique du secteur d’étude (d’après INFOTERRE – 2016)

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
3.50	Limon des plateaux		Limon et terre végétale en surface	Quaternaire	149.80
	Calcaire de Champigny		Calcaire	Priabonien	
17.50			Sable		135.80
18.10			Argile		135.20
18.80	Sables de Cuise		Marne et calcaire blancs	Cuisien	134.50
19.30			Argile sableuse		134.00
23.30			Argile		130.00
24.50	Argile plastique		Argile noire	Sparnacien	128.80
28.70			Argile magnésienne		124.60
29.10			Marne grise		124.20
32.90			Argile		120.40
33.50			Argile à éléments organiques		119.80
34.10			Craie marseuse		119.20
38.80			Craie à silex	Coniacien à Campanien	114.50
88.80					73.38



2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE LOCAL

A. CARACTERISATION DE L’ÉCOULEMENT

D’après la banque de données du sous-sol, il n’existe pas de forages d’irrigation atteignant la nappe de la craie au droit du plateau compris entre Paroy / Savins / Les Ormes-sur-Voulzie (voir Figure 23), probablement en raison de la profondeur importante de la nappe de la craie (près de 45 m de zone non saturée). Ceci a par ailleurs été confirmé lors de la visite du secteur d’étude où aucun forage n’a été repéré sur le plateau.

Les seuls forages recensés par la Banque de données du sous-sol sont situés au bas des versants de vallées où la zone non saturée est moins épaisse (tel que les forages n° 02598X0171 et 172) servant à l’irrigation des cultures en vergers situées le long de la RD 412 à hauteur de Jutigny). Il n’est donc pas possible d’effectuer une carte piézométrique locale précise du plateau au regard de l’insuffisance des données.

Toutefois, afin de connaître les directions d’écoulement, d’estimer les gradients hydrauliques et de déterminer les contours de l’aire d’Alimentation du Captage, la carte piézométrique de la Craie³ (basses eaux) d’octobre 2011 a été utilisée (voir extrait en Figure 22). Cette carte a été réalisée par le BRGM au moyen de mesures ponctuelles et de techniques d’interpolations géostatistiques (prise en compte de l’influence de la topographie par krigeage au moyen du Logiciel GDM). Elle indique un relief piézométrique marqué dans ce secteur et distingue très nettement les vallées de la Voulzie et de l’Auxence qui drainent la nappe de la craie. Le plateau crayeux intercalaire constitue ainsi une zone de bombement piézométrique où la recharge par les pluies efficaces est maximale. Les isopièzes permettent de positionner cette ligne de partage des eaux souterraines, qui génère, à l’amont et au droit du captage 02598X0005, un écoulement orienté du Nord-Ouest vers le Sud- Est, avec un gradient hydraulique compris entre 8,3‰ et 1,1 %.

Toutefois, comme évoqué précédemment sur l’analyse du piézomètre de contrôle de La Saulsotte (voir graphique de la Figure 16), la nappe de la craie, dans sa partie « libre », possède un battement naturel marqué à la fois :

- par les recharges et étiages saisonniers qui peuvent générer un marnage de près de 4 à 5 m (battement saisonnier),
- par une variation de l’intensité cumulée des pluies efficaces qui semblent entraîner ici un battement à cycles quinquennaux. La différence de niveau piézométrique peut alors atteindre 10 m entre les périodes de basses eaux et de hautes eaux hydrogéologiques.

Tout battement piézométrique s’accompagne en général d’une modification des isopièzes et d’un décalage des lignes de crête piézométriques (les thalwegs restant globalement positionnés au niveau des rivières drainantes) ; ce qui peut alors augmenter ou réduire les bassins d’alimentation souterrains des captages.

D’après la Figure 22, la carte piézométrique montrent également l’impact des vallées sèches secondaires sur la piézométrie. Cette prise en compte des vallées sèches (vallée le Champ de Blois à l’Est de Paroy et la vallée des Vaux au Nord de la Colonne d’équilibre) génère un fort redressement des isopièzes avec des directions d’écoulement quasi perpendiculaires à la ligne de partage des eaux souterraines.

³ Carte piézométrique de la Craie séno-turonienne dans le sud-est du Bassin parisien - basses eaux d’octobre 2011. BRGM/RP-60712-FR (Craïtes de Paulet F., Dufrenoy R., Pira K., Polez K., Petrignet M., Guizouarn G., Demangeon G., Janvier 2012)

Figure 22 : Carte piézométrique de la nappe de la Craie (BRGM , 2011 – Basses Eaux)

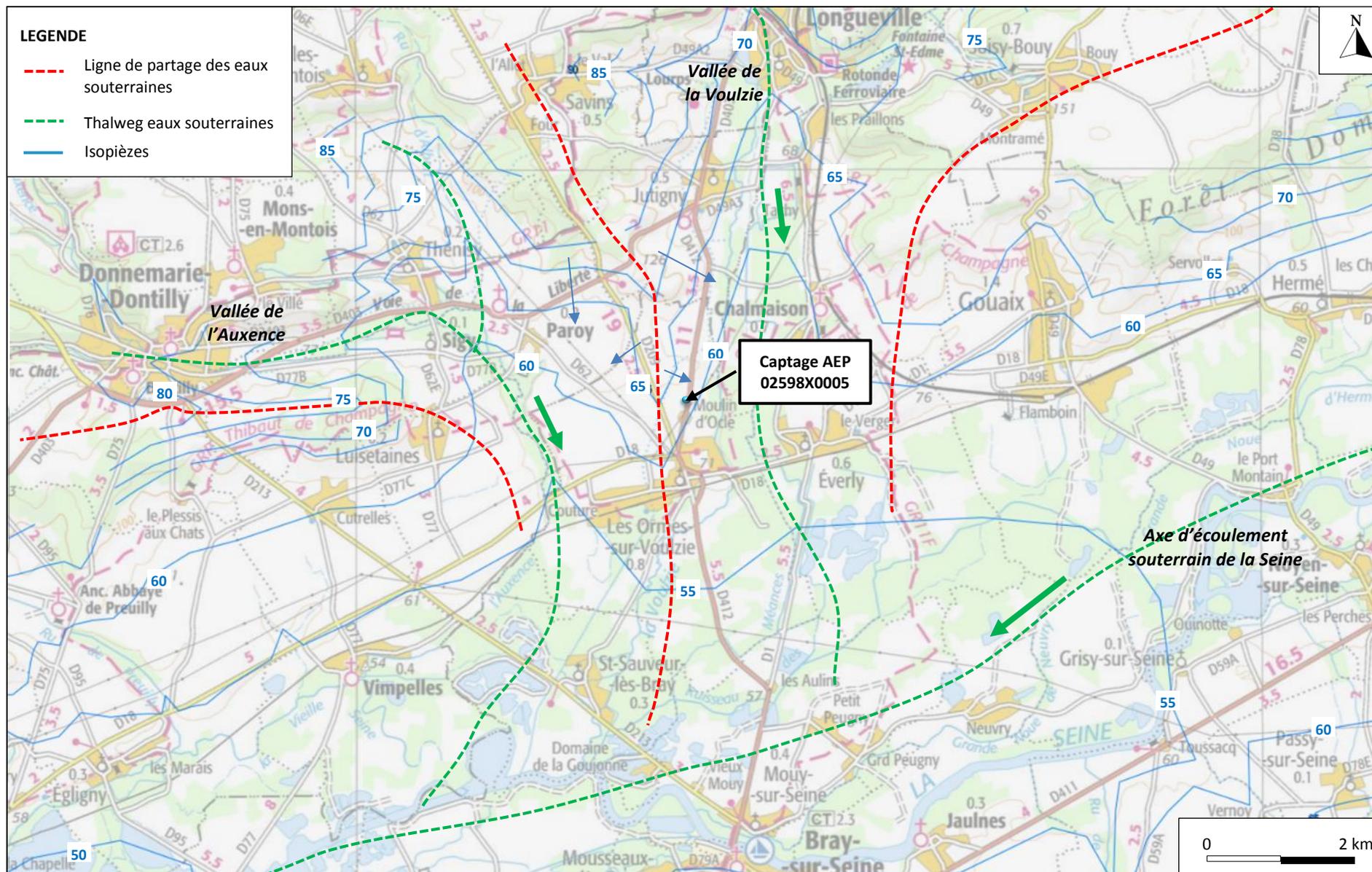
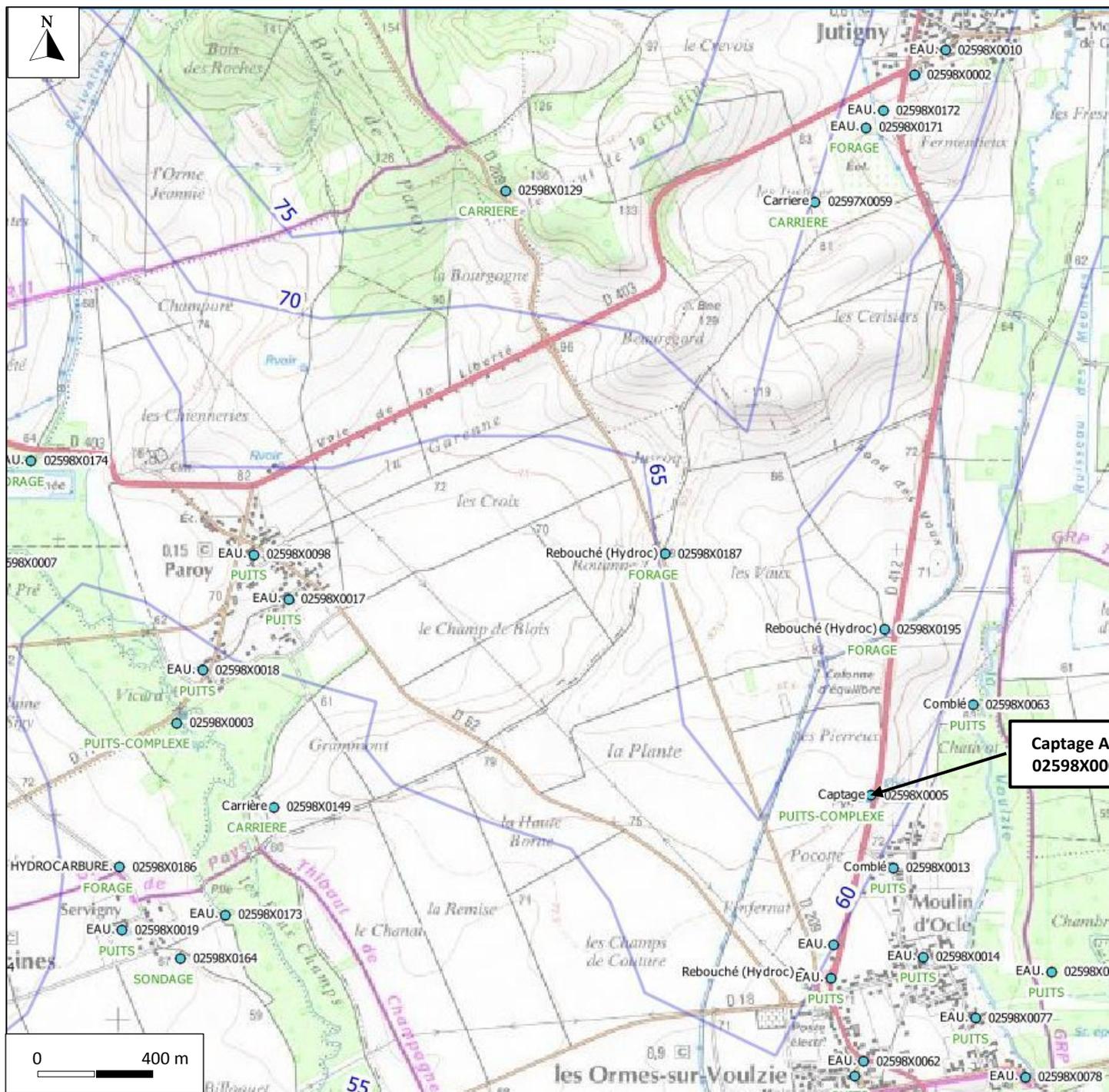


Figure 23 : Localisation des puits et forages déclarés en Banque de Données du Sous-sol (BRGM)



