

SYNDICAT INTERCOMMUNAL
D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE
BURCY - FROMONT - RUMONT (77)

CAPTAGE AEP FROMONT N° 02938X0004 / BSS000WCSN



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

MARS 2019

RÉF : R1867

SOMMAIRE

I.	CONTEXTE DE L’ETUDE	6
II.	RENSEIGNEMENTS GENERAUX SUR LE CAPTAGE	7
1.	DESIGNATION ET LOCALISATION	7
2.	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU CAPTAGE	9
A.	En surface	9
B.	Description technique du forage	10
C.	Etat du captage (Inspection vidéo)	10
D.	Remplacement des équipements de pompage	22
3.	DIAGRAPHIES	24
A.	Diagraphie géologique (Profil Gamma Ray)	24
B.	Diagraphie hydrogéologique (Micromoulinet et Profil physico-chimique)	24
4.	EXPLOITATION DE L’OUVRAGE / DISTRIBUTION	27
A.	Volumes prélevés	27
B.	Volumes mis en distribution	28
C.	Traitement d’eau avant distribution	29
D.	Solutions de secours	29
5.	SECURITE ET SURVEILLANCE DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION	31
A.	Site du captage	31
B.	Site du château d’eau	32
6.	VULNERABILITE DE L’OUVRAGE ET ENVIRONNEMENT IMMEDIAT	32
III.	ETUDE DE LA QUALITE DES EAUX	34
1.	FACIES CHIMIQUE	34
2.	COMPARAISON AUX SEUILS DE QUALITE	34
A.	Aptitude de la ressource à la production d’eau potable	34
B.	Paramètres de l’eau brute non conformes aux seuils de distribution	34
3.	PARAMETRES EN EXCES OU PROCHES DES SEUILS	37
A.	Paramètres d’origine géochimique	37
B.	Paramètres d’origine anthropique	37
4.	POLLUTIONS HISTORIQUES	38
IV.	CADRE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	43
1.	CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL	43
2.	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE LOCAL	51
A.	NIVEAU 1 : Nappe de Beauce (nappe de l’Oligocène contenue dans le niveaux aquifères Sables de fontainebleau + Calcaires de Brie)	51
B.	Niveau 2 : Nappe du Champigny (Nappe de l’Eocène supérieur)	51
3.	ETUDE DE LA PIEZOMETRIE LOCALE	52
A.	Essai de pompage longue durée du 12/02/2019	57
B.	Zones d’Appel et Isochrones	60
4.	DETERMINATION DE L’AIRE D’ALIMENTATION DU CAPTAGE (AAC)	63
A.	Contours du bassin versant souterrain	63
B.	Les bassins versants topographiques	66
C.	Délimitation de l’AAC et contours parcellaires	66
V.	CONCLUSION	72

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des coordonnées de localisation du captage	7
Tableau 2 : Volumes d’eau brute produits mensuellement et annuellement par le captage 02938X0004 au cours des 5 dernières années (d’après RAD 2017 SAUR)	27
Tableau 3 : Répartition des volumes d’eau distribuées par commune (d’après RAD 2017 SAUR)	28
Tableau 4 : Spectre des consommations en 2017 (d’après RAD 2017 SAUR)	28
Tableau 5 : Rendements réseau de 2016 et 2017	28
Tableau 6 : Analyse de l’eau brute du 09/07/2015 et comparaison aux seuils et références de qualité Eau brute / Eau distribuée	36
Tableau 7 : Comparaison des analyses d’eau réalisées à l’issue du pompage longue durée du 12/02/19 par deux laboratoires agréés « eau potable » (LDA 77 et CARSO) voir ANNEXES 5 et 6	37
Tableau 8 : Suivi contractuel de l’évolution des teneurs en nitrates par le délégataire SAUR (autocontrôle d’après le RAD 2017 SAUR)	38
Tableau 9 : Description des valeurs piézométriques reportées en Figure 26 et mesurées lors de la campagne de Mai /Juin 2018	56

FIGURES

Figure 1 : Localisation du captage AEP n°02938X0004	7
Figure 2 : Localisation des installations sur fond cadastral	8
Figure 3 : Fenêtre de toit permettant les opérations de maintenance du forage	9
Figure 4 : Référence de la côte 0 de l’inspection vidéo et des diagraphies du 25/07/19 (soit + 122,45 m NGF) .	10
Figure 5 : Schématisation de la tête de forage (état à février 2019)(ANNEXE 3)	12
Figure 6 : Extraits vidéo relatifs à la partie émergée	13
Figure 7 : Extraits vidéo relatifs à la zone de marnage	15
Figure 8 : Extraits vidéo relatifs à la zone immergée	17
Figure 9 : Coupe technique de l’ouvrage actualisée après l’inspection caméra du 25/07/18 (voir ANNEXE 2) ...	21
Figure 10 : Etat de la colonne d’exhaure à brides à l’issue du retrait du 24/07/18 (aperçu de la corrosion avancée des tubes immergés)	22
Figure 11 : Etat de corrosion avancée de la jonction pompe / colonne à l’issue du retrait du 24/07/18	23
Figure 12 : Nouveaux équipements posés les 25 et 26/07/18 : Pompe Pleuger NB65-15+M6-270-2 , Colonne inox 304 L 2 mm DN65 à raccords ZSM, tube guide-sonde PE Ø 32 mm	23
Figure 13 : Profil Gamma Ray (25/07/18) et Géologie corrigée	25
Figure 14 : Synthèse des diagraphies réalisées le 25/07/2018	26
Figure 15 : Aperçu du système de désinfection avec adoucissement de l’eau	29
Figure 16 : Extension du réseau principal de distribution d’eau potable alimenté par le forage 02938X0004 de Fromont 1 (source : SAUR – Juin 2018)	30
Figure 17 : Portail d’accès et clôture du site de captage (réalisés en 2017)	31
Figure 18 : Alarme de protection avec contacteur de porte	31
Figure 19 : Anciennes fenêtres obstruées ou murées empêchant l’accès au bâtiment du forage	32
Figure 20 : Site du réservoir sur tour de Fromont (300 m³)	33
Figure 21 : Environnement immédiat du captage	33
Figure 22 : Position de l’eau brute du forage de Garentreville dans un diagramme de Piper et intégration d’eaux brutes des forages locaux	35
Figure 23 : Evolution des teneurs en Sélénium (en µg/l) depuis 2000 – Source ADES	39
Figure 24 : Evolution des teneurs en Perchlorate (en µg/l) depuis 2013 – Source ADES	39

Figure 25 : Evolution des teneurs en Triazines (Atrazine et DéséthylAtrazine) (en µg/l) depuis 1998 – Source ADES	40
Figure 26 : Evolution des teneurs en COHV (Trichloroéthylène et Tétrachloroéthylène) (en µg/l) depuis 1998 – Source ADES	40
Figure 27 : Evolution des teneurs en nitrates en mg/l mesurées sur l’eau brute depuis 1998 – Source ADES	41
Figure 28 : Evolutions piézométriques de la nappe de Beauce enregistrée au niveau des piézomètres d’Engenville (03287X0018) et Batilly-en-Gâtinais (03282X0043)	41
Figure 29 : Localisation des sites pollués connus (BASOL) et des activités à risques l’arrêt ou encore en service (BASIAS).....	42
Figure 30 : Extrait des cartes géologiques BRGM 1/50000 imprimées (le secteur d’étude se trouve à la jonction de 4 cartes géologiques pour lesquelles les légendes peuvent légèrement différer)	44
Figure 31 : Coupe géologique du forage agricole 02938X0034/F de M.Mazure situé à 657 m au Nord du captage de Fromont (la formation des marnes vertes intercalaires n’est pas mentionnée)	45
Figure 32 : Log stratigraphique établi à partir de la coupe lithologique foreur du forage agricole 02938X0020 – M.Chavanneau (situé à 775 m à l’OSO du captage de Fromont)	46
Figure 33 : Coupe géologique transversale avec indication du niveau piézométrique de la nappe libre de Beauce (source : Rapport BRGM - RP -64840)	47
Figure 34 : Extension et altitude du toit de la formation des Marnes vertes (source : Modèle géologique du Tertiaire du Bassin Parisien (BRGM, DRIEE 2011)).....	48
Figure 35 : Extension et altitude du toit des Calcaires de Brie (source : Modèle géologique du Tertiaire du Bassin Parisien (BRGM, DRIEE 2011)).....	49
Figure 36 : Extension et altitude du Mur des calcaires de Champigny (source : Modèle géologique du Tertiaire du Bassin Parisien (BRGM, DRIEE 2011)).....	50
Figure 37 : Cartes piézométriques de la nappe de Beauce (niveaux oligocènes : sables de Fontainebleau + calcaires de Brie) disponibles dans la base de données SIGES Seine Normandie	53
Figure 38 : Cartes piézométriques de l’Eocène supérieur (nappe des calcaires de Champigny) disponibles dans la base de données SIGES Seine Normandie.....	54
Figure 39 : Report des isopièzes des deux nappes contenues dans les formations Oligocènes (Sables de Fontainebleau + Calcaires de Brie) et dans les formations de l’Eocène supérieur (Calcaires de Champigny) et des quelques mesures piézométriques qui ont pu être réalisée en Mai- Juin 2018 (période de hautes eaux précédent la saison d’irrigation agricole).....	55
Figure 40 : Courbes de restitution de l’essai de pompage longue durée (8 h 30) du 12/02/19 obtenues à partir de la sonde piézométrique installée à -73,20 m de profondeur /sol (données SAUR)	58
Figure 41 : Interprétation des quatre premières heures de descente de l’essai de pompage longue durée du 12/02/2019 au débit de 15,72 m³/h par le logiciel OUAIP (comparaison des ajustements obtenus selon les formules de THEIS et HANTUSH-JACOB)	59
Figure 42 : Zone d’appel calculée pour une Transmissivité de 2.10^{-4} m²/s et Isochrones (50 j, 180 j, 365 j) calculés pour une porosité de 0,1 % ou 1 %, à partir du logiciel ZAPPEL (BRGM) utilisant la formule de Wissling pour un débit d’exploitation de 15,72 m³/h	61
Figure 43 : (Pour comparaison) Zone d’appel calculée pour une Transmissivité de 2.10^{-3} m²/s et Isochrones (50 j, 180 j, 365 j) calculés pour une porosité de 0,1 % ou 1 %, à partir du logiciel ZAPPEL (BRGM) utilisant la formule de Wissling pour un débit d’exploitation de 15,72 m³/h	62
Figure 44 : Localisation des captages d’eau potable amont à Fromont et exploitant les niveaux des calcaires de Brie et de Champigny (Pour Desmonts, les périmètres de protection sont en cours d’élaboration)	64
Figure 45 : Détermination du bassin d’alimentation souterrain du captage de Fromont (4 km² environ).....	65
Figure 46 : Topographie moyenne du secteur en m NGF et positionnement de la ligne de partage des eaux de surface entre les deux vallées : Essonne et Loing (d’après Open Topo Map)	67
Figure 47 : Topographie du secteur en m NGF permettant de préciser les lignes de crête topographique entre Garentreville et Obsonville (également la ligne de partage des eaux Essonne / Loing)	68
Figure 48 : IDPR (Indice de Persistance des Réseaux) – BRGM 2017	69

Figure 49 : Délimitation de l’AAC si ajout des portions de bassins versants topographiques (ajout de 4 km ² d’emprise par rapport à la délimitation du BAC)	70
Figure 50 : Délimitation de l’AAC proposé à partir du découpage parcellaire existant	71

ANNEXES

ANNEXE 1 : Coupe techniques et géologiques d’archives du forage 02938X0004 issues de la Banque de données du sous-sol

ANNEXE 2 : SOLEO Mesures et développement – Rapport d’inspection par caméra immergée du captage 02938X0004 du 06/04/2016

ANNEXE 3 : Document SAUR – Références et côtes de pose de la sonde piézométrique en Février 2019

ANNEXE 4 : Analyse d’eau brute du 09/07/2015 du captage 02938X0004 (Contrôle sanitaire ARS)

ANNEXE 5 : Analyse physico-chimique partielle de l’eau brute à l’issue du pompage longue durée de 8 h30 (Laboratoire CARSO)

ANNEXE 6 : Analyse physico-chimique partielle de l’eau brute à l’issue du pompage longue durée de 8 h30 (Laboratoire LDA77)

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, le Syndicat Intercommunal de Burcy-Fromont-Rumont (77) 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°02938X0004 / BSS000WCSN.

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.

Cette procédure est également assortie de la définition de l’Aire d’Alimentation du Captage et de l’étude de sa vulnérabilité intrinsèque conformément à la demande de l’Agence de l’Eau Seine Normandie.

Ce document présente donc l’étude hydrogéologique et environnementale du secteur et synthétise l’ensemble des mesures physico-chimiques et investigations effectuées sur le captage n°02938X0004/ BSS000WCSN sur demande de l’Hydrogéologue Agréé.

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 02938X0004 / BSS000WCSN, sur demande de l’Hydrogéologue Agréé, ont été :

- Une inspection vidéo couleur de l’intégralité de l’ouvrage effectuée en juillet 2018 après retrait de l’ensemble pompe immergée / colonne d’exhaure,
- Des diagraphies géologiques / hydrogéologiques et physico-chimiques spécifiques telles que : un profil Gamma ray, une flowmétrie couplée à un profil température/conductivité réalisées en juillet 2018
- Un test par pompage longue durée (8 h 30) avec prélèvements et analyses physico-chimiques spécifiques de certains paramètres par deux laboratoires différents à l’issue du pompage

A noter qu’à l’occasion du retrait des équipements de pompage nécessaire à la réalisation des diagraphies, une nouvelle pompe et colonne inox à raccords rapides à joncs ont été mises en place, de même qu’un tube guide-sonde pour faciliter la pose du capteur de pression à enregistrement continu.

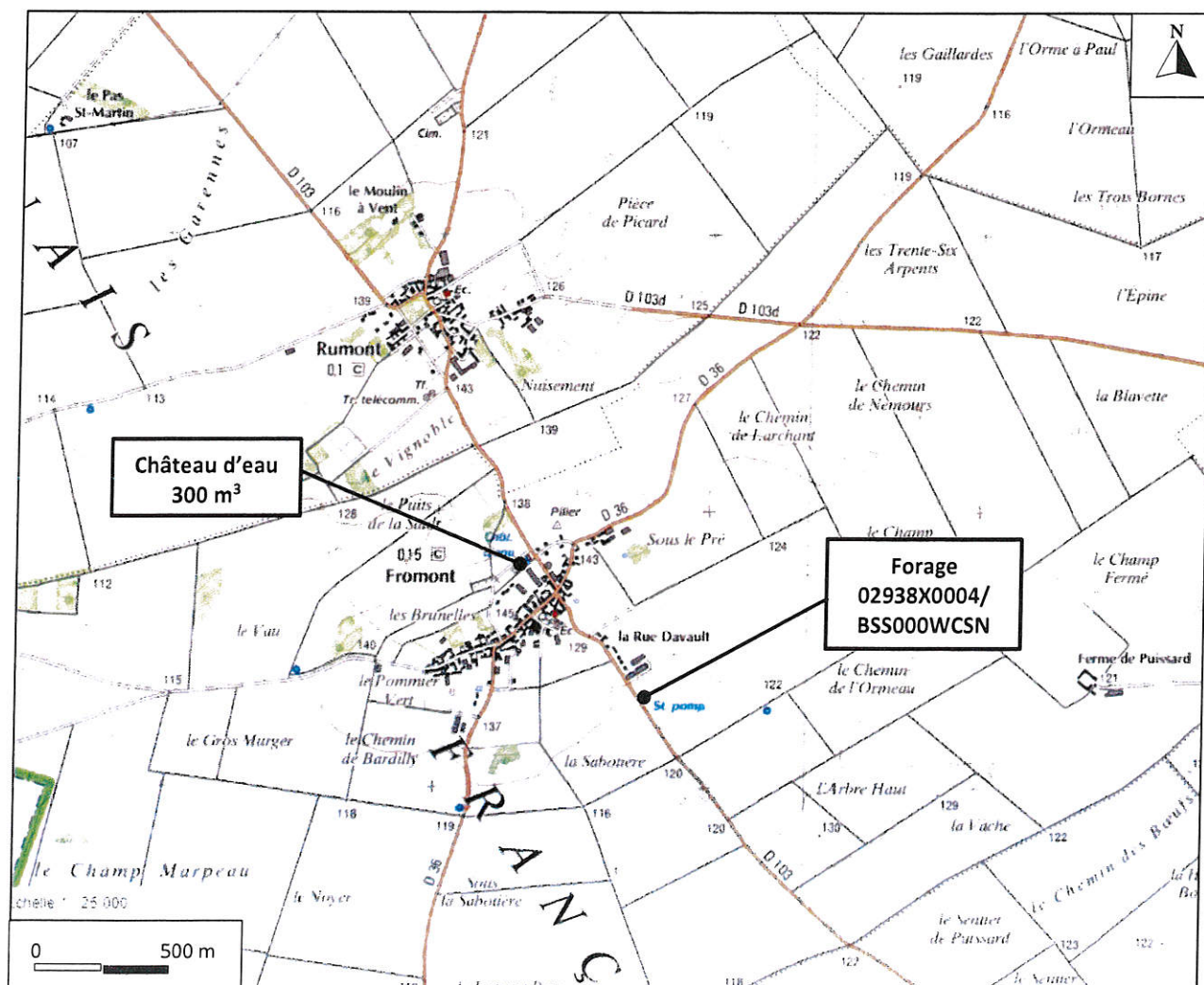
II. RENSEIGNEMENTS GENERAUX SUR LE CAPTAGE

1. DESIGNATION ET LOCALISATION

Tableau 1 : Synthèse des coordonnées de localisation du captage

N° de référence BSS	02938X0004 / BSS000WCSN
Commune	Fromont (77)
Lieu-dit	Chemin de l’Ormeau
Coordonnée X en Lambert 93	663 515 m
Coordonnée Y en Lambert 93	6 794 830 m
Altitude NGF	+ 122,45 m
Section cadastrale	YI
Parcelle cadastrale	N° 60

Figure 1 : Localisation du captage AEP n°02938X0004



DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES
EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL

Figure 2 : Localisation des installations sur fond cadastral

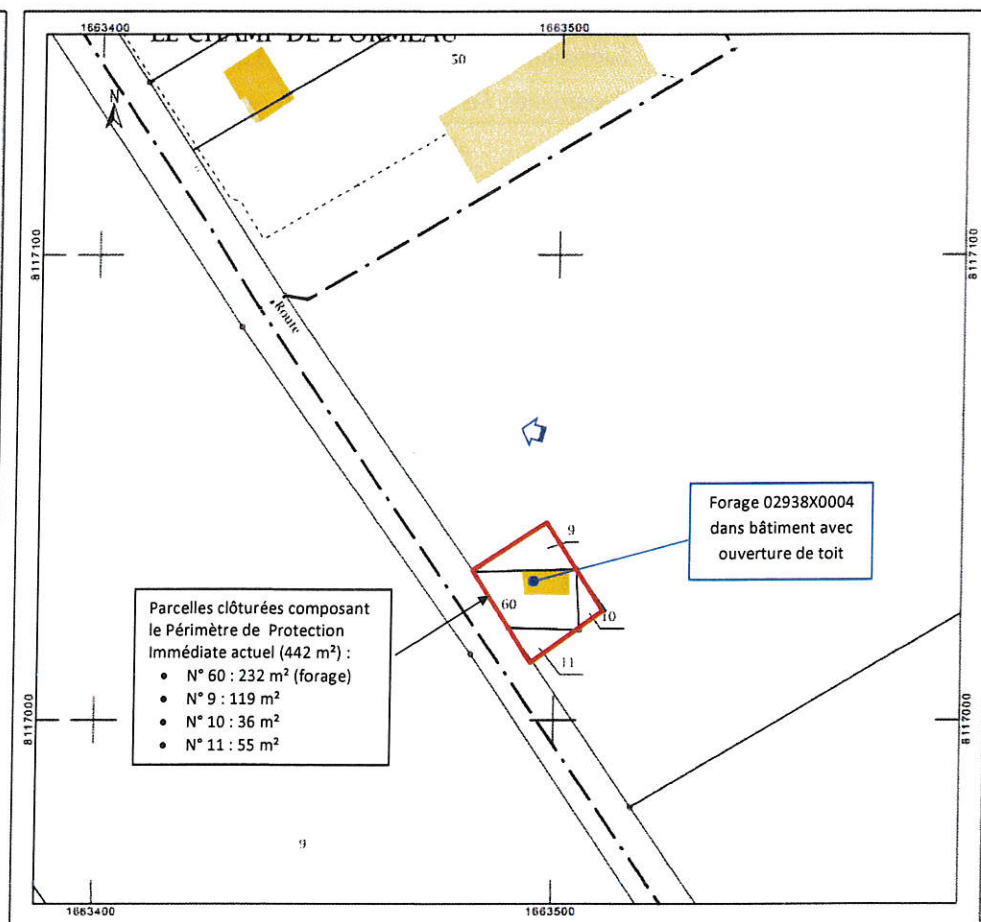
0 25 m

Département : SEINE ET MARNE
Commune : FROMONT

Section : Y1
Feuille : 000 Y1 01
Echelle d'origine : 1/2000
Echelle d'édition : 1/1000
Date d'édition : 04/06/2018
(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
plgc.770.melun@dgi.fr.finances.gouv.fr

Cet extrait de plan vous est délivré par
cadastre.gouv.fr
©2017 Ministère de l'Action et des Comptes publics



2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU CAPTAGE

A. EN SURFACE

D’après les informations disponibles sur INFOTERRE (BRGM), l’ouvrage 02938X0004 a été réalisé en 1923 sur la parcelle YI n°60, mise à disposition du Syndicat par la commune de Fromont via une convention d’occupation. Il se trouve dans un citerneau béton avec deux regard de visites ; Le réservoir sur tour de 300 m³ (château d’eau du syndicat) est quant à lui situé dans le bourg de Fromont, (parcelle AB 17), perché sur la butte résiduelle des formations miocènes (Molasse du Gâtinais / Calcaires de Pithiviers).