B. IMPACT DE LA VOULZIE

Hors épisode de crue exceptionnel, la Voulzie constitue un axe de drainage de la nappe de la Craie. A hauteur du captage, les crues de la Voulzie sont régulées par deux phénomènes qui limitent l’augmentation de son tirant d’eau en période de crue tels que :

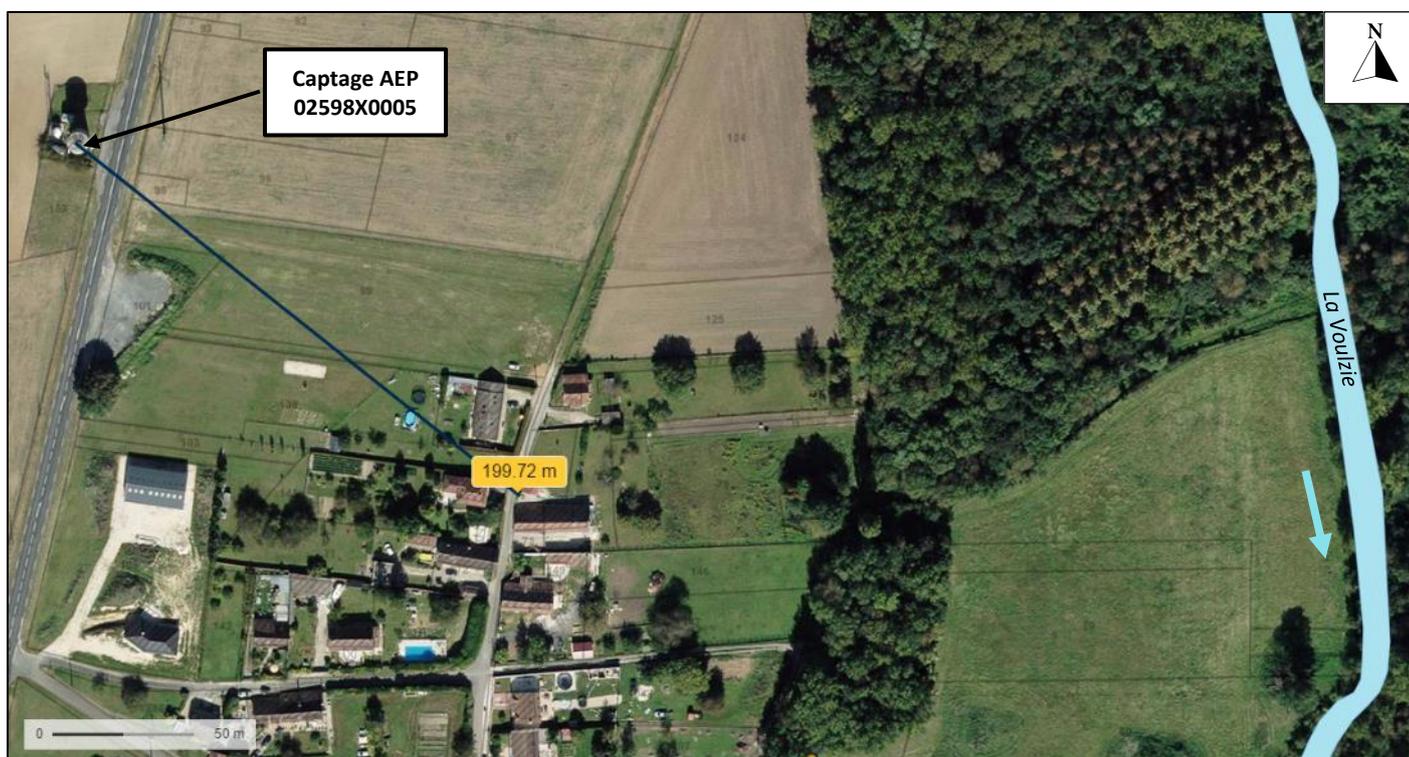
- Les ouvrages de régulations hydrauliques situés au niveau du Moulin de Jutigny,
- La réalimentation de la Voulzie par de l’eau de la Seine (Eau de Paris)

C. PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES DE L’AQUIFERE

Afin de connaître les paramètres hydrodynamiques de l’aquifère crayeux en présence, un essai dit de longue durée (48 h) a été mené sur le captage 02598X0005 du 09 au 11 /05/2016 au débit de 30 m³/h⁽⁴⁾. Faute de piézomètre ou de forage à proximité immédiate du captage, l’ouvrage d’observation utilisé a été le puits privé situé à 200 m à au Sud-Est du captage. Bien qu’éloigné du captage, la position de ce puits d’observation est intéressante car il est situé entre le Captage et la Voulzie (voir Figure 24). Le niveau piézométrique de ce puits d’observation a été enregistré en continu au moyen d’une sonde autonome MiniDiver 2 Bars couplée à un enregistrement continu de la pression barométrique par BaroDiver (Schlumberger).

Cet essai longue durée a été réalisé dans les mêmes conditions que les essais par paliers de débits ; à savoir avec le même matériel d’enregistrement piézométrique et physico-chimique. La courbe du rabattement obtenue et son interprétation sont fournies par le graphique de la Figure 25.

Figure 24 : Localisation du puits privé d’observation et de la Voulzie par rapport au captage 02598X0005 (source : Géoportail)



⁴ En l’absence de débitmètre en ligne, le débit a été défini au moyen du compteur volumétrique de la colonne d’exhaure ; ce qui a pu générer des imprécisions.

a) Interprétation de l’essai longue durée

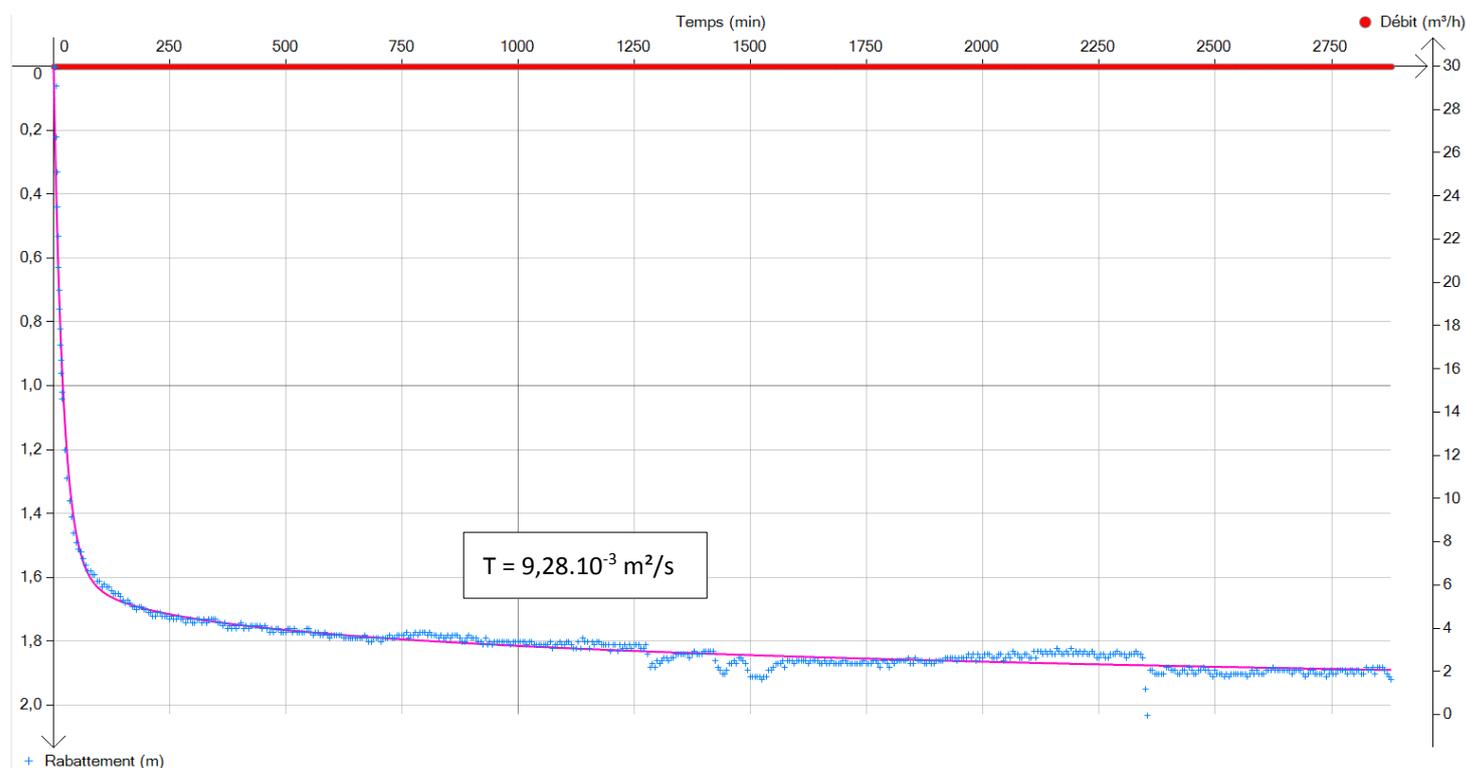
L’essai longue durée a été interprété au moyen de l’expression de THEIS. En effet, le très faible rabattement généré après 48 h de pompage (rabattement de 1,92 m pour 22 m d’épaisseur captée soit moins de 10 %), l’absence de stabilisation réelle du niveau dynamique, et l’absence de réalimentation par la Voulzie (aquifère illimité) permettent d’utiliser cette méthode d’interprétation.

La perméabilité assez élevée de l’aquifère a permis de dépasser l’effet capacitif du puits après 1h30 de pompage comme constaté lors des essais par paliers de débit. L’interprétation donne donc une transmissivité de $9,28.10^{-3}$ m²/s, soit une perméabilité non négligeable de la craie de $4,22.10^{-4}$ m/s et une vitesse d’écoulement effective de la nappe (vitesse de circulation hors zone d’influence du pompage) d’**environ 39 m/jour (pour un gradient hydraulique de 1 % et une porosité cinématique de 1 %)**. Cette vitesse de transfert est assez rapide mais reste néanmoins cohérente avec ce type d’aquifère. Le débit spécifique de l’aquifère mesuré au niveau de ce captage est de 15,625 m³/h/m de rabattement.

Comme détaillé en partie suivante D.c, il n’a pas été mesuré de rabattement sur le puits d’observation lors du pompage. Cette absence d’interférence piézométrique ne permet donc pas de calculer le coefficient d’emménagement de l’aquifère.

A noter qu’en l’absence de débitmètre en ligne, le débit de pompage a été réglé par vannage des pompes et relevés au compteur volumétrique de la canalisation d’exhaure. Ce dispositif a pu générer des imprécisions sur les mesures. De même, des variations minimales du débit de pompage ont pu intervenir suite aux démarrages des rétrolavages des installations de traitement (variations de pertes de charges) ou lors des opérations de by-pass d’une partie du débit (réservoir du château d’eau plein par exemple). L’impact des opérations est visible sur l’enregistrement piézométrique qui présente quelques variations ponctuelles.