Le forage débouche, de façon excentrée dans un bâtiment d’exploitation muni d’une ouverture de toit dans l’axe de l’ouvrage. Il n’est équipé que d’un seul groupe de pompage immergé (Figures 3 et 5).

Figure 3 : Fenêtre de toit permettant les opérations de maintenance du forage



B. DESCRIPTION TECHNIQUE DU FORAGE

Sa conception technique est la suivante (les profondeurs des équipements ont été corrigées suite à l’inspection caméra et ont pour « référence 0 » (Figure 4), le sol du bâtiment) (voir coupe technique actualisée en Figure 9 par rapport à la coupe technique d’archive en ANNEXE 1) :

- 0 à 45,40 m : Avant-puits composé d’un cuvelage circulaire réalisé en béton par tronçons de coffrage en planches verticales en diamètre 1500 mm. Nombreux restes d’IPN et de ferrures marquant les armatures des planches intermédiaires et du soutènement des coffrages. Une échelle d’accès en acier, fixée au cuvelage, est présente de la surface jusqu’au fond de l’avant-puits
- 45,40 à 89,60 m : tube acier plein $\varnothing$ 300 mm avec jonctions à rivets
- 85,03 m à 120 m : tube acier crépiné $\varnothing$ 250 mm avec perforation de type « trou rond » , sans massif filtrant annulaire. La zone de télescopage entre le tube plein 300 mm et le tube crépiné 250 mm s’étend de 85,03 à 89,60 m de profondeur

La pompe immergée a été remplacée à l’occasion de l’inspection par une pompe neuve (type PLEUGER NB65-15 + M6-2702). De même, la colonne d’exhaure existante en acier a été remplacée par une colonne inox à raccords rapides à joncs (type ZSM). Par ailleurs, conformément à la demande de l’hydrogéologue agréé, un tube guide sonde $\varnothing$ 32 mm a été posé en parallèle de la colonne afin de faciliter la mise en place de la sonde piézométrique. Le 07/02/19, la SAUR a réinstallé le capteur de pression piézométrique à -73,20 m/sol, soit à la cote + 49,25 m NGF. L’aspiration de la nouvelle pompe installée se situe à la profondeur de -74,55 m/sol, soit à la cote + 47,90 m NGF (le capteur de pression se situe donc à 1,35 m au-dessus de l’aspiration de la pompe) .

C. ETAT DU CAPTAGE (INSPECTION VIDEO)

L’inspection caméra réalisée le 25/07/2018 par la société SOLEO Mesures & Développements (03), supervisée par un hydrogéologue de la société ASTREE (45), a permis de disposer d’un état visuel de l’ouvrage à date (voir ANNEXE 2). Les conditions de visibilité étaient correctes tant donné le respect d’un temps de décantation d’une nuit après le retrait des anciens équipements de pompage.

a) Côtes de référence

Figure 4 : Référence de la cote 0 de l’inspection vidéo et des diagraphies du 25/07/19 (soit + 122,45 m NGF)



La référence profondeur a été prise au niveau de la dalle béton.

b) Partie émergée (0 à - 46 m)

Les extraits vidéo de cette zone sont présentés en Figure 6.

En partie émergée, l’ouvrage est composé d’un avant-puits circulaire de 1500 mm jusqu’à la cote -45,40 m (correspondant globalement à l’atteinte de la nappe libre à l’époque de la création de l’ouvrage).

Une échelle d’accès en acier fixée à la paroi du cuvelage est présente de la surface jusqu’au fond de l’avant-puits.

De nombreux restes d’IPN sciés et ferrures diverses (ayant servis à l’armature des planchers intermédiaires) sont présents, ancrés dans le cuvelage béton sur toute la hauteur de l’avant-puits. Un palier résiduel est nettement visible à la profondeur 43,60 m et maintient une ancienne colonne d’exhaure à bride placée sur le côté de l’avant-puits.

Certains renforcements assez profonds sont détectés à divers endroits du cuvelage et marquent la position probable d’anciens IPN.

Aucun désordre majeur n’a été détecté sur la structure de l’avant-puits ou au niveau des jonctions de tronçons coffrés. A noter toutefois, quelques suintements détectés (brillance de la coulure lors de la vidéo) :

- Suintement à 6,36 m au niveau du renforcement d’IPN dans le cuvelage,
- Suintement brillant non circonférentiel à 11,50 m au niveau d’une jonction du cuvelage,

Le tube acier (300mm) du forage est atteint à 45,40 m de profondeur et semble posséder une hauteur d’environ 15 à 20 cm par rapport au fond bétonné de l’avant-puits. Le fond de l’avant-puits est occupé par de nombreux débris de toute sorte baignant dans une eau stagnante boueuse.

La cimentation du tube acier 300 mm et le fond de l’avant puits ne sont, par conséquent pas visibles. Le rebord du tube acier 300 mm a été découpé de façon très irrégulière (dentelé). Il n’a pas été observé de déversement de l’eau stagnante de l’avant-puits vers le forage.

Figure 5 : Schématisation de la tête de forage (état à février 2019)(ANNEXE 3)

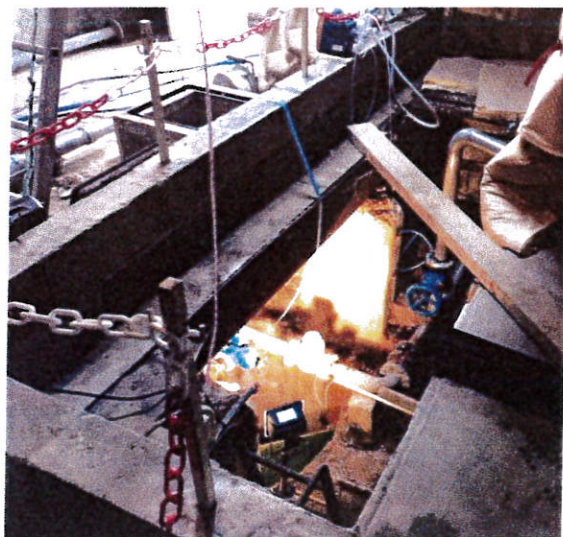
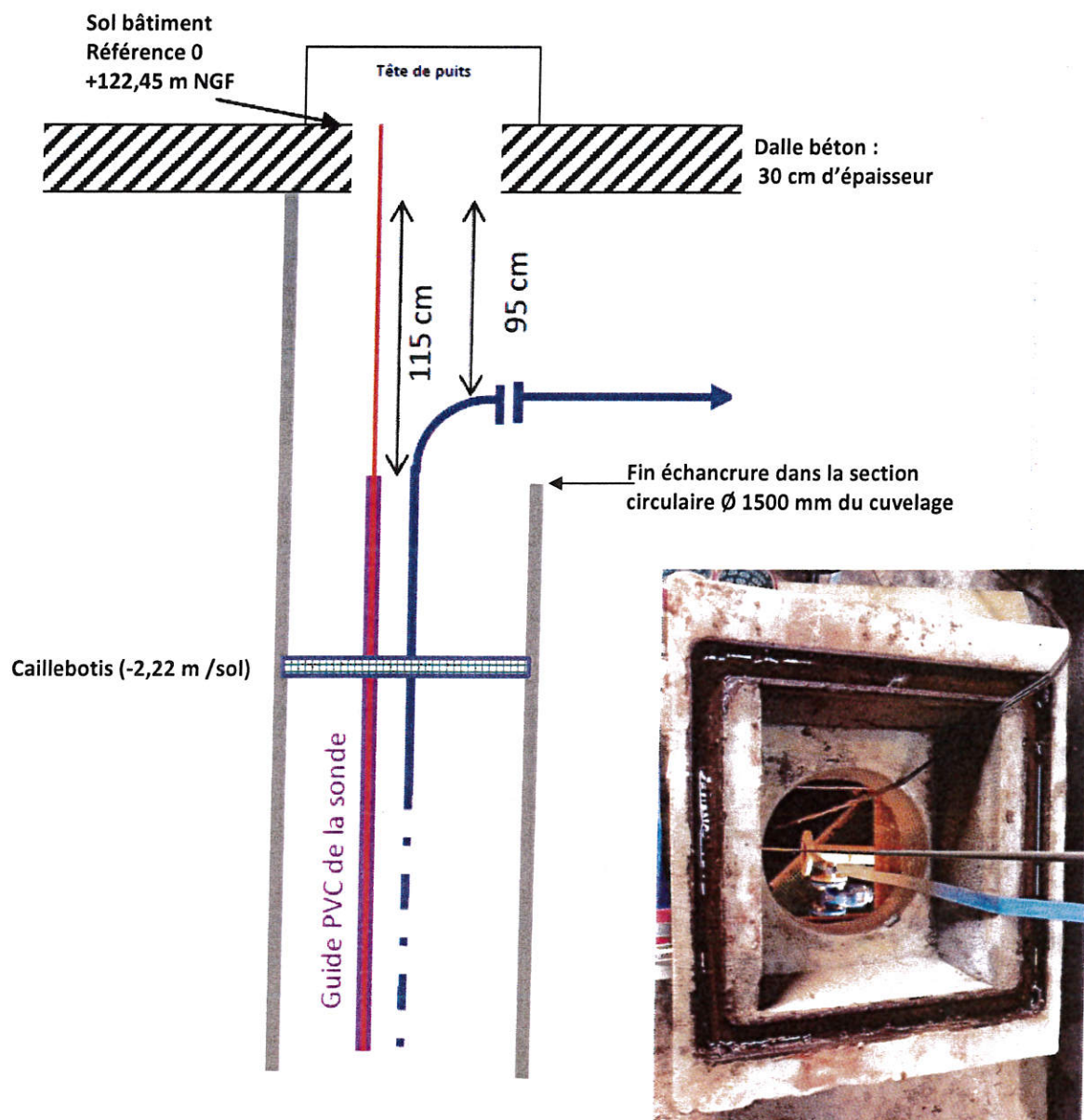
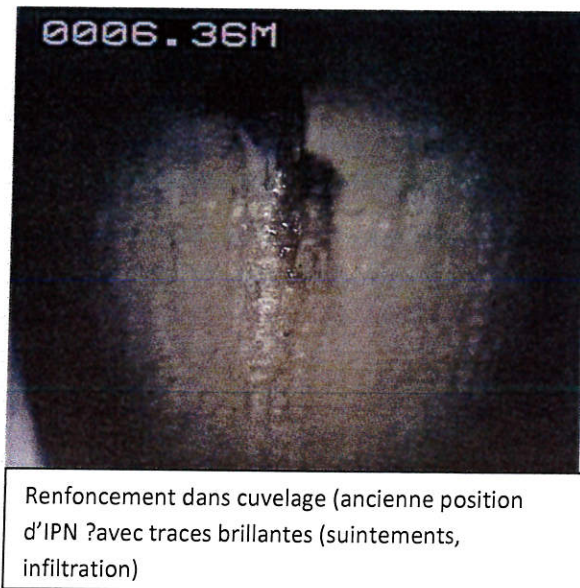
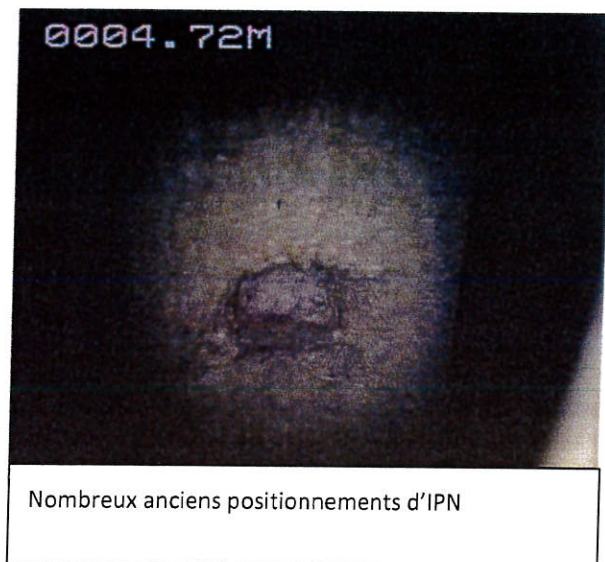