Figure 25 : Interprétation de l’essai longue durée de 48 h au débit de 30 m³/h par l’expression de THEIS



b) Suivi physico-chimique du pompage longue durée

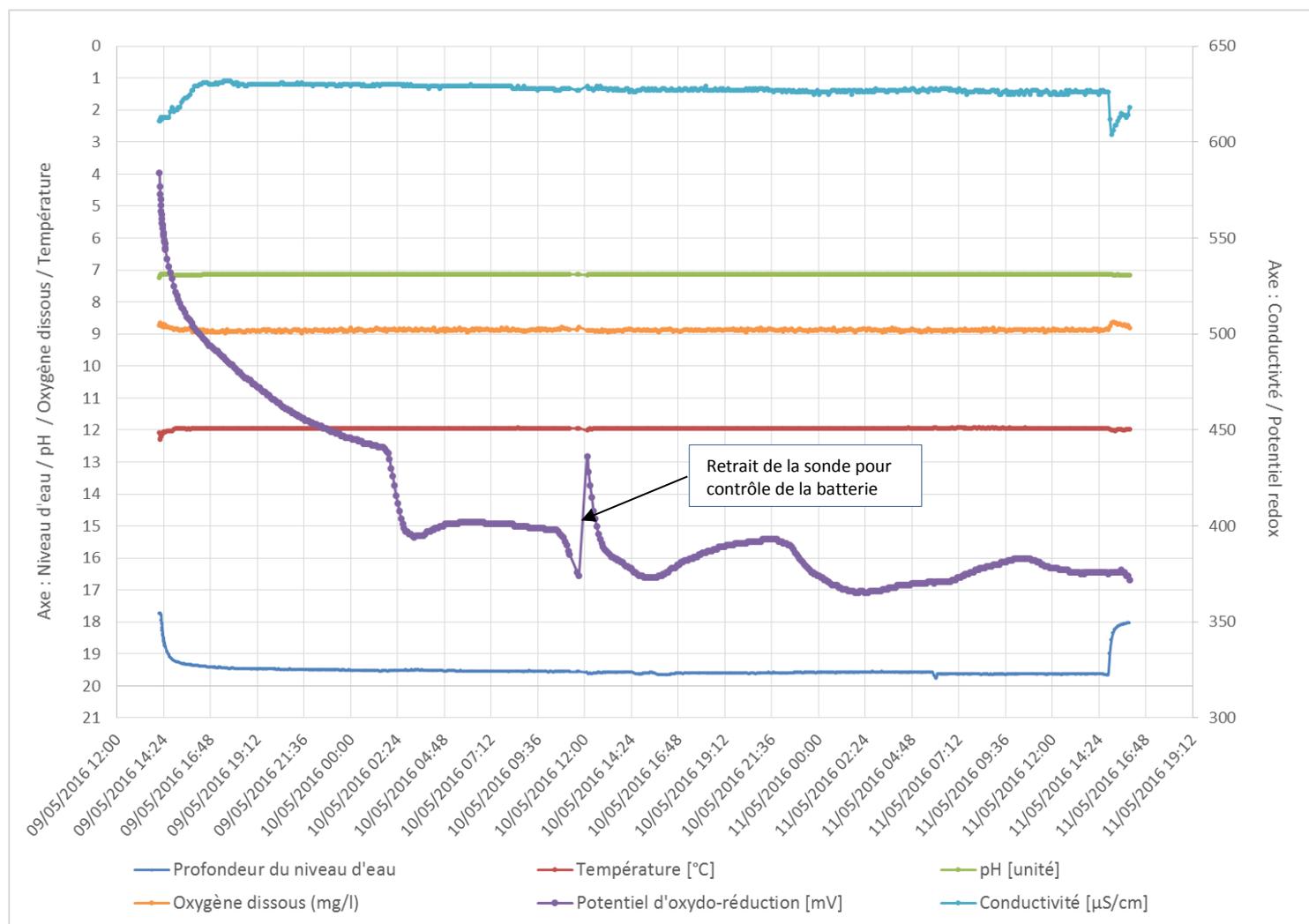
Afin d’identifier d’éventuelles influences d’autres masses d’eau (eaux superficielles), un suivi continu, in situ des paramètres physico-chimiques identiques à l’essai par paliers de débits a été effectué lors de l’essai de 48 h au moyen d’une sonde multi paramètres (HYDROLAB MS5) immergée à 25,50 m de profondeur.

Les mesures enregistrées ont été reportées sur le graphique de la Figure 26.

A l’échelle du pompage d’une durée de 48 heures, les paramètres Conductivité, pH, Oxygène dissous et Température se sont rapidement stabilisés, à l’image du niveau dynamique. La légère baisse continue et progressive du paramètre Conductivité confirme la sollicitation progressive de l’aquifère et ne montre pas de réalimentation ou d’interférences avec d’autres masses d’eau.

Seule la courbe du paramètre Potentiel RedOx, paramètre instable, montre des variations importantes. Plus particulièrement, après une descente progressive du potentiel RedOx de 584 mV à 438 mV après 13,7 heures de pompage, la courbe montre des variations non négligeables. La cause de ces variations, qui ne sont pas observées sur les autres paramètres, est difficilement déterminable.

Figure 26 : Evolution des paramètres physico-chimiques mesurée durant le pompage longue durée 48 h



D. INFLUENCE DU POMPAGE ET DEFINITION DES ISOCHRONES

Le contour théorique de la zone d’appel générée par le pompage à 30 m³/h a été calculé au moyen du logiciel ZAPPEL développé par le BRGM, qui utilise la formule de Wyssling.

Les paramètres hydrodynamiques utilisés ont été :

- Hauteur captée : 22 m
- Transmissivité : $9,3 \cdot 10^{-3}$ m²/s
- Gradient hydraulique : 1 % (8,3‰ à 1,1 % d’après la carte piézométrique)
- Porosité cinématique : 1 à 3 % (craie)
- Débit de pompage : 30 m³/h (cas d’un fonctionnement continu)

Afin de quantifier l’impact des incertitudes liées aux paramètres porosité cinématique et gradient hydraulique, les dimensions des zones d’appel et des isochrones ont été calculées en utilisant différentes valeurs (Tableau 10). Les contours ont été reportés sur fond cadastral, avec report des isopièzes et de la ligne de partage des eaux souterraines (Figures 27 à 30). Etant donné le fort gradient hydraulique, la zone d’appel est de faible rayon ; de même que la zone d’alimentation amont est de faible largeur.

Tableau 10 : Synthèse des dimensions calculées pour les zones d’appel et isochrones après variation des paramètres Gradient hydraulique /Porosité cinématique

	Gradient : 1 %		Gradient : 0,5 %	
	1 %	3 %	1 %	3 %
Porosité cinématique				
Rayon d’appel X_0	14 m	14 m	29 m	29 m
Largeur zone d’appel au puits (B')	45 m	45 m	90 m	90 m
Largeur zone d’appel (B)	85 m	85 m	165 m	165 m
Isochrone 10 jour (amont au puits)	410 m	156 m	245 m	104 m
Isochrone 10 jour (aval au puits)	14 m	14 m	29 m	27 m

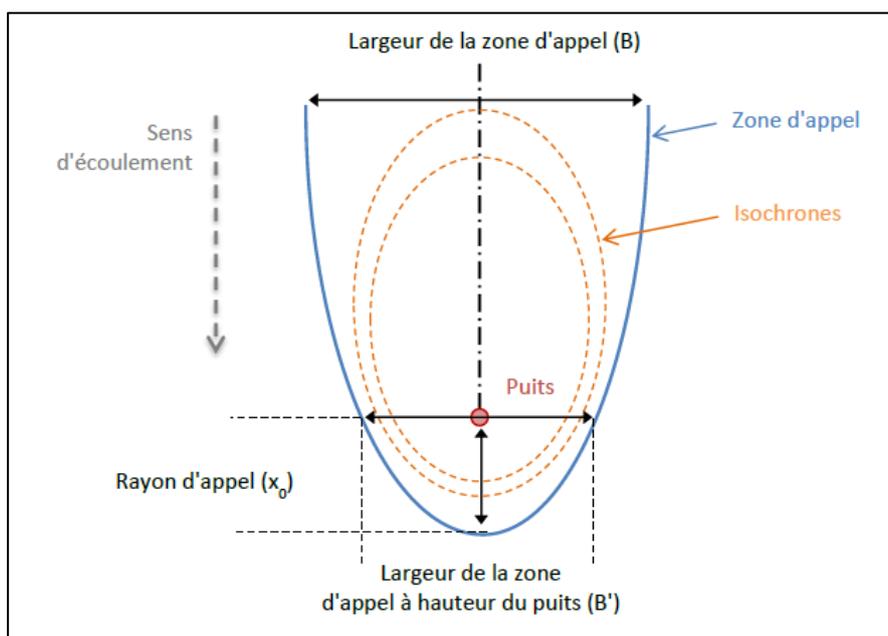


Figure 27 : Zone d'appel et Isochrones estimées par la formule de Wyssling pour un gradient de nappe de 1 % et une porosité cinématique de 1 % (d'après logiciel ZAPPEL)



Figure 28 : Zone d'appel et Isochrones estimées par la formule de Wyssling pour un gradient de nappe de 1 % et une porosité cinématique de 3 % (d'après logiciel ZAPPEL)



Figure 29 : Zone d’appel et Isochrones estimées par la formule de Wyssling pour un gradient de nappe de 0,5 % et une porosité cinématique de 1 % (d’après logiciel ZAPPEL)

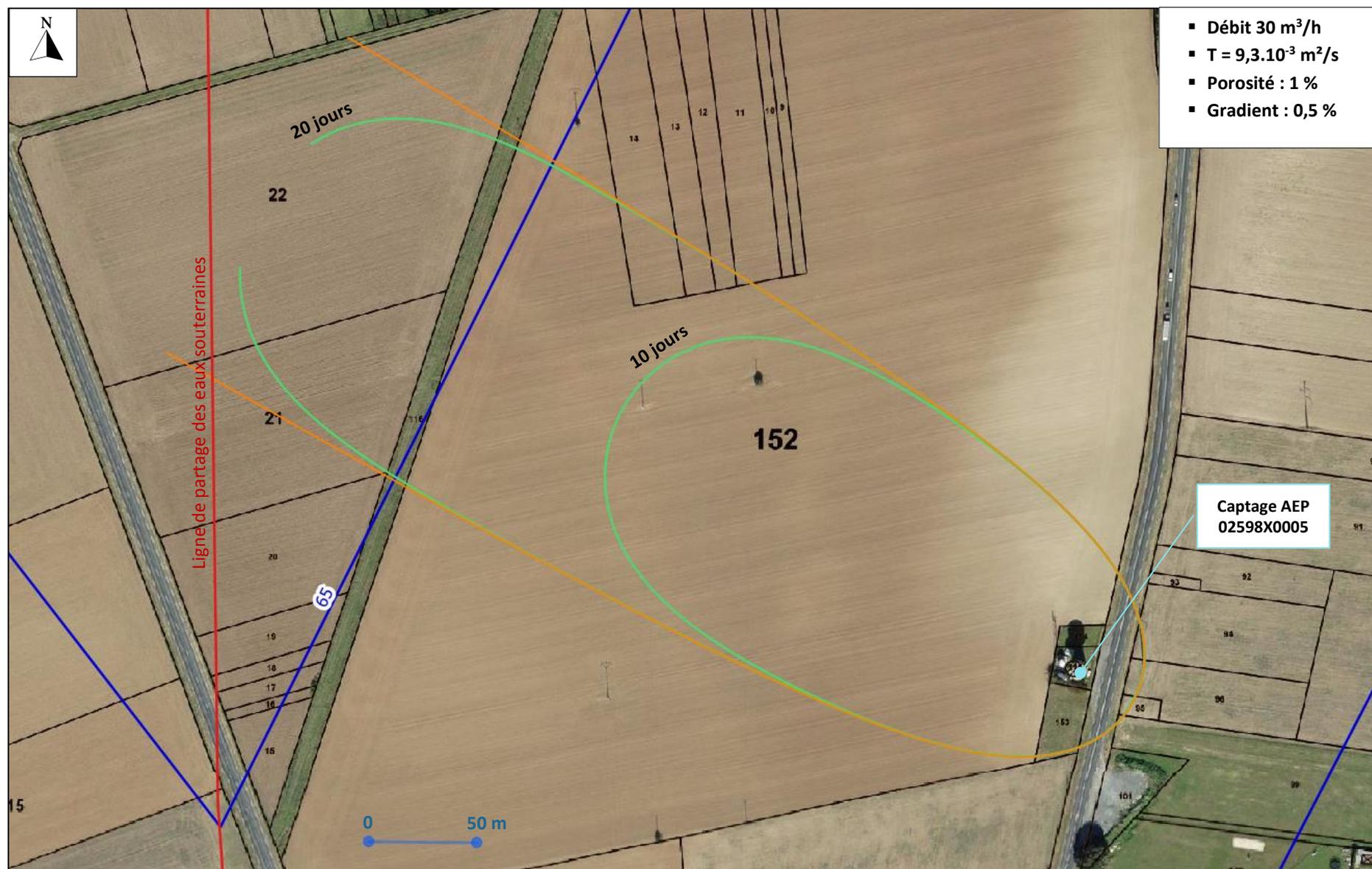
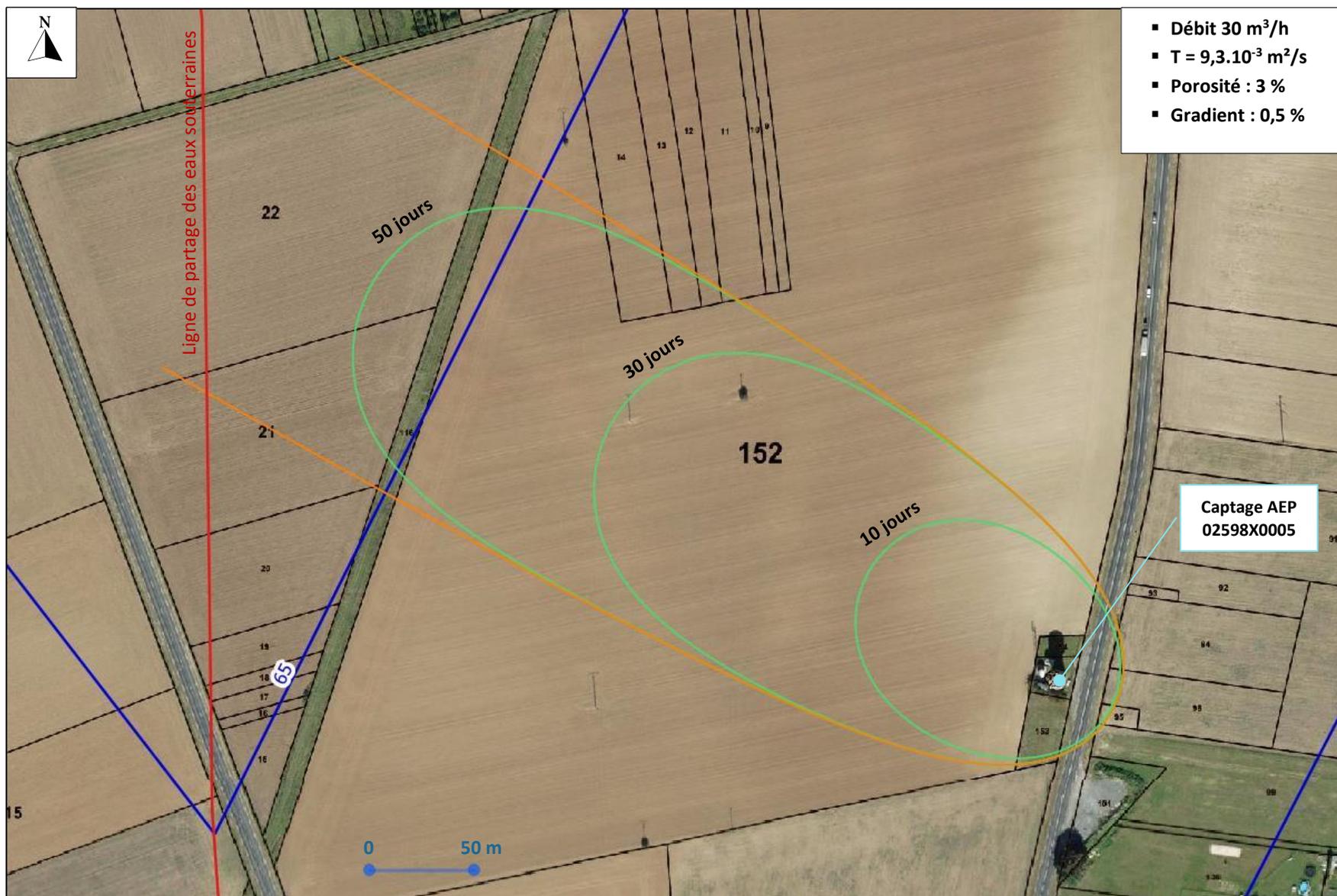