Figure 6 : Extraits vidéo relatifs à la partie émergée





0033.91M
Paroi maçonnée du cuvelage au niveau d’une zone de jonction (absence de suintements)



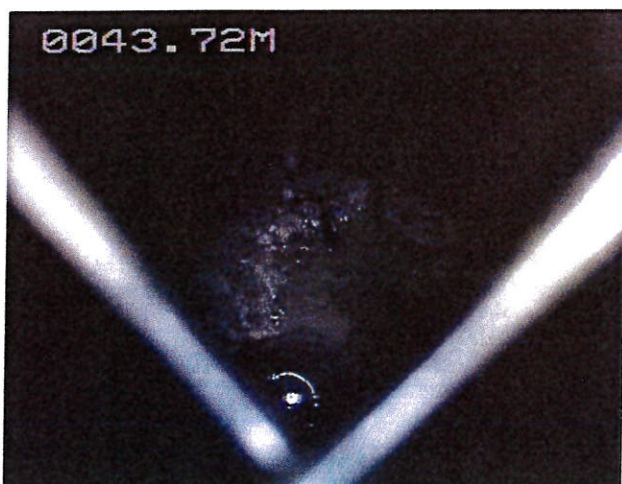
0034.61M
Renforcement très prononcé dans le cuvelage (absence de suintement)



0040.11M
Ferrure rectiligne prise dans la paroi du cuvelage (absence de suintements)



0043.53M
Ancien tronçon de colonne d’exhaure posée contre dans l’armature d’un plancher intermédiaire



0043.72M
Vue du fond de l’avant-puits avec tube acier 300 mm et colonne à bride échouée, eau stagnante en fond



0044.82M
Nombreux débris en fond d’avant-puits, pris dans une eau stagnante boueuse

c) Zone de marnage (- 46 à - 72 m)

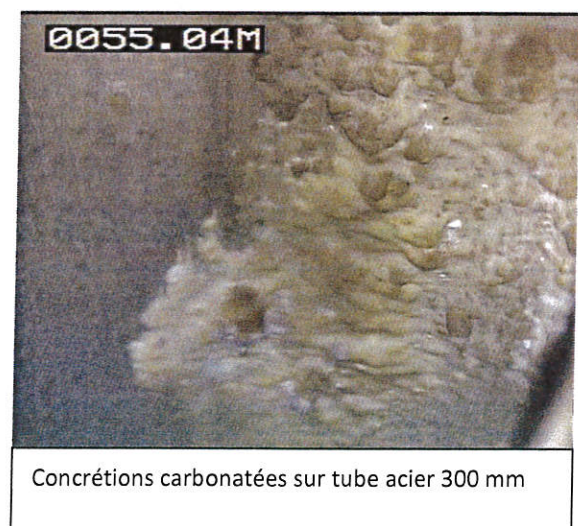
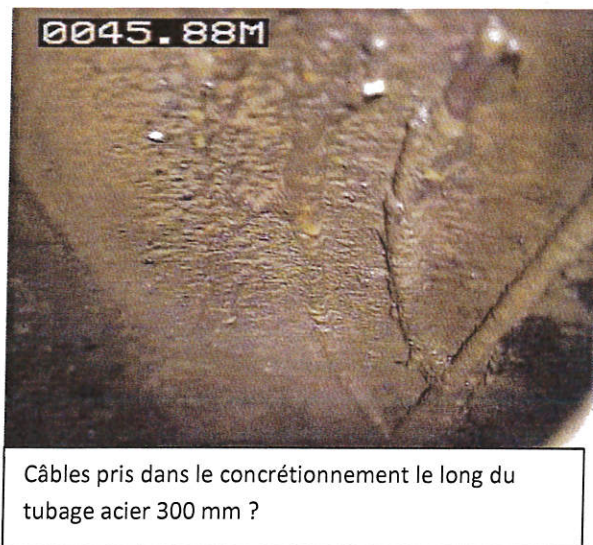
Les extraits vidéo de cette zone sont présentés en Figure 7.

Dans la zone de marnage (zone de battement du plan d’eau, temporairement en eau du fait du démarrage et de l’arrêt de la pompe) : Cette zone se situe globalement entre 47 m (niveau piézométrique statique) et 72,27 m de profondeur (niveau dynamique stabilisé). Elle correspond donc à un dénoyage d’environ de 25 m dans le tubage acier plein de Ø 300 mm. . Du fait de l’alternance émergence /immersion, des désordres peuvent apparaître sur les tubages suite à une exposition temporaire à l’air (oxydation/corrosion).

Dès le haut du tubage acier 300 mm, on constate des coulures de concrétionnement avec des objets pris dedans et plaqués contre la paroi du tube (câbles électriques ou câbles de sonde ?). Le niveau statique est observé à 46,95 m de profondeur. Le plan d’eau ne présente pas de surnageant et l’eau apparaît limpide. Au fur et à mesure de la descente, il semble il y avoir une légère déviation du forage du fait de paroi plus proche de la caméra selon la rotation.

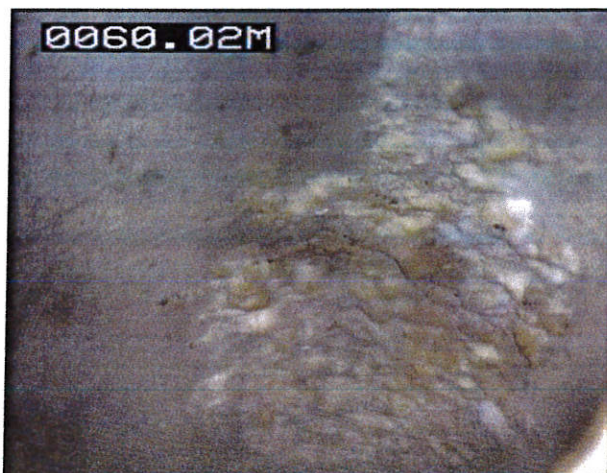
Globalement aucun désordre majeur (de type perforation, déchirure, disjointment ou autre) n’a été détecté. Le tube est en revanche tapissé d’un placage de dépôts carbonatés avec parfois des concrétions en boursoufflures. Dès 61 m, le concrétionnement est plus riche en oxydes de fer.

Figure 7 : Extraits video relatifs à la zone de marnage





Jonction des tubes par rivets



Concrétions plus marquées tout au long de la soudure verticale du tube acier 300 mm



Cicatrices d’arrachement de concrétions. Les concrétions sont mêlées d’oxydes de fer dès 61 m



Cicatrices d’arrachement de concrétions.



Attache de câble électrique pris dans le concrétionnement



Soudure verticale bien visible

d) Zone immergée (- 72 à - 120 m)

Les extraits vidéo de cette zone sont présentés en Figure 8.

Seule la zone immergée comprise **entre 72 m et 111,68 m** de profondeur a pu faire l’objet d’une inspection.

Il n’a pas été observé de désordres majeurs des tubages (déboitements, déchirures, perforations, autres). Toutefois, des disparités ont pu être observées avec la coupe d’archive (Annexe 1). En particulier il est relevé une zone de réduction annulaire vers 85,03 m de profondeur avec une zone de recouvrement du tube acier plein Ø 300 mm et du tube crépiné à trous ronds largué Ø 250 mm entre 85,03 et 89,60 m de profondeur.

Entre 73 et 77 m quelques concrétions carbonatées sont présentes essentiellement au niveau des jointures verticales du tube plein, sans traces de corrosion avancée du tube. Entre 77 et 80 m de profondeur, on note l’apparition d’importantes coulures blanches / grises au niveau de plusieurs jointures verticales et horizontales (ciment ?).

Le tube crépiné Ø 250 mm qui apparait dès 85,03 ne présente pas de désordres particuliers. Le colmatage des ouvertures reste faible sur la partie inspectée. Au-delà de 89,60 m, fin de la zone de télescopage, la roche calcaire jaunâtre à nu est bien visible (calcaire de Brie). La roche est nettement plus blanche et moins siliceuse à partir de 104,30 m pouvant s’apparenter au Calcaire de Champigny (?).

Un tube PVC plein résiduel est identifié dès 106,10 m de profondeur. Il se retrouve jusqu’à la côte -111,68 m coincé dans de nombreux encombrants qui empêchent la poursuite de l’inspection vidéo. En particulier, on retrouve un tronçon de la colonne d’exhaure à brides boulonnées qui s’est probablement échoué en fond d’ouvrage avec la pompe immergée, ainsi que divers débris d’équipement (serre-câbles, joints ...). Les huit derniers mètres du forage de 120 m n’ont pu être inspectés.