Figure 30 : Zone d’appel et Isochrones estimées par la formule de Wyssling pour un gradient de nappe de 0,5 % et une porosité cinématique de 3 % (d’après logiciel ZAPPEL)



a) Vérifications par mesures de terrain

(1) Interférences piézométriques

Afin de s’assurer de l’extension de la zone d’appel, en particulier à l’aval (lieu-dit du Moulin d’Ôcle), un puits privé du Moulin d’Ôcle (voir Figure 24) a été équipé d’une sonde de pression piézométrique à enregistrement continu de type Mini DIVER Schlumberger (avec correction barométrique). Cette sonde a été mise en place avant le démarrage des tests des pompages effectués sur le captage AEP 02598X0005. Ces enregistrements avaient pour objectif d’identifier et de mesurer les éventuelles interférences piézométriques existantes.

Le puits privé équipé est celui de la propriété située au 4, rue du Haut du Moulin d’Ôcle (parcelle B 75) (ce puits n’est pas déclaré en Banque de Données du Sous-sol du BRGM et n’a donc pas d’identifiant BSS) (voir Figure 31) Il s’agit d’un large puits en pierres maçonnées d’environ 10,4 m de profondeur (fond probablement comblé). Il est situé à l’altitude + 68,30 m NGF (haut de la margelle). Son niveau piézométrique statique est d’environ +60 m NGF (soit -8,30 m de profondeur/margelle). Ce puits a été utilisé il y a quelques années pour un usage domestique (arrosage). Sans usage actuellement et situé à équidistance entre le captage AEP 02598X0005 et la rivière La Voulzie, il est apparu comme un point de mesure totalement en adéquation avec l’étude. Au regard de son diamètre important (supérieur à 1 m), un suivi barométrique a également été mis en place pour plus de précisions (quantification des variations du niveau d’eau imputables aux variations de la pression atmosphérique).

Figure 31 : Puits d’observation utilisé pour la mesure des interférences piézométriques lors des tests de pompages effectués en mai 2016 (puits privé non référencé en BSS situé au lieu-dit « Le Moulin d’Ôcle » parcelle B75)



Les mesures piézométriques réalisées sur la période du 24/04/16 au 14/05/16 sur le puits d’observation ont été reportées sous forme de graphiques permettant directement de constater les variations (voir Figures 32 et 33). La chronique d’enregistrement du niveau d’eau du puits d’observation ne montre aucun impact direct des phases d’exploitation quotidiennes du captage, ni de la période de tests de pompage effectuée. Le niveau d’eau est même en phase de légère remontée d’une quinzaine de centimètres lors du démarrage des essais. Ceci confirme que le rayon aval de la zone d’appel est inférieur à 200 m (distance forage/puits).

Comme attendu, il apparaît que ces variations se corrèlent tout à fait avec les variations barométriques (voir Figure 32). Toutefois, comme le montre le graphique 34, la Voulzie a amorcé une légère crue lors du démarrage des essais le 09/05/16 qui semble s’être répercutée par une légère augmentation du niveau du puits d’observation.

Figure 32 : Evolution de la profondeur du niveau d’eau dans le puits d’observation entre le 26/04/16 et le 12/05/16

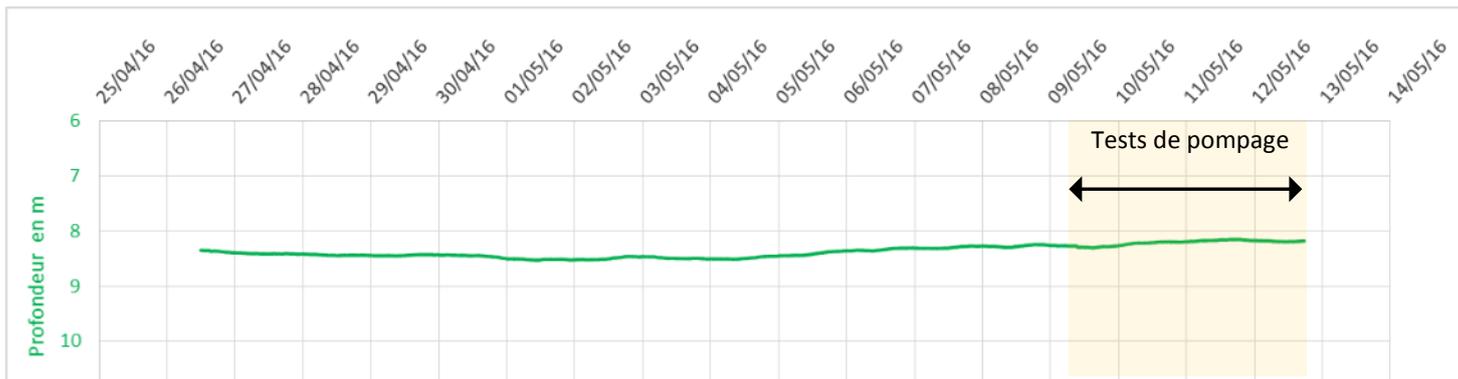


Figure 33 : Evolution du niveau d’eau du puits d’observation et de la pression atmosphérique entre le 26/04/16 et le 12/05/16 (Zoom de l’axe vertical entre 8 et 8,60m)

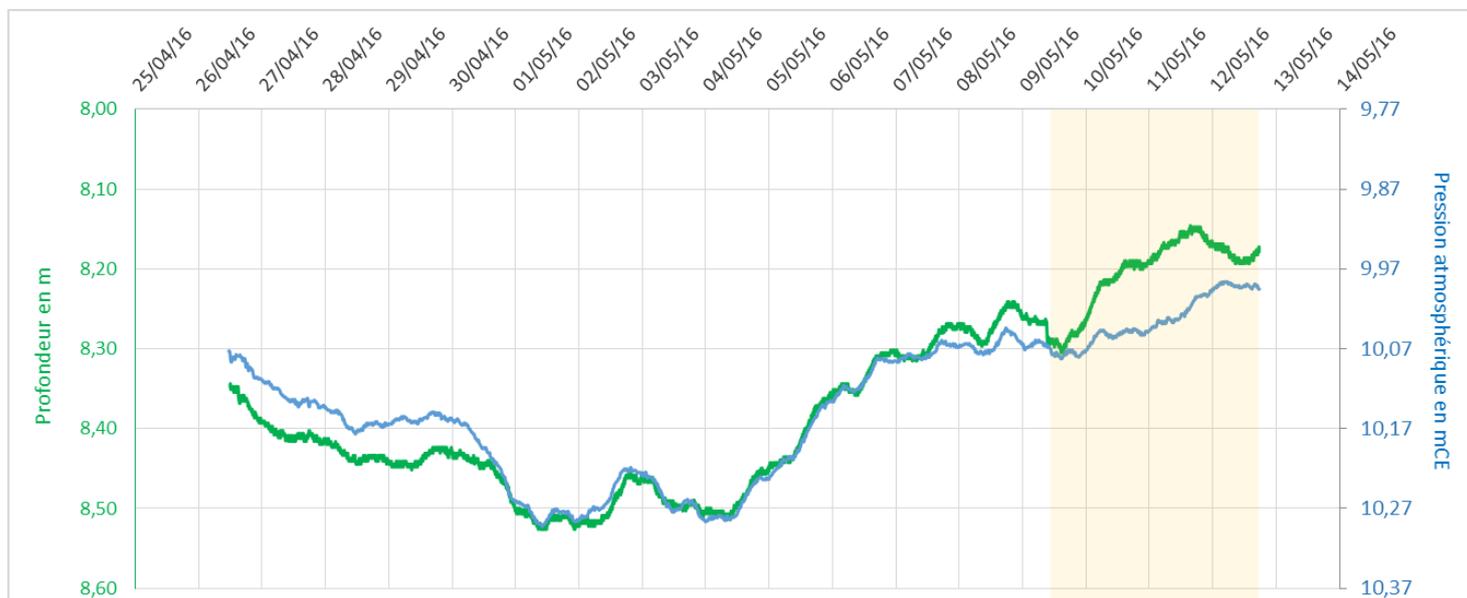
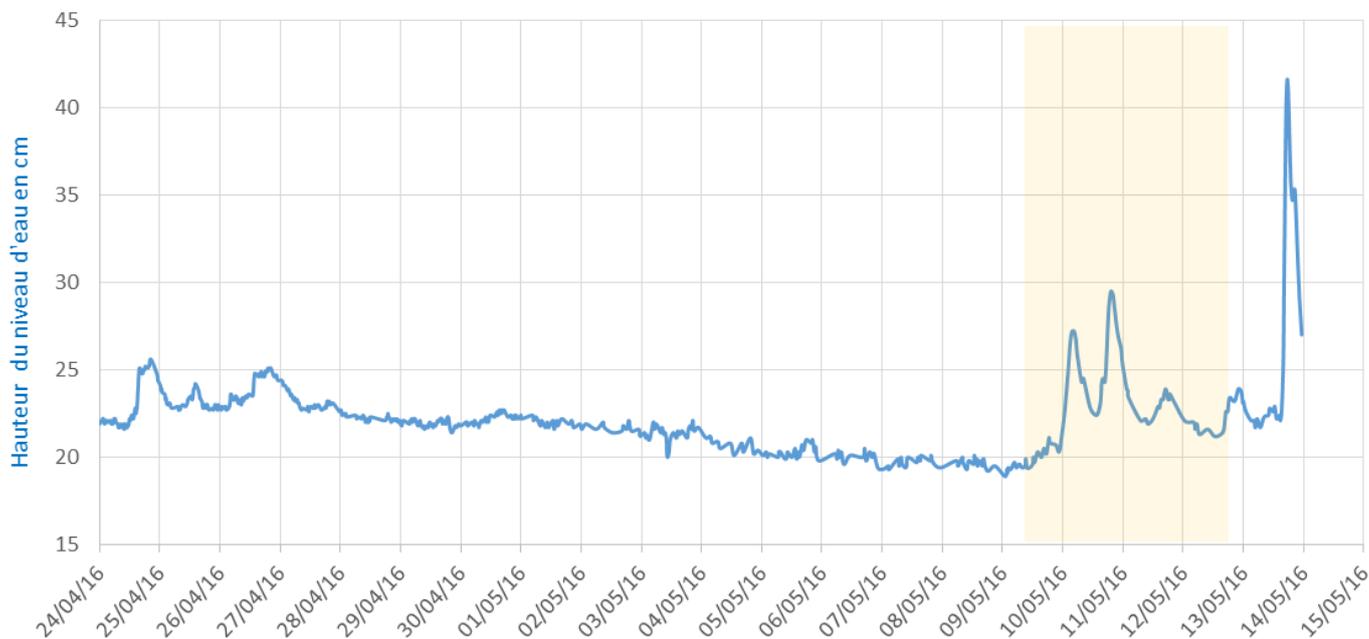


Figure 34 : Evolution du niveau d’eau de la Voulzie au niveau de l’échelle limnimétrique de la station de mesure de Jutigny entre 24/04/16 et le 12/05/16 (sources : Banque HYDRO)



3. DETERMINATION DE L’AIRE D’ALIMENTATION DU CAPTAGE (AAC)

Conformément à la méthodologie nationale établie par le BRGM, l’Aire d’Alimentation du Captage (AAC) a été définie en prenant en compte les éléments suivants :

- Les contours du bassin versant souterrain (lignes de crête, thalweg, sens d’écoulement) définis sur la base des isopièzes de la nappe de la craie (carte BRGM 2011),
- Les contours des bassins versants topographiques, afin d’inclure les apports provenant des écoulements superficiels qui pourraient intégrer le bassin d’alimentation souterrain après ruissellement. Ces contours ont été définis à partir des courbes de niveau et du Modèle Numérique de Terrain du secteur,
- Les contours de la zone d’appel du captage au débit de 30 m³/h définis précédemment à partir de la formule de Wyssling,
- les incertitudes relatives à l’hydrogéologie du secteur.

A. CONTOUR DU BASSIN VERSANT SOUTERRAIN

Le bassin versant souterrain a été déterminé en prenant la zone d’appel (direction d’écoulement de 120 ° par rapport à l’axe Est-Ouest) et la zone d’alimentation définie par la formule de Wissling sur la base du gradient hydraulique de 0,5 % (à savoir celui qui génère la plus large zone d’appel). (voir Figure 35).

Cette zone d’appel a également été tracée pour deux autres directions d’écoulement (100° et 140 °) afin de prendre en compte les incertitudes liées au battement naturel de la nappe et à l’éventuelle modification des isopièzes, et donc de la direction d’écoulement. Le bassin d’alimentation souterrain a ensuite été étendu jusqu’à la ligne de partage des eaux souterraines (Vallée de l’Auxence / Vallée de la Voulzie) définie par la carte piézométrique de 2011 (basses eaux). D’après ce tracé, la superficie du bassin souterrain obtenu est très faible (17 hectares) et non cohérente avec les volumes d’eau exploités par le captage. Le tracé de cette ligne de partage des eaux souterraines reste très imprécis étant donné l’absence de forages permettant d’effectuer des mesures piézométriques de calage dans ce secteur. Toutefois, étant donné l’influence des deux vallées latérales, cette ligne de partage des eaux souterraines sera toujours plus ou moins superposée à la ligne de crête topographique. Le bassin d’alimentation souterrain du captage sera donc, de fait, toujours de faible superficie.

En appliquant une valeur annuelle moyenne d’infiltration efficace de 183 mm/an⁵, il apparaît que la recharge moyenne annuelle de la nappe libre de la craie au droit du bassin souterrain de 17 hectares obtenu ne serait que de 31 110 m³ ; soit seulement 38,7 % des 80 304 m³/an prélevés via le captage en 2015. Ceci signifie, que dans la situation hydrogéologique présentée par la carte piézométrique de 2011, le prélèvement effectué par le captage des Ormes-sur-Voulzie entraînerait une surexploitation locale de la nappe de la craie (déstockage). Ceci se traduirait par une dépression piézométrique localisée avec modification du tracé des isopièzes dans ce secteur (ce qui n’a pas été pris en compte dans la carte piézométrique générale de 2011 du BRGM). A titre indicatif, pour compenser ce prélèvement annuel de 80 000m³ et ne pas générer de déficit volumétrique, le bassin d’alimentation souterrain devrait posséder une superficie minimale d’au moins 44 hectares.

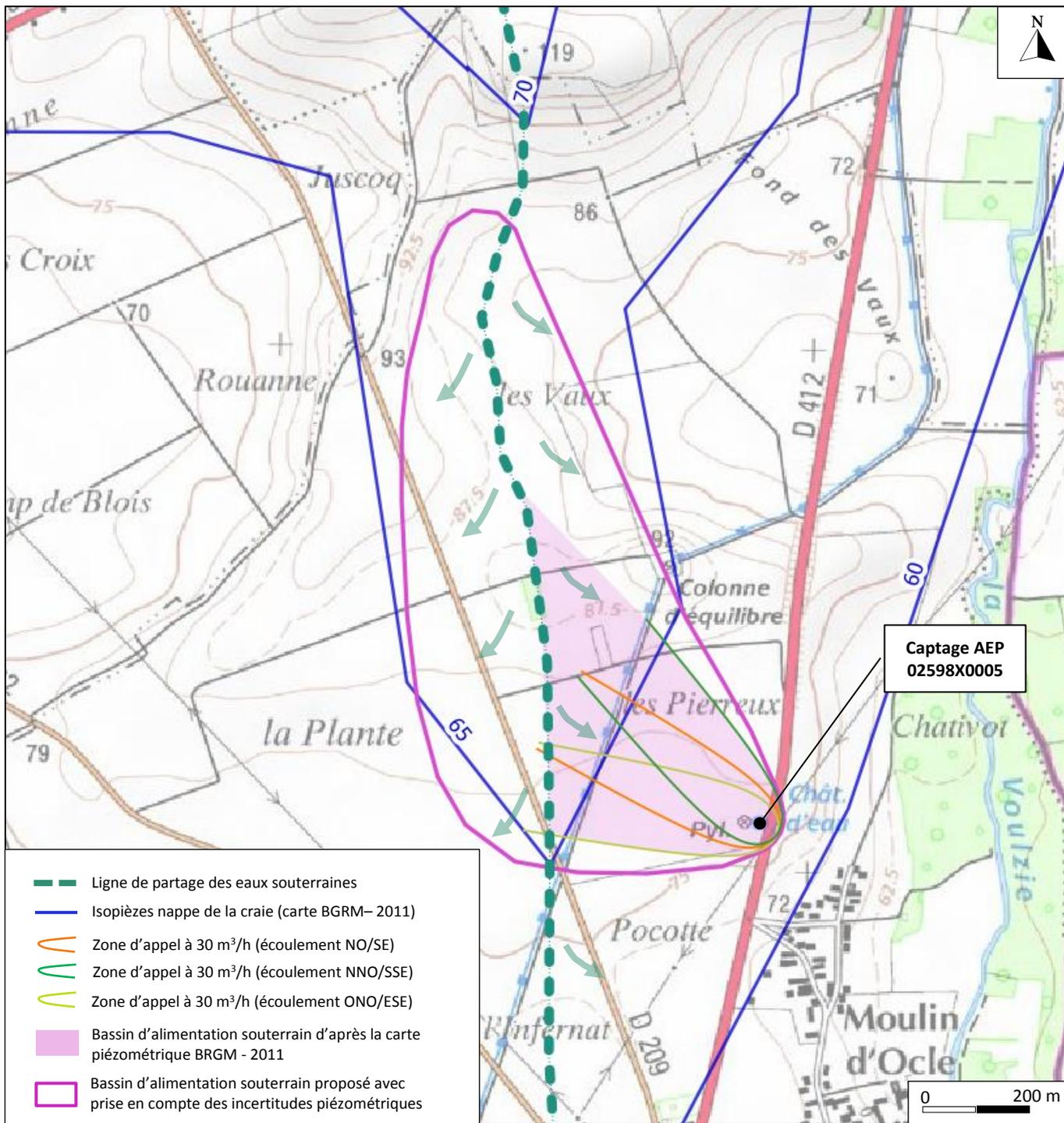
⁵ Recharge moyenne annuelle des aquifères à nappe libre en France (1958 – 2008) indiquée par le Service de l’Observation et des Statistiques du Ministère de l’Environnement

Le rééquilibrage naturel du niveau piézométrique s’effectue par un élargissement latéral du bassin d’alimentation difficilement définissable et donc par une inflexion localisée des isopièzes avec recul vers l’Ouest de la ligne de partage des eaux souterraines.

En prenant en compte ces éléments, un bassin d’alimentation souterrain moyen de 54 hectares a été défini sur la base des variations saisonnières ou interannuelles de la direction d’écoulement de la nappe (enveloppe des 3 zones d’appel calculées) et sur la base d’un évasement du bassin d’alimentation vers l’Ouest et vers le Nord pour répondre au prélèvement de 80 000 m³ annuel effectué par le captage. L’extension Nord du bassin souterrain a été limitée au point de divergence piézométrique créé par la présence des deux vallées sèches (vallée sèche en direction de Paroy et vallée sèche des Vaux au Nord du captage).

Comme indiqué sur la Figure 37, en partie suivante, la limite Nord d’affleurement de la craie est relativement éloignée de ce point de divergence. Les éventuelles résurgences de la nappe libre contenue dans l’aquifère multicouche Calcaires de Champigny / Sables de Cuisies intègrent d’autres bassins versant souterrains et n’atteignent pas le bassin hydrogéologique du captage.

Figure 35 : Détermination du bassin d'alimentation souterrain



B. LES BASSINS VERSANTS TOPOGRAPHIQUES

A partir du Modèle Numérique de Terrain (IGN BD Alti 25 m), le secteur a été découpé en bassins versants principaux, et secondaires en raison des nombreuses vallées sèches qui témoignent du fort pouvoir infiltrant du secteur.

La représentation de la Figure 36 permet de distinguer très nettement les deux bassins versant principaux (vallée de la Voulzie à l’Est et Vallée de l’Auxence à l’Ouest) séparés par une ligne de crête Nord / Sud. Ces bassins versants principaux sont redécoupés en petits vallons secs de géomorphologie suffisamment marquée pour avoir une influence sur l’orientation des isopièzes.

Ce découpage est également proposé par la Figure 37 qui indique également la limite d’extension Sud de la couverture Eocène (globalement marqué par la courbe de niveau + 129 m NGF) et plus précisément le passage des argiles sparnaciennes à la craie affleurante.

Comme indiqué sur la Figure 38, la prise en compte de la topographie dans la définition de l’AAC entraîne l’ajout d’une superficie de 21 hectares par rapport à la projection en surface du contour du bassin d’alimentation souterrain estimé.

L’ajout de la portion 1 de territoire (16 ha) est lié à la prise en compte du ruissellement des eaux qui pourraient alors ensuite s’infiltrer dans la zone d’alimentation souterraine du captage.

L’ajout de la portion 2 de territoire (ha) est lié à l’interception et à la collecte des eaux de ruissellement de ce bassin versant par les fossés de la route départementale 412, et qui intègrent ensuite la zone d’alimentation du captage.