Figure 8 : Extraits vidéo relatifs à la zone immergée



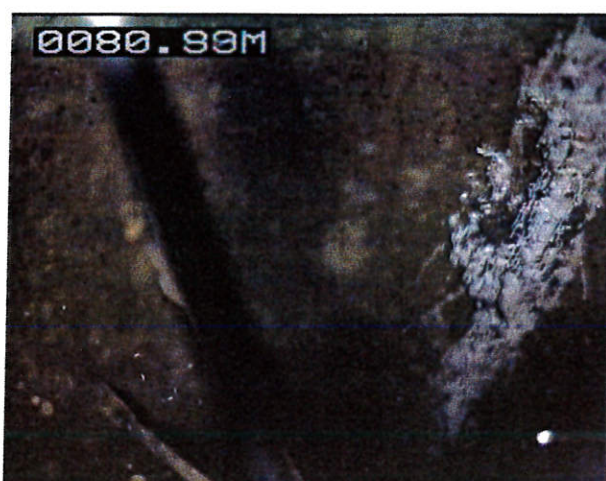
Concrétions développées le long des jointures de tube.
Il s’agit globalement de la profondeur d’aspiration de la nouvelle pompe installée



Coulure blanchâtre depuis la jonction de 77,58 m
(ciment)



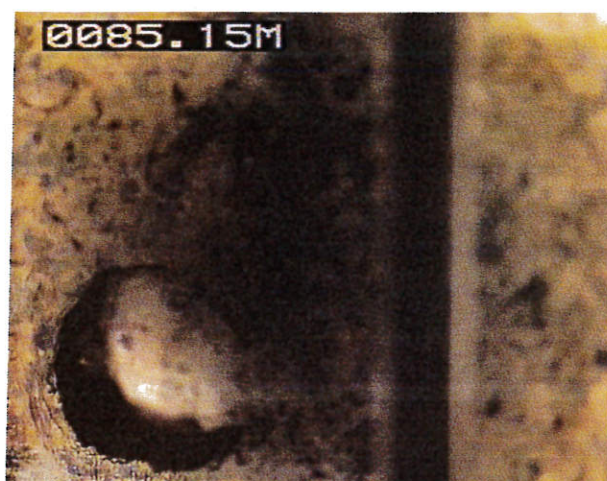
Coulure de ciment depuis la jointure des tubages



Coulure de ciment le long d'une jointure verticale de tube



Réduction annulaire (85,03 m) non mentionnée sur la coupe d'archives. Tube crépiné largué e 250 mm



Tube crépiné de type « trous ronds » avec tube acier plein 300 mm visible à l'arrière



Concrétion avec oxydes métalliques qui s'est développée sur une zone de jonctions



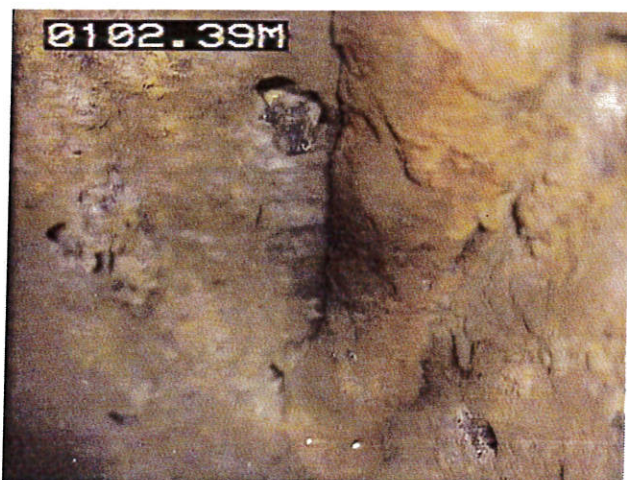
Vue des perforations avec nombreux serre-câbles pris entre le tube plein et le tube crépiné



89, 60 : Fin du tube acier 300 mm, apparition du terrain nu (calcaires de Brie)



Crépines bien ouvertes, absence de massif filtrant



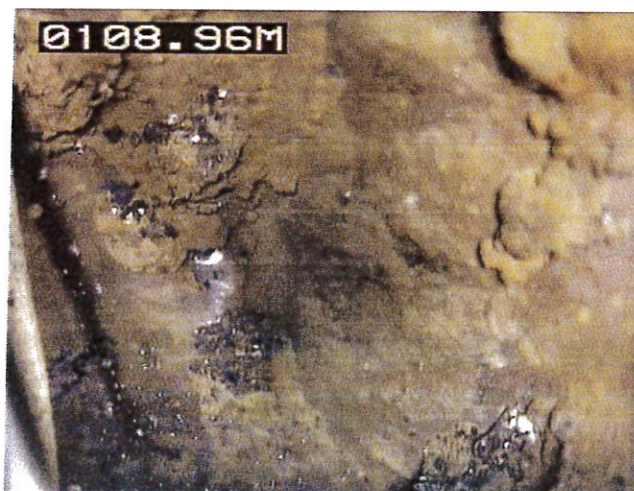
Concrétions importantes développées en colonne probablement le long de la soudure verticale du tube



Changement de terrain à l'arrière – Calcaire plus blanchâtre



Second tronçon de tube (PVC ?) échoué en fond d'ouvrage à partir de 106,10 m , absence de bride et de sectionnement net ?



Concrétionnement très développé obstruant les crépines



Encombrement très important de l'ouvrage par divers débris dont colonne d'exhaure à bride en travers, tube PVC serre-câbles, ...

Arrêt de la progression de la caméra vers 111,68 m pour une profondeur totale de l'ouvrage de 120 m

e) Conclusion sur l'état visuel de l'ouvrage

Aucun désordre majeur n'a été constaté sur les tubages lors de cette inspection. Toutefois, le forage est très encombré principalement par une ancienne pompe et son tronçon de colonne de 6 m, ainsi qu'un tube PVC de faible diamètre.

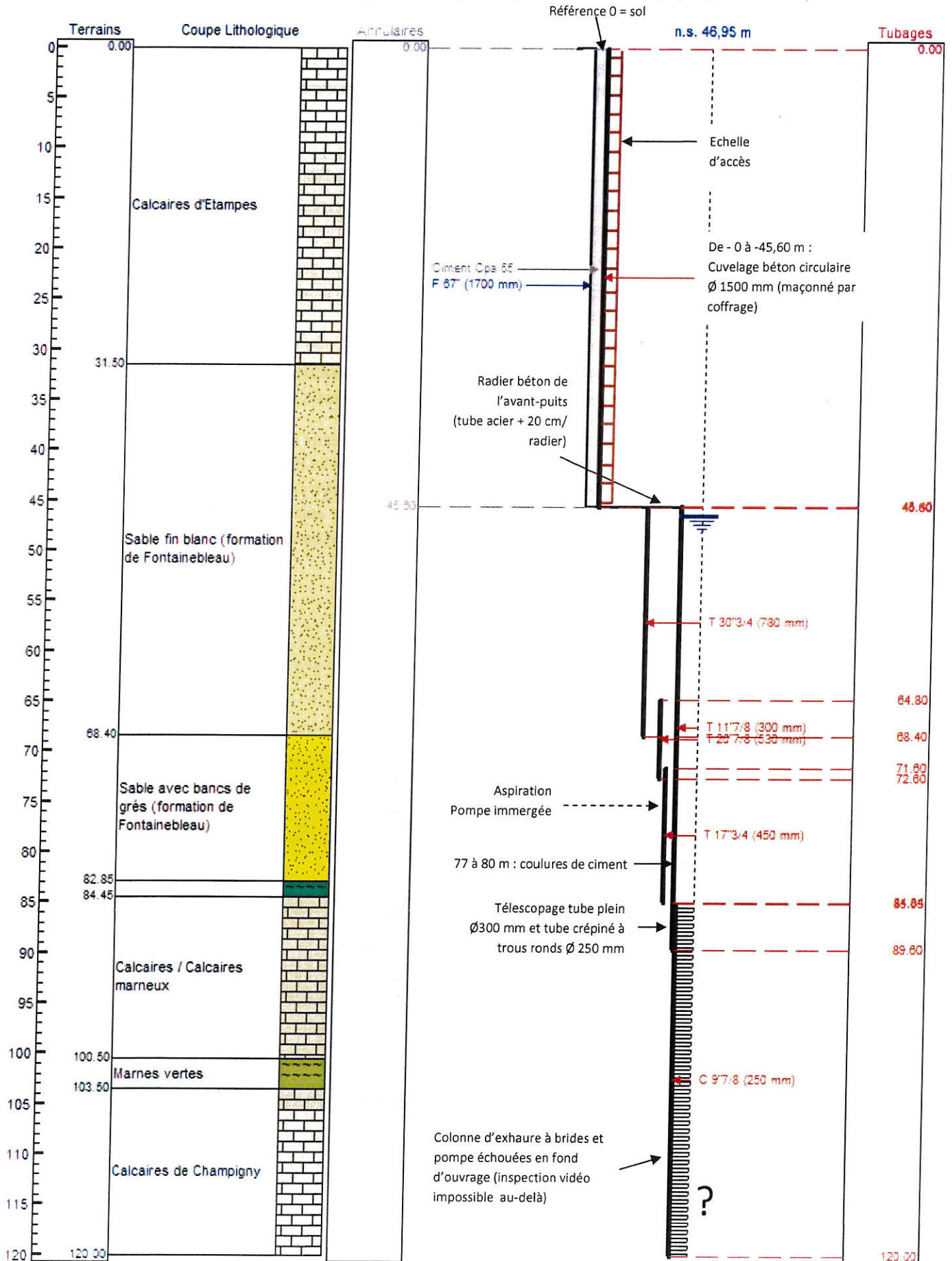
L'avant puits présente de nombreux renforcement dans son cuvelage qui sont autant de points de vulnérabilité à venir en fonction du vieillissement du béton. Actuellement seules deux zones de suintement ont été identifiées.

L'eau stagnante présente au fond de l'avant-puits en présence de débris divers peut constituer un risque de contamination bactérienne si elle venait à intégrer le forage. Dans l'immédiat, il est impératif de limiter tout apport d'eau ou chute d'objet dans cet espace annulaire.

Au regard de sa très faible productivité (voir Partie IV.3), le forage nécessiterait des travaux de réhabilitation comprenant :

- Un désencombrement des nombreux éléments échoués,
- Un brossage mécanique doux suivi d'un pompage et d'un nettoyage par air-lift afin de détacher les concrétions carbonatées et de désobstruer les ouvertures des crépines,
- Une rehausse du tube acier Ø 300 mm par coiffage d'un tube acier plein jusqu'au sol et une cimentation annulaire de l'avant-puits entre le cuvelage actuel et le nouveau tube acier,
- En dernier lieu, et pour prolonger la durée de vie de l'ouvrage, un chemisage de l'ouvrage par pose d'une colonne PVC monodiamètre avec un remplissage annulaire de gravier puis de ciment, permettrait de stopper la corrosion des tubes aciers et de renforcerait la protection de l'eau brute captée vis-à-vis des venues d'eau supérieures.

Figure 9 : Coupe technique de l'ouvrage actualisée après l'inspection caméra du 25/07/18 (voir ANNEXE 2)



D. REMPLACEMENT DES EQUIPEMENTS DE POMPAGE

La réalisation des diagraphies ayant nécessité le désencombrement total du forage, le délégataire SAUR a réalisé le changement complet des équipements de pompage, conformément aux recommandations de l’hydrogéologue agréé, selon le descriptif suivant :

- Mise en place d’une nouvelle colonne d’exhaure (Inox 304 L DN 65 épaisseur 2 mm) composée de 15 tubes de 5 ml avec 15 raccords male/femelle Inox HERLI de type ZSM avec joints toriques ACS,
- Mise en place d’une électropompe immergée PLEUGER FLOWSERVE type NB65-15+M6-270-2 de 11 kW débitant 12,3 m³/h sous une H.M.T. de 90 mCE , avec clapet anti-retour DN65,
- un tube guide-sonde de 72 ml en PE de Ø 32 mm
- un capteur de niveau d’eau IMAGEAU type Aquastandard avec report continu des mesures en télégestion SAUR (ANNEXE 3)

Pour rappel : le 07/02/19, la SAUR a réinstallé le capteur de pression piézométrique à -73,20 m/sol, soit à la côte + 49,25 m NGF. L’aspiration de la nouvelle pompe installée se situe à la profondeur de -74,55 m/sol, soit la côte + 47,90 m NGF (le capteur de pression se situe donc à 1,35 m au-dessus de l’aspiration de la pompe).