Figure 36 : Représentation topographique du secteur avec exagération de l’échelle verticale et report du bassin d’alimentation souterrain

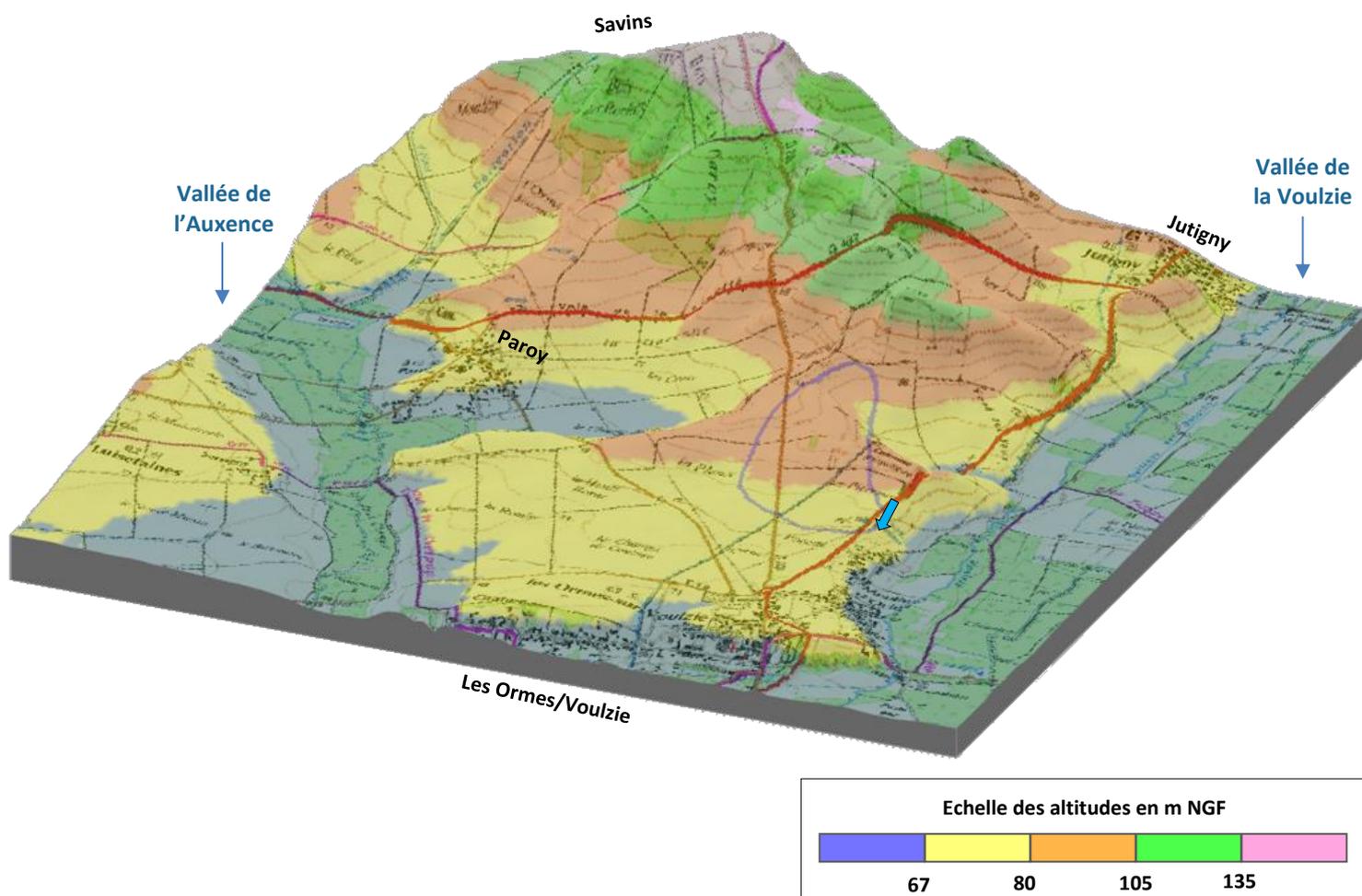


Figure 37 : Croisement des lignes de crête topographiques et du tracé du bassin d’alimentation souterrain

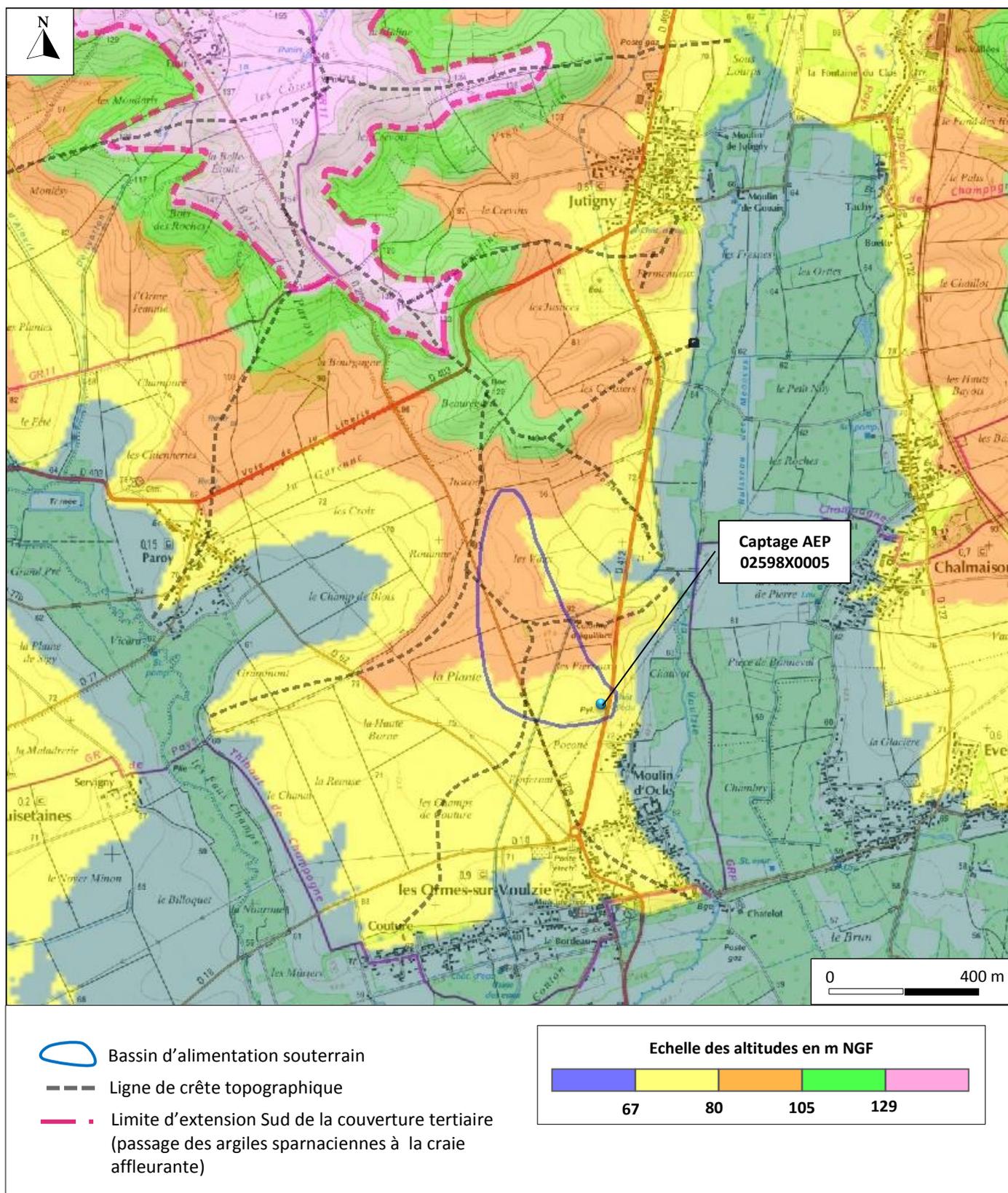
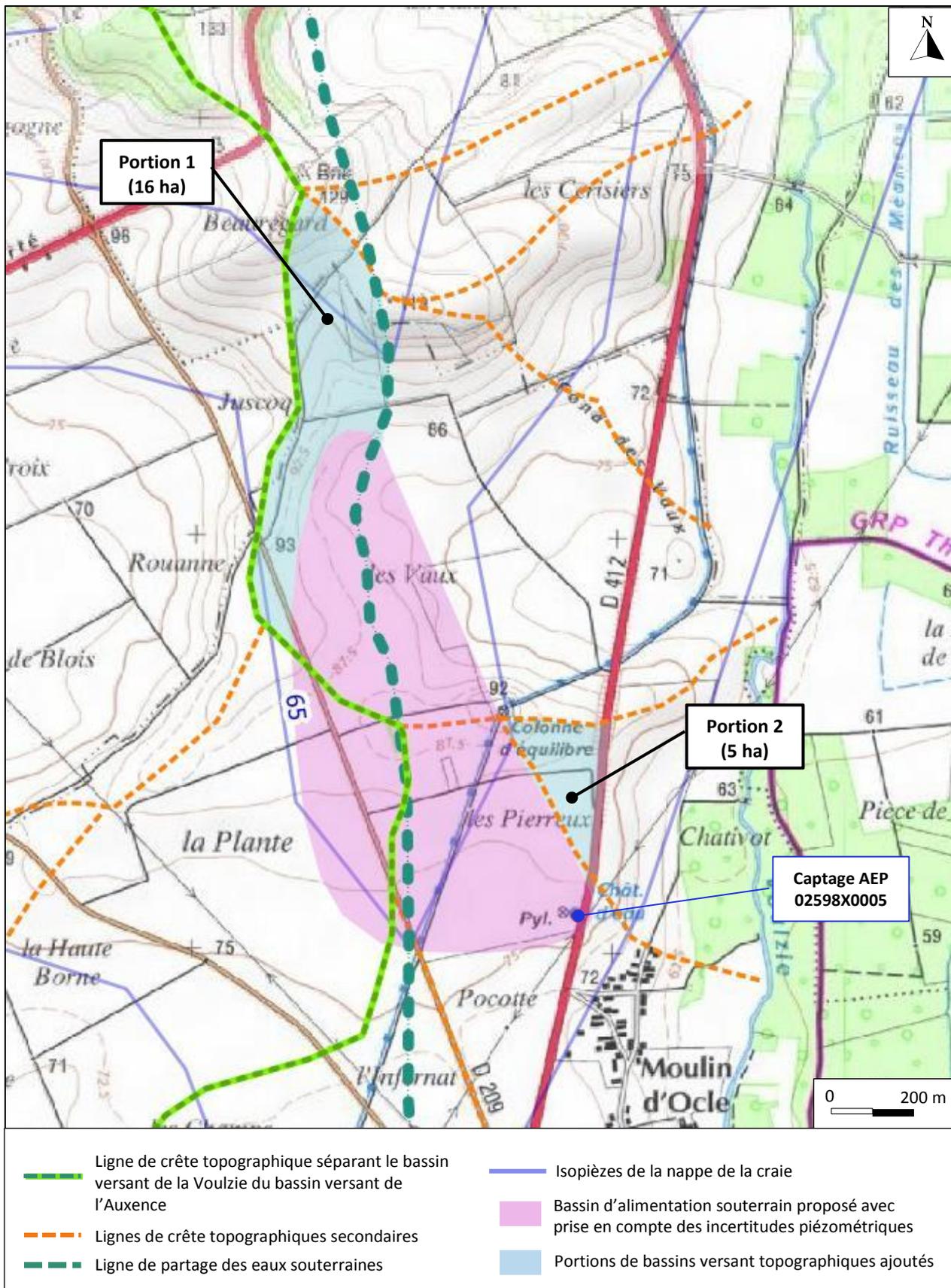


Figure 38 : Délimitation de l'AAC par ajout des portions de bassins versants topographiques



C. DELIMITATION DE L’AAC ET CONTOURS PARCELLAIRES

L’AAC ainsi définie est de forme allongée (voir Figure 39) et s’étend vers le Nord le long de la ligne de crête topographique et hydrogéologique séparant les vallées de l’Auxence et de la Voulzie. L’extrémité amont de cette AAC a été globalement fixée au lieu-dit Beauregard (point culminant du secteur). Au-delà, les écoulements par ruissellement divergent de part et d’autre, de même que les écoulements souterrains qui se dirigent vers chaque thalweg principal. Etant donné l’imprécision de la carte piézométrique (absence de forage sur la totalité du plateau) et donc de la ligne de partage des eaux souterraines, l’AAC a été élargie sur sa partie amont en englobant la quasi-totalité de l’isopièze +65 m NGF.

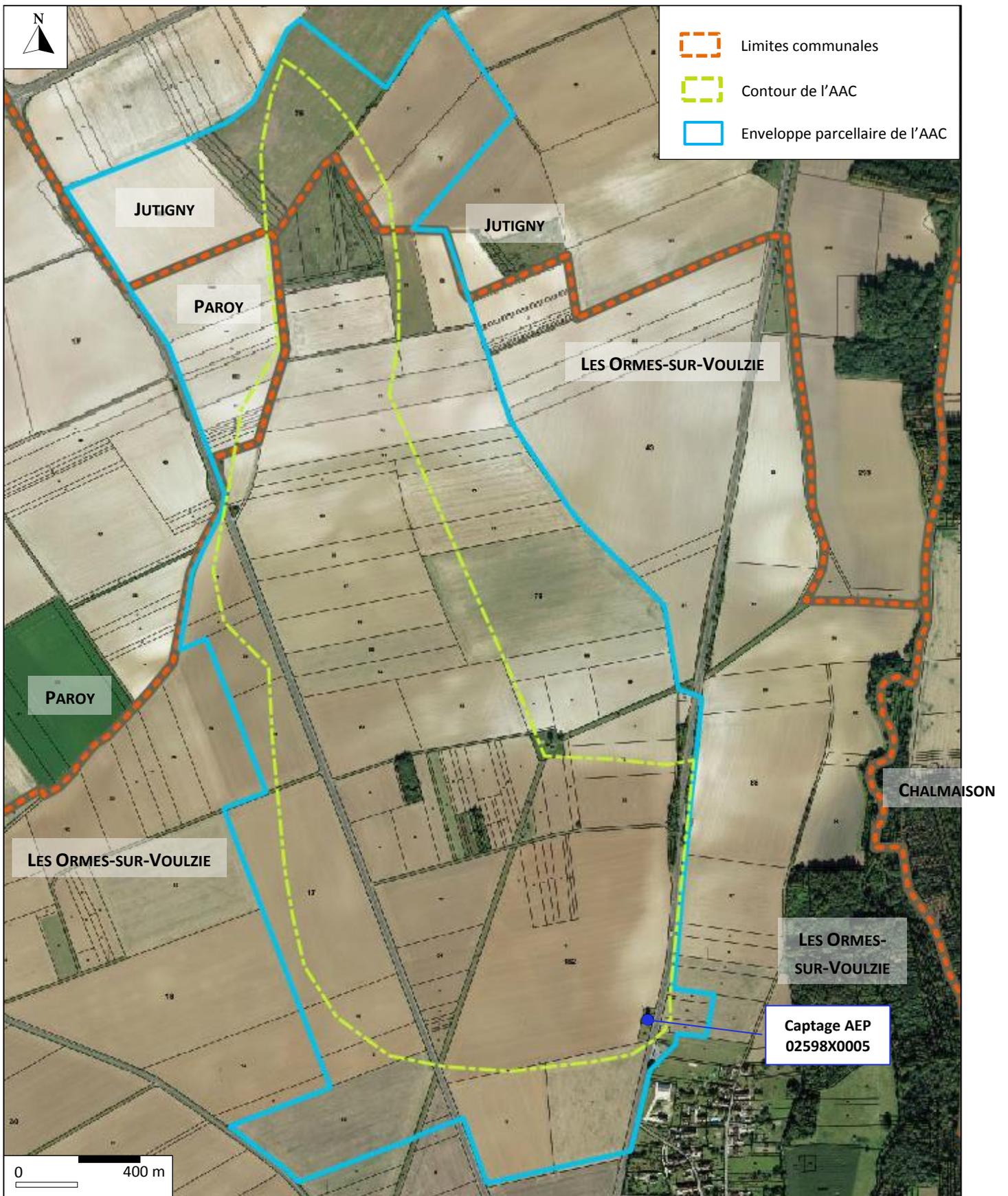
Sur la base du tracé proposé, l’AAC possède une superficie de 75 hectares (54 ha de bassin souterrain estimé et 21 hectares de bassin versant topographique ajouté). *Ce tracé correspond globalement au périmètre de protection éloignée qui avait été défini en 1979 par l’hydrogéologue J.Campinchi ; excepté dans la partie Sud-Est où il englobe une partie du Moulin d’Ôcle.*

En suivant le contour des parcelles cadastrales concernées, la superficie « parcellaire » de l’AAC est portée à 125 hectares répartis comme suit :

- 100 ha (80 %) sur la commune des Ormes sur Voulzie
- 18 ha (14,5 %) sur la commune de Jutigny
- 7 ha (5,5 %) sur la commune de Paroy

Remarque : Ce contour parcellaire provisoire de l’AAC sera adapté après la définition des contours des périmètres de protection du captage 02598X0005 par M.BARON (Hydrogéologue agréé). Cette intégration du tracé des périmètres de protection pourra alors augmenter la superficie de l’AAC proposée dans cette étude. Cette modification devrait porter plus particulièrement sur la partie aval du captage et donc sur la pointe Sud-Est de l’AAC.

Figure 39 : Contours parcelaires de l'AAC et limites communales



V. ENVIRONNEMENT DU SECTEUR D’ETUDE

A. OCCUPATION DU SOL ET INSTALLATIONS SPECIFIQUES

Sur le périmètre de l’AAC définie, l’occupation du sol est essentiellement agricole avec des cultures céréalières en vastes champs (voir aperçus de l’occupation du sol de l’AAC par les photographies des Figures 44 à 50). Plus précisément, la Figure 42 indique la nature des cultures recensées sur les ilots du parcellaire agricole de 2012.

Il n’est recensé aucune habitation et aucun bâtiment à l’intérieur de l’AAC définie.

Les seuls usages, activités ou installations à risques, recensés en surface sont :

- La traversée de la canalisation en fonte 1250 mm d’Eau de Paris qui refoule l’eau du canal des Ormes vers la Voulzie (compensation du captage des sources de la Voulzie par une réalimentation de la rivière par la Seine). Cette canalisation étant sous-pression, la société Eau de Paris est immédiatement avertie en cas de fuite. Le risque de déversement d’eau (eau ayant la qualité de la Seine) vers le sous-sol est minime. Sur l’AAC, cette canalisation est également accompagnée d’un ouvrage de régulation de la pression d’air (indiqué colonne d’équilibre sur la carte IGN). D’après la société Eau de Paris, il n’y a pas de rejet vers le sol ou le sous-sol depuis cet ouvrage. De même la société Eau de Paris confirme qu’il n’y a aucun piézomètre appartenant à Eau de Paris présent sur ce secteur, ni le long de cette conduite (voir figure 42),
- La présence au Nord de l’AAC d’une conduite enterrée de gaz. Cette conduite traverse l’AAC sur 1564 mètres linéaires,
- La traversée de l’AAC par les routes départementales suivantes :
 - RD 412 reliant Bray-sur-Seine à Jutigny et passant à 5 m en contre-bas du captage
 - RD 209 reliant Les Ormes sur Voulzie à Savins
 - RD 403 reliant Paroy à Jutigny

Après consultation du service routes et transports du Conseil Départemental de Seine-et-Marne, il n’existe actuellement aucun arrêté de limitation de transport de matières dangereuses sur ces axes. Les comptages routiers relatifs à ces axes sont fournis par la Figure 43.

- Le fossé situé de part et d’autre de la RD 412, qui collecte puis infiltre les eaux de voirie. Ce fossé est très peu marqué de part et d’autre de la voirie du fait d’un comblement prononcé et d’un envahissement de la végétation. En partie Ouest, du fait de l’aménagement d’accès au captage, ce fossé est busé. Toutefois l’encombrement du fossé et son faible calibre limite l’évacuation par le fossé des eaux collectées vers l’aval topographique. Du fait de la topographie de la route départementale 412, ce fossé collecte les eaux de ruissellement de la chaussée sur 94 mètres linéaires jusqu’à atteindre la ligne de crête topographique. D’après les comptages routiers disponibles (voir Figure 40), le trafic journalier moyen de véhicules dénombrés sur la RD 412 est de 3630 véhicules dont 280 poids-lourds (tronçon Jutigny / Les Ormes-sur-Voulzie).

Figure 40 : Fossé ouest bordant la RD 412 avec infiltration des eaux de ruissellement à l’aplomb du captage



B. CAS DU HAMEAU « LE MOULIN D’ÔCLE »

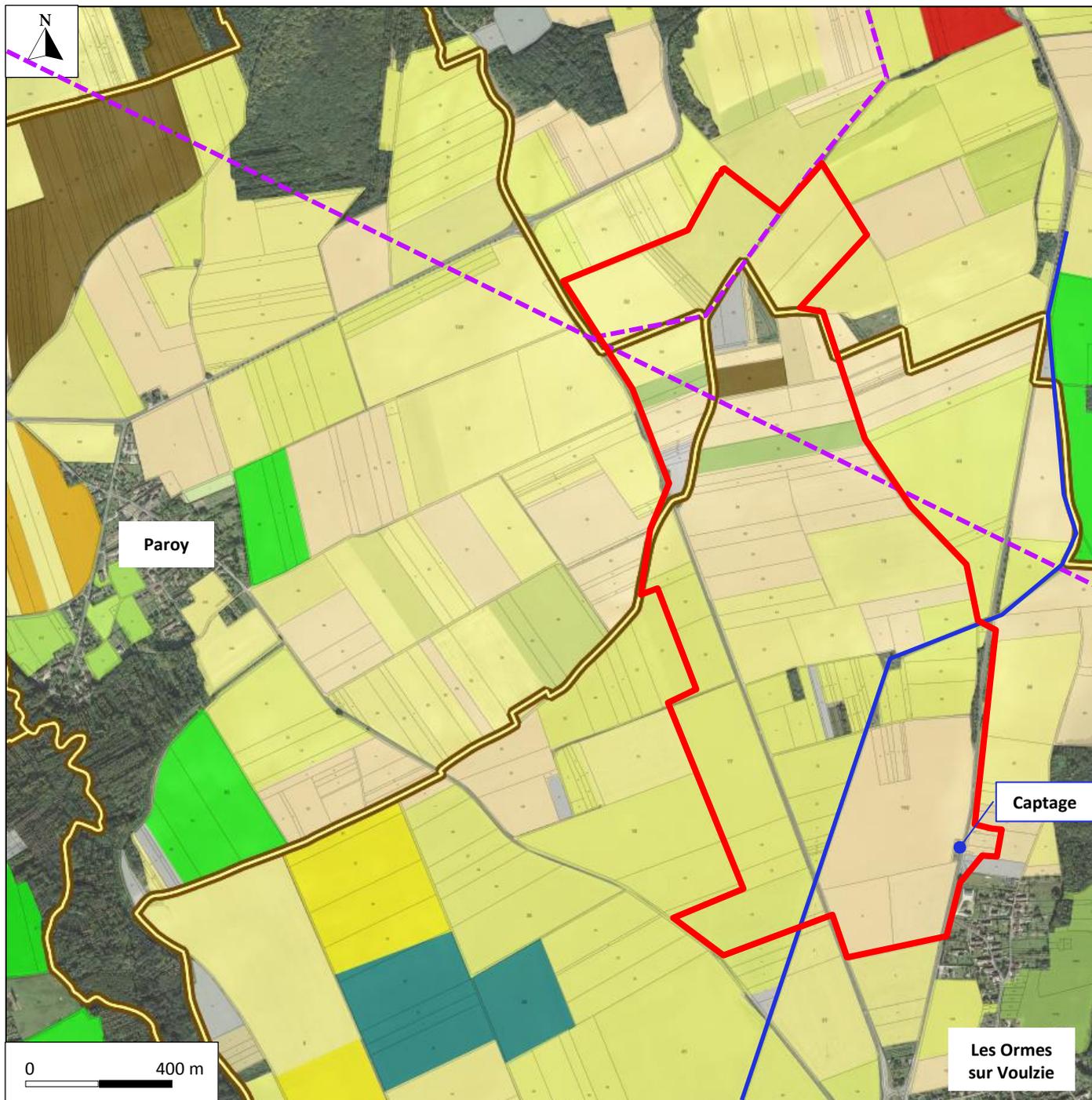
Bien que non situé dans la zone d’appel du pompage, les premières habitations de ce hameau se situent à 115 m à l’aval topographique et hydrogéologique du captage.