Les Figures 10 et 11 suivantes présentent l’état des équipements déposés ainsi que les nouveaux équipements en place depuis fin juillet 2018. Les équipements en partie immergée étaient dans un état de corrosion avancé. En particulier la jonction pompe/ colonne présentait des risques de détachement de la pompe (à noter que ce phénomène a peut-être déjà eu lieu par le passé étant donné la présence d’une pompe échouée en fond d’ouvrage à 111,70 m de profondeur. Les analyses physico-chimiques sur eau brute montrent une eau à l’équilibre calco-carbonique légèrement incrustante

Figure 10 : Etat de la colonne d’exhaure à brides à l’issue du retrait du 24/07/18
(aperçu de la corrosion avancée des tubes immergés)



Figure 11 : Etat de corrosion avancée de la jonction pompe / colonne à l'issue du retrait du 24/07/18

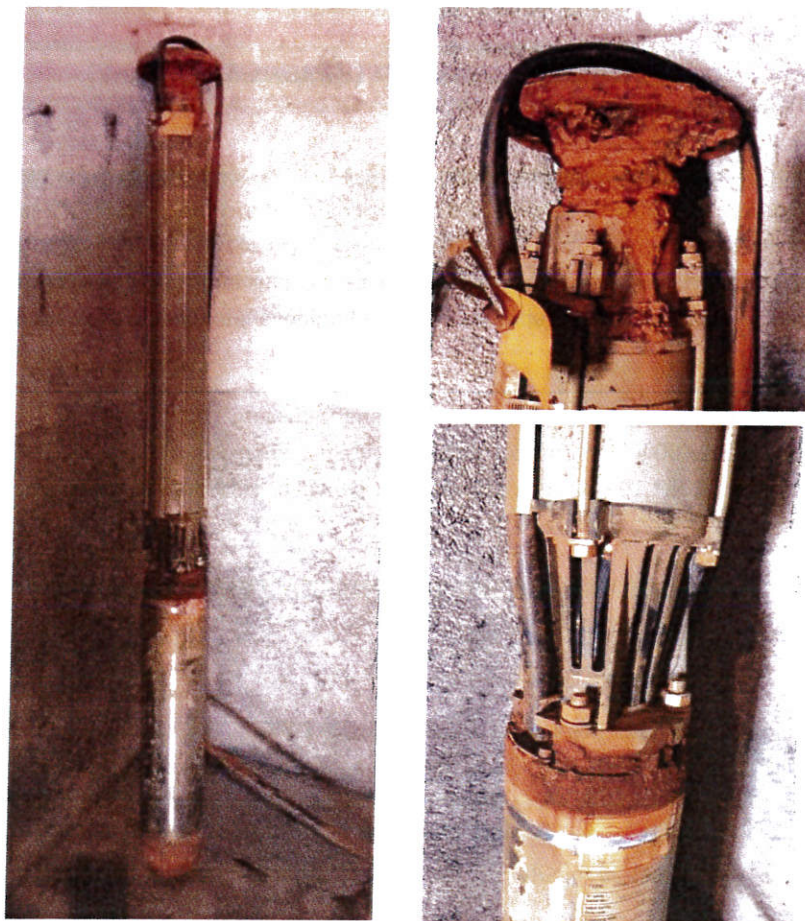


Figure 12 : Nouveaux équipements poses les 25 et 26/07/18 :
Pompe Pleuger NB65-15+M6-270-2 , Colonne inox 304 L 2 mm DN65 à raccords ZSM, tube guide-sonde PE Ø 32 mm



3. DIAGNOSTICS

A. DIAGNOSTIC GEOLOGIQUE (PROFIL GAMMA RAY)

Afin de préciser la coupe géologique relevée lors de la foration, une diagnostic permettant de mesurer la radioactivité naturelle des terrains traversés (rayonnement gamma provenant de la désintégration naturelle des atomes d’uranium, thorium et potassium 40 des minéraux) a été effectuée par SOLEO (03) le 25/07/18 au moyen d’une sonde spécifique. Ce rayonnement gamma étant plus intense au droit des formations riches en minéraux argileux, il permet de distinguer l’épaisseur et l’homogénéité des niveaux argileux en plus de leurs cotes précises.

La Figure 13 présente le profil du rayonnement gamma mesuré en cps (coup par seconde) sur toute la hauteur du forage 02938X0004. Il permet de distinguer un banc de marnes vertes résiduelles (Ludien) de 2,5 à 3 m d’épaisseur entre 100 et 103,50 m de profondeur distinguant ainsi probablement les calcaires de Brie des calcaires de Champigny.

B. DIAGNOSTIC HYDROGEOLOGIQUE (MICROMOULINET ET PROFIL PHYSICO-CHIMIQUE)

Les mesures des vitesses des arrivées d’eau du forage 02938X0004 par micromoulinet à hélices ont été réalisées par SOLEO (03) le 25/07/18 à l’issue de l’inspection vidéo, en conditions dynamiques au débit de 8,3 m³/h (pompe temporaire de 4 pouces descendue à 62 m de profondeur par SOLEO mise en place après descente du micromoulinet et des sondes mesures physico-chimiques). Le niveau dynamique pseudo-stabilisé était situé à -51,33 m/HT après 20 minutes de pompage. Le profil de vitesse interprété est fourni par la Figure 14.

Pour rappel, la zone de captage de l’ouvrage (tube crépiné) est située entre 85 et 120 m de profondeur. Toutefois, l’inspection vidéo a montré que l’ouvrage était encombré à partir de 111 m de profondeur.

En conditions statiques (hors pompage), le micromoulinet a enregistré une perturbation importante et très localisée au droit du pied du tube acier vers 89 m de profondeur, indiquant un apport naturel sur cette zone. Le reste du profil ne montre aucun autre apport naturel le long de la zone crépinée ou depuis le fond de l’ouvrage.

En conditions dynamiques (à 8,3 m³/h pour un débit d’exploitation de 15,72 m³/h), les observations ci-dessus se confirment puisque 90 % de la production du forage serait comprise entre 85 et 89,60 m de profondeur ; à savoir la zone de télescopage (300 x 250 mm). Seuls 10 % des apports se font par la zone crépinée inférieure et sont ponctuellement répartis.

La zone crépinée du forage peut donc être considérée comme non productive probablement liée à son important colmatage, tandis que l’essentiel de l’eau provient de partie supérieure du niveau des calcaires de Brie (fracture) avec apport du niveau supérieur très capacitif des sables Fontainebleau.

Ces constats sont confirmés par les profils physico-chimiques effectués également en conditions statiques et dynamiques (conductivités / températures), où les perturbations sont repérées à partir de 88 / 89 m de profondeur (eau plus minéralisée) au niveau du télescopage (Figure 14).



Figure 13 - Profil Gamma Ray
(25/07/18) et Géologie corrigée

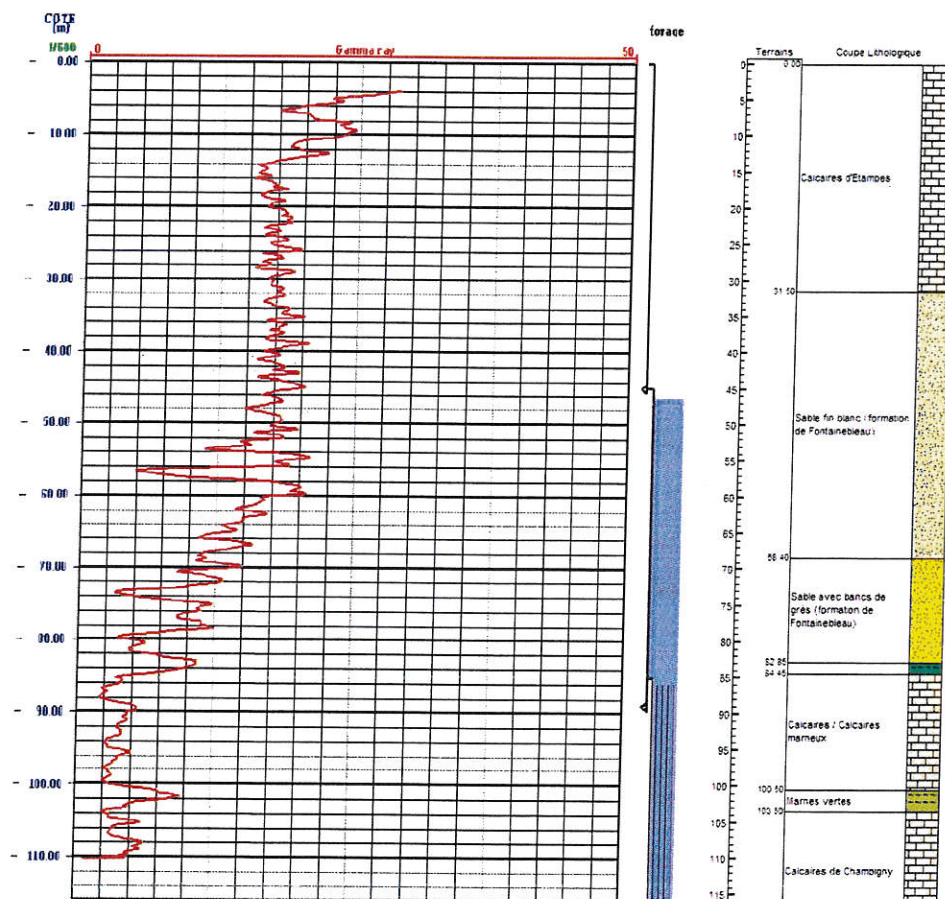
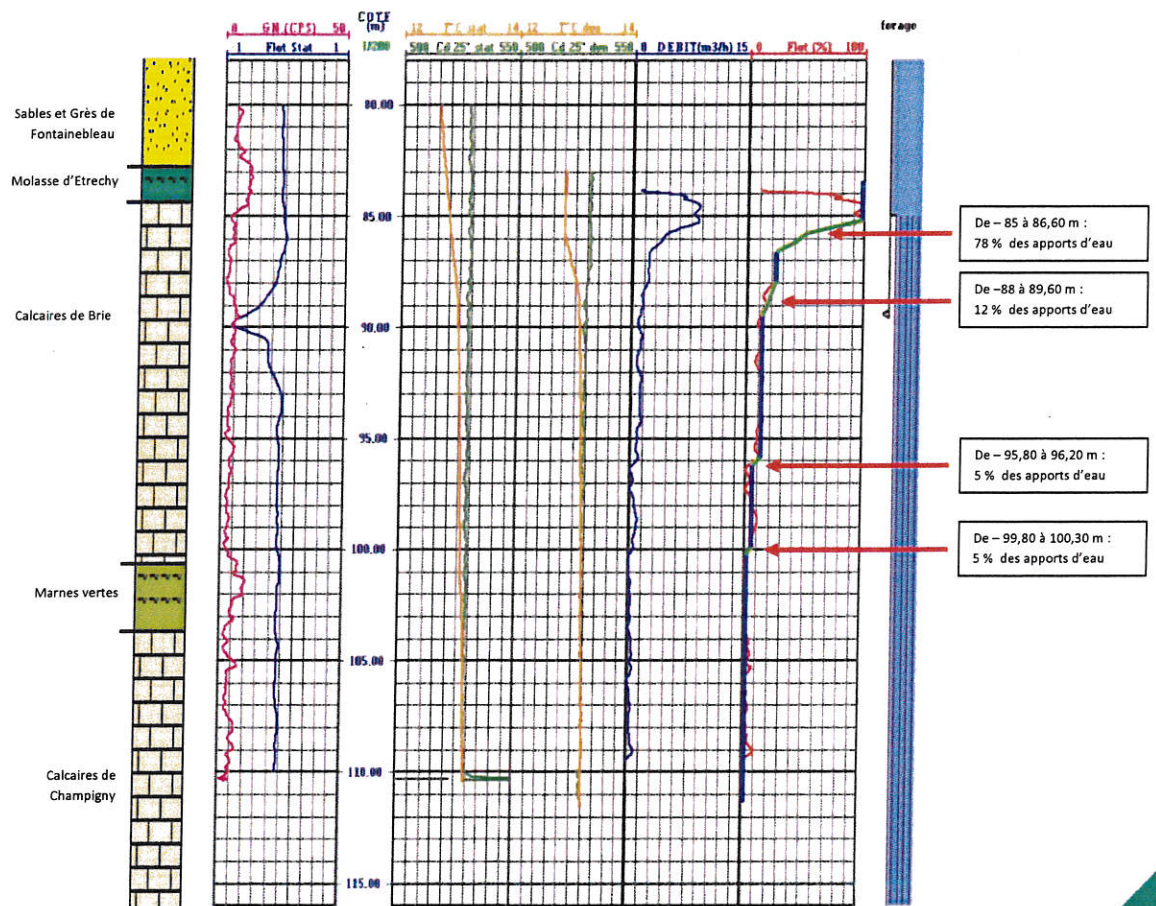




Figure 14 Synthèse des
diagraphies réalisées le
25/07/2018

Diagramme en proportion
statiques et dynamiques
du mètre

Données : Température,
conductivité, pH, débit,
statiques et dynamiques



4. EXPLOITATION DE L’OUVRAGE / DISTRIBUTION

A. VOLUMES PRELEVES

L’ouvrage est actuellement exploité au moyen d’une seule pompe immergée au débit de 15 à 16 m³/h dont le démarrage est asservi au niveau d’eau dans du réservoir sur tour de Fromont de 300 m³. Les durées quotidiennes de pompage varient en moyenne de 4 à 6 h selon la période.

Les volumes de prélèvement d’eau brute sont fournis par les Tableaux 2 et 3. Ils sont issus du Rapport Annuel du Déléataire (RAD) SAUR de 2017 établi pour les communes de Burcy, Fromont et Rumont. Le volume moyen journalier prélevé sur la nappe de Beauce a été de 67 m³/jour en 2017. L’analyse des besoins journaliers a révélé un coefficient de pointe maximal de 2,2, soit un prélèvement journalier pouvant atteindre 150 m³/jour, soit 9 à 10 heures de fonctionnement journalier maximal en période estivale ou de sécheresse.

Tableau 2 : Volumes d’eau brute produits mensuellement et annuellement par le captage 02938X0004 au cours des 5 dernières années (d’après RAD 2017 SAUR)

	2013	2014	2015	2016	2017	Evolution N/N-1
Janvier	2 217	2 347	2 203	2 431	3 715	52,8%
Février	2 047	1 863	2 168	2 138	1 752	-18,1%
Mars	2 071	1 642	2 654	2 653	3 015	13,6%
Avril	2 978	2 355	2 768	3 119	2 700	-13,4%
Mai	2 763	3 344	2 855	3 159	2 700	-14,5%
Juin	2 941	4 083	2 684	3 306	3 100	-6,2%
Juillet	3 038	2 656	4 734	2 786	2 908	4,4%
Aout	2 885	2 287	3 265	4 472	2 900	-35,2%
Septembre	3 167	2 708	1 999	3 522	2 900	-17,7%
Octobre	1 754	2 304	2 039	4 212	2 700	-35,9%
Novembre	2 114	1 975	2 352	2 936	2 800	-4,6%
Décembre	2 059	2 326	2 889	1 798	2 700	50,2%
Total	30 034	29 890	32 610	36 532	33 890	-7,23%

B. VOLUMES MIS EN DISTRIBUTION

Après stockage dans le réservoir sur tour de 300 m³, l’eau chlorée est distribuée aux populations de Burcy (165 habitants¹ soit 100 abonnés²) et de Fromont (226 habitants soit 120 abonnés) et de Rumont (87 habitants soit 85 abonnés). Le réseau principal de distribution est représenté en Figure 16 et compte environ 12,9 kms linéaires de canalisations (305 branchements).

Le rendement du réseau dont les caractéristiques sont précisées par le Tableau 5, a été de 73,36 % en 2017. Le ratio de production moyen d’eau brute par habitant a été en 2017 d’environ 194 l/jour/habitant, et le ration de consommation de 140 l/jour/habitant (cohérent avec une consommation essentiellement domestique).

Tableau 3 : Repartition des volumes d’eau distribuées par commune (d’après RAD 2017 SAUR)

	2013	2014	2015	2016	2017	Evolution
BURCY	7 784	6 710	7 968	7 875	7 369	-6,4%
FROMONT	10 782	11 144	11 416	11 516	10 683	-7,2%
RUMONT	6 800	5 921	7 217	8 009	6 452	-19,4%
Total	25 366	23 775	26 601	27 401	24 504	-10,57%

Tableau 4 : Spectre des consommations en 2017 (d’après RAD 2017 SAUR)

Tranche	Volume Consommé	Nombre de branchements
moins de 50 m3	2179	126
de 50 à 100 m3	6856	93
de 100 à 150 m3	6703	55
de 150 à 200 m3	2251	13
de 200 à 250 m3	861	4
de 250 à 300 m3	1877	7
de 300 à 350 m3	1302	4
de 350 à 400 m3	756	2
de 400 à 450 m3	443	1

Tableau 5 : Rendements réseau de 2016 et 2017

	2016	2017	Evolution N/N-1
Volume produit	36 136	33 403	-7,6%
Volume acheté en gros	0	0	0%
Volume vendu en gros	0	0	0%
Volume mis en distribution	36 136	33 403	-7,6%
Volume consommé	27 401	24 504	-10,6%
Rendement primaire (%)	75,83	73,36	-3,3%

¹ Données INSEE Recensement de 2015

² Données SAUR RAD 2017

C. TRAITEMENT D’EAU AVANT DISTRIBUTION

Excepté la désinfection, il n’est effectué aucun traitement préalable de l’eau avant distribution. D’après l’équilibre calco-carbonique, l’eau est légèrement incrustante ($\text{pH}_{\text{équilibre}} - \text{pH}_{\text{réel}} < 0,3$).

En raison de dépôts carbonatés qui obstruaient l’injecteur de chlore, un générateur de javel par électrolyse de sel (électrochloration) a été mis en place en 2009 (Figure 15).

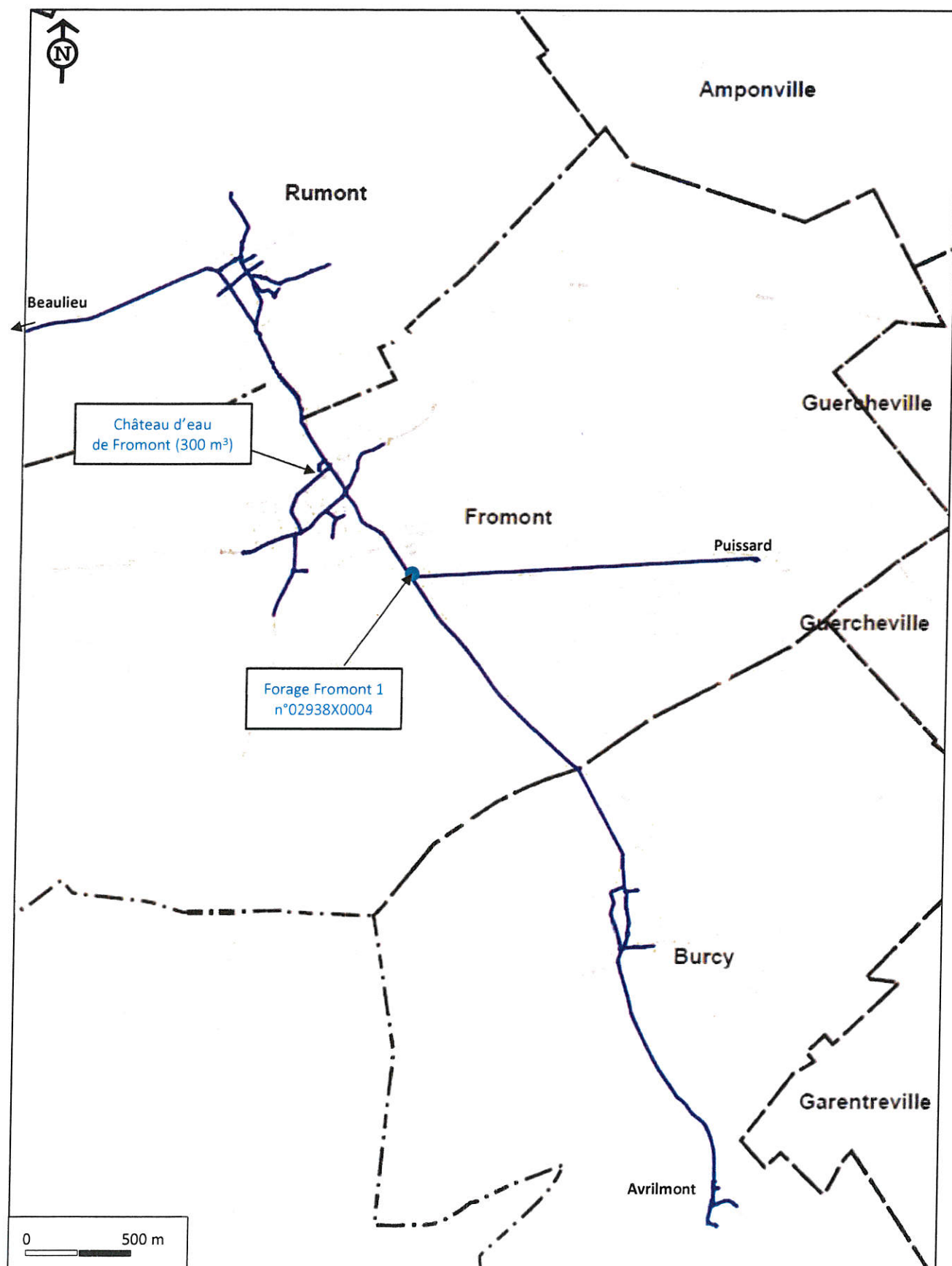
Figure 15 : Aperçu du système de désinfection avec adoucissement de l’eau



D. SOLUTIONS DE SECOURS

Le système de production et de distribution d’eau potable du Syndicat de Burcy-Fromont-Rumont ne dispose actuellement d’aucune solution de secours en cas de défaillance du captage 02938X0004. Il n’existe pas d’autre forage d’alimentation en eau potable collective sur l’une ou l’autre commune desservie, ni d’interconnexion avec le réseau d’eau potable d’une commune ou d’un syndicat voisin.