Le hameau est situé en zone d’assainissement collectif et les habitations sont raccordées au réseau de collecte des eaux usées de la commune des Ormes-sur-Voulzie. Les eaux de ruissellement sont orientées naturellement vers la Voulzie à l’Est. On dénombre une dizaine d’habitations (rue basse et Haut du Moulin d’Ôcle) dans la partie Nord du hameau, qui sont ainsi situées dans un rayon compris entre 115 et 230 m par rapport au captage. D’après la banque de données du sous-sol, seul l’ancien puits communal de 11 m de profondeur est déclaré sur ce secteur (n°BSS 02598X0013/P1). L’accès à ce puits, qui n’aurait pas été comblé, a été simplement condamné (voir Figure 41). Par ailleurs, le puits privé de 11 m de profondeur ayant servis d’ouvrage d’observation lors des essais de pompage n’est pas déclaré en Banque de données du sous-sol.

Figure 41 : Ancien puits communal condamné mais non rebouché (N°BSS 02598X0013/P1)



Figure 42 : Nature des cultures recensées en 2012 par ilots avec découpage parcellaire et report du contour de l'Aire d'Alimentation du Captage (seules les parcelles des zones bâties ou des zones boisées ne sont pas concernées par le code couleur)



	Blé tendre		Semences		Prairies permanentes		Contour de l'AAC
	Maïs grain et ensilage		Gel (Surfaces gelée sans production)		Prairies temporaires		Réseau enterré Gaz
	Orge		Gel industriel		Vergers		Limites communales
	Autres céréales		Autres gels		Vignes		Conduite Eau de Paris
	Colza		Riz		Fruit à coque		
	Tournesol		Légumineuses à grains		Oliviers		
	Autre oléagineux		Fourrage		Autres cultures industrielles		
	Protéagineux		Estives landes		Légumes-fleurs		
	Plantes à fibres						

Figure 43 : Carte des comptages routiers réalisés entre 2010 et 2014 (source : Département 77)

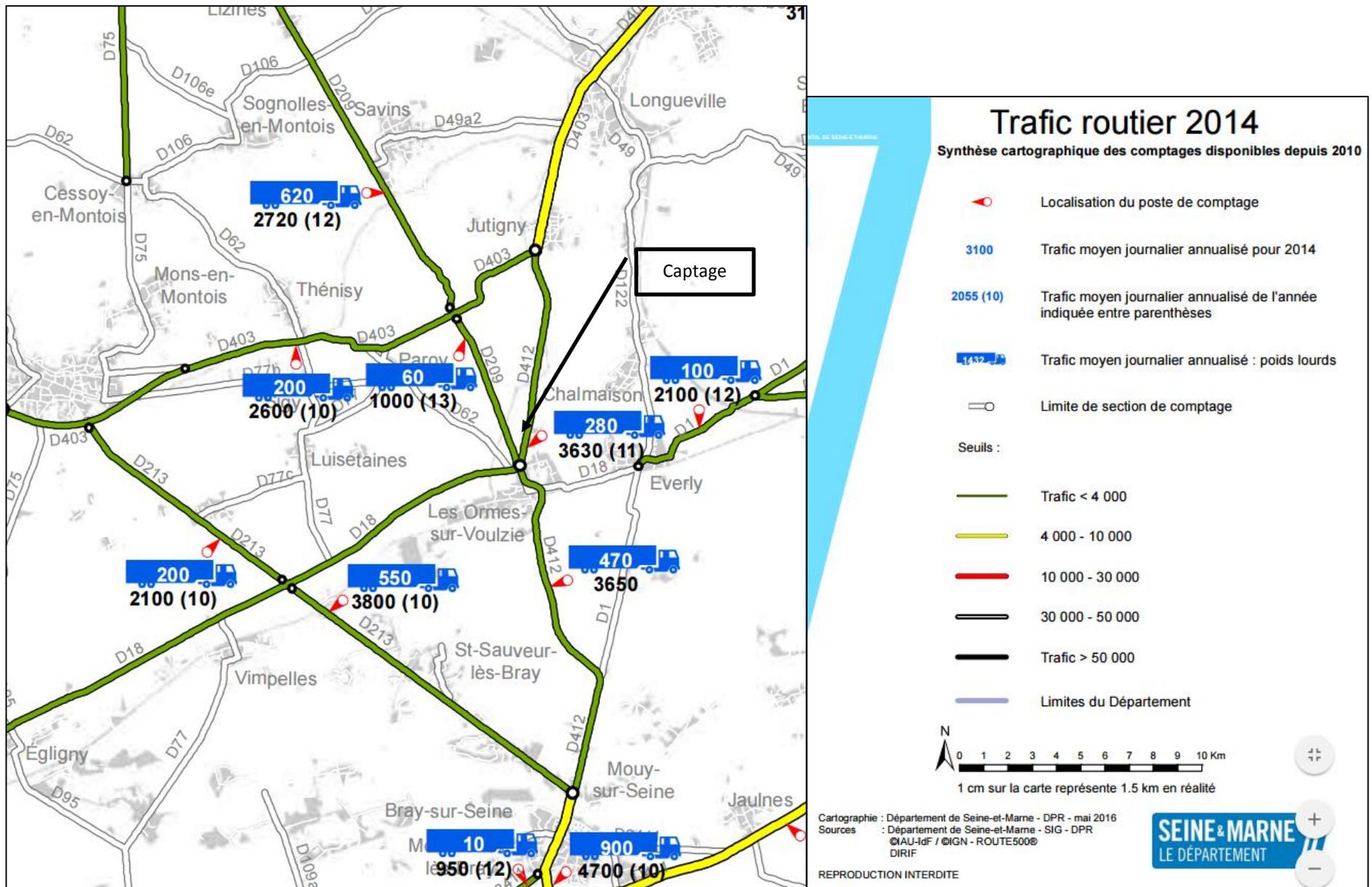


Figure 44 : Vue en direction du Nord-Est des buttes témoins du lieu-dit « Beaugard



Figure 45 : Vallon des Vaux situé au Nord de la colonne d'équilibre recoupé par la RD412



Figure 46 : Vue en direction du Nord depuis la RD209 (croisement RD 209 / RD 403)



Figure 47 : Occupation du sol – secteur de l'AAC amont à la colonne d'équilibre



Figure 48 : Vue depuis la colonne d'équilibre en direction du Château d'eau



Figure 49 : Emplacement de la conduite d'eau enterrée «d'Eau de Paris » (vue depuis la RD 209 vers la colonne d'équilibre dans l'axe de la conduite)

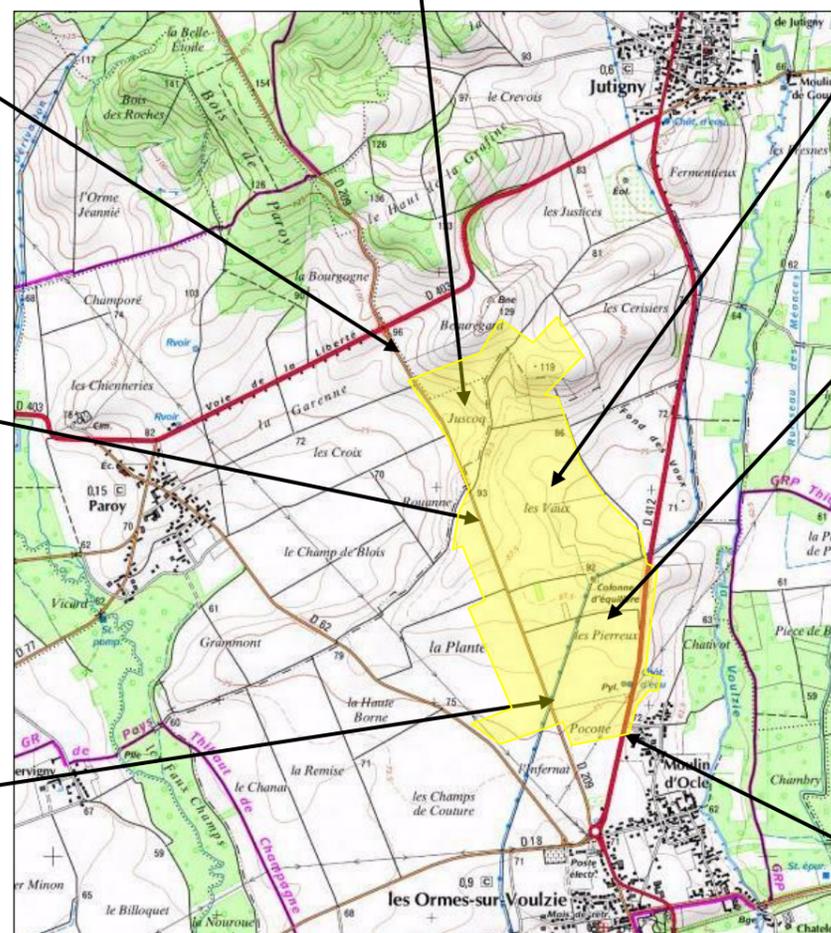
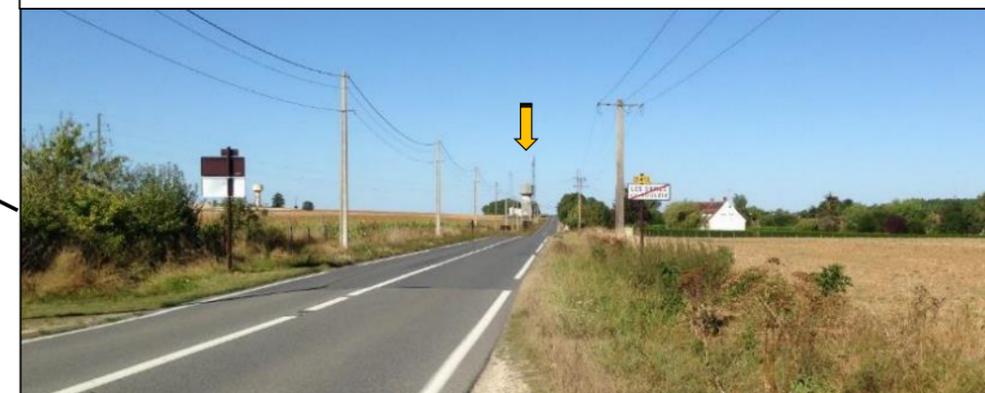


Figure 50 : Vue de la RD 412 longeant le captage en direction du Nord



VI. CONCLUSION

L’étude a montré que le captage était sous-exploité au regard de sa capacité de production mais que le débit d’exploitation actuel (30 m³/h) permettait de répondre largement aux besoins en eau potable actuels et futurs des deux communes desservies.

En raison d’une topographie et d’un relief piézométrique marqués sur ce secteur, l’AAC définie est de petite superficie (75 hectares portés à 125 hectares après suivi du parcellaire existant) et ne comprend qu’une seule lithologie de terrain ; à savoir la craie du Santonien. Il existe cependant une incertitude sur le contour de l’AAC du fait du battement naturel de la nappe. Cette incertitude a été prise en compte en étendant latéralement et vers l’amont, le bassin d’alimentation souterrain.

L’AAC est occupée dans son intégralité par des activités agricoles (cultures de céréales non irriguées en grands champs). Dans le périmètre défini, il n’est recensé aucune autres activités à risques, ni aucun stockage de produits chimiques ou effluents organiques, ni forage ou puits. Il n’a pas été constaté de stockage au champ de boues organiques ou déchets d’élevage.

En ce qui concerne l’environnement immédiat du captage, l’étude a montré que le hameau du Moulin d’Ôcle ne serait pas situé dans la zone d’appel du captage au débit d’exploitation actuel de 30 m³/h. A noter toutefois que des puits privés non déclarés en banque de données du sous-sol sont présents au sein de ce hameau. De même l’étude a montré qu’il n’y avait pas d’interférences ni de réalimentation de la nappe de la craie par la Voulzie lors du pompage continu de 48 h.

Au regard de son épaisse zone non saturée de 20 à 50 m, la nappe reste peu vulnérable face aux pollutions accidentelles en raison d’un temps de migration bien supérieur au temps d’intervention des secours. Toutefois, l’absence de la formation argileuse du Sparnacien dans ce secteur limite la protection pédologique naturelle uniquement à la couche d’alluvions sablo-argileuses résiduelle. A cet effet la proximité du captage avec la route départementale 412 très fréquentée, et la présence de fossés collecteurs infiltrants de part et d’autres semblent constituer le risque principal pour ce captage (risque de déversement d’hydrocarbures ou de chargement de produit chimique sur la chaussée en cas d’accident).