Figure 16 : Extension du réseau principal de distribution d’eau potable alimenté par le forage 02938X0004 de Fromont 1
(source : SAUR – Juin 2018)



5. SECURITE ET SURVEILLANCE DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION

A. SITE DU CAPTAGE

Le site accueillant les installations de captage et de production d’eau potable est clôturé depuis septembre 2017 par des panneaux de grillage rigide soudés, d’une hauteur de 2 m avec portail d’accès fermé à clé.

La porte du bâtiment abritant le forage et les armoires électriques d’exploitation sont équipés d’une alarme anti-intrusion par contacteur d’ouverture avec report d’information au centre de contrôle du délégataire de service SAUR (agence de Nemours).

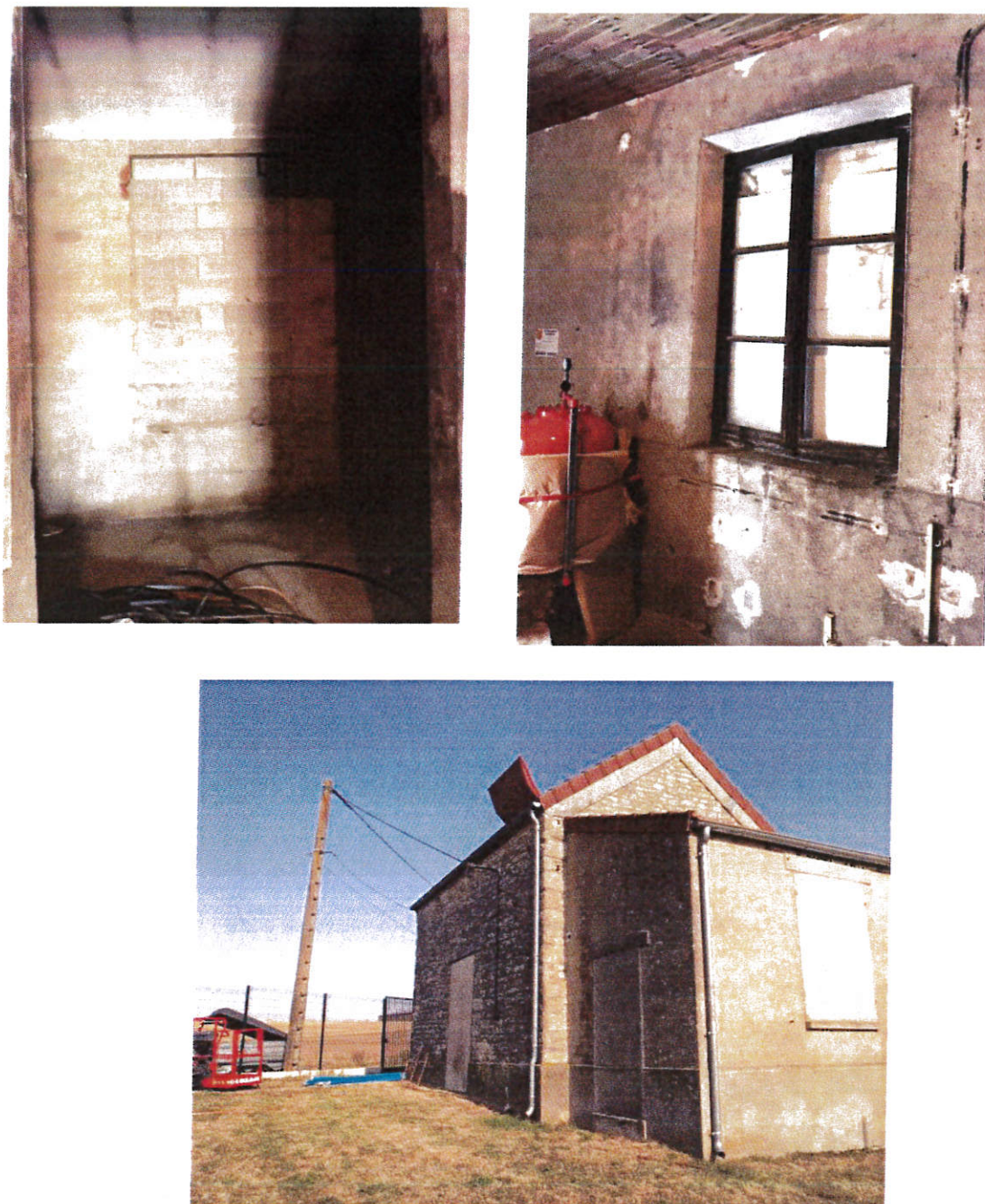
Figure 17 : Portail d’accès et clôture du site de captage (réalisés en 2017)



Figure 18 : Alarme de protection avec contacteur de porte



Figure 19 : Anciennes fenêtres obstruées ou murées empêchant l’accès au bâtiment du forage



B. SITE DU CHATEAU D’EAU

Le réservoir sur tour d’une capacité de 300 m³ est situé sur la parcelle n° 17 section AB du cadastre communal (lieu-dit « Le Bois des Chapeaux »), dans le centre-bourg de Fromont.

6. VULNERABILITE DE L’OUVRAGE ET ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

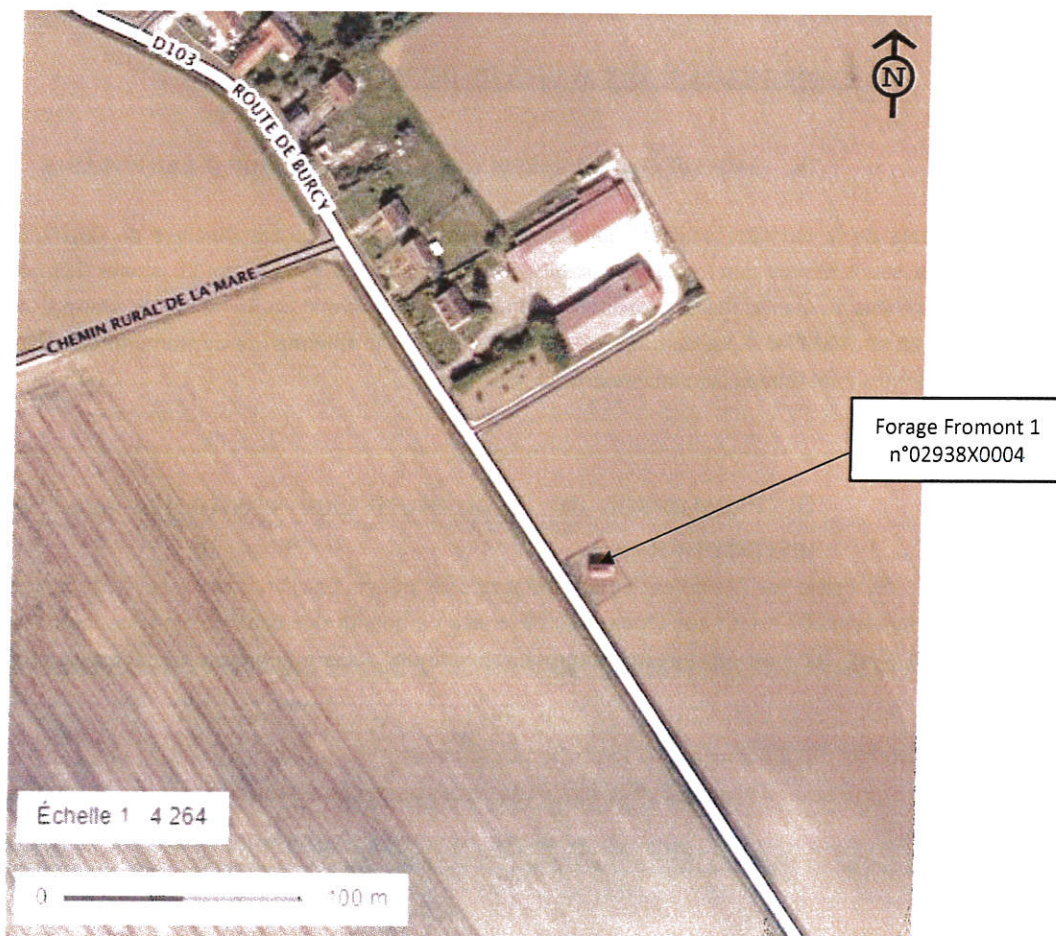
Le forage 02938X0004 est situé en bordure de la route départementale 103 reliant Fromont à Burcy, Plus particulièrement, le bâtiment abritant le forage st situé à 11,70 m, légèrement en contre-bas de la chaussée de

la RD 108, sans fossé collecteur intercalaire. L’environnement immédiat est essentiellement composé de champs cultivés. A noter la présence d’une ferme agricole avec habitation à 90 m au Nord du captage.

Figure 20 : Site du réservoir sur tour de Fromont (300 m³)



Figure 21 : Environnement immédiat du captage



III. ETUDE DE LA QUALITE DES EAUX

La dernière analyse la plus complète réalisée par l’Agence Régionale de Santé 77 dans le cadre du contrôle sanitaire est fournie en Annexe 4 (analyse du 09/07/2015 - *la prochaine analyse complète sera réalisée en 2020*).

1. FACIES CHIMIQUE

L’eau captée par le forage de Fromont possède une minéralisation moyenne à élevée (environ 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et à pH neutre du fait de la nature carbonatée de l’aquifère capté. Plus précisément, l’eau du forage présente un faciès bicarbonaté calcique et magnésien correspondant à la formation des Calcaires de Brie / Champigny local.

Pour comparaison, différentes eaux de forages d’eau potable locaux captant d’après leur coupe géologique ce même niveau aquifère, ont été intégrées dans un diagramme de Piper (Figure 22). Le forage de Ramoulu, récemment réhabilité de façon à capter préférentiellement la formation des calcaires de Champigny a également été intégrée comme eau de référence. On remarque ainsi que le faciès des eaux des différents forages est assez proche, malgré le niveau préférentiellement capté avec un décalage selon un faciès plus ou moins chloruré. L’eau du forage de Fromont se situe à l’intermédiaire de ces deux pôles malgré la mise en évidence d’eau provenant quasi uniquement du toit des calcaires de Brie.

2. COMPARAISON AUX SEUILS DE QUALITE

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 09/07/2015) 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 6 et en ANNEXE 4. Le captage ne présente pas de problèmes de contaminations bactériennes (absence de germes intestinaux) sur son eau brute.

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

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. A cet effet, **elle ne subit aucun traitement spécifique**, autre qu’une désinfection avant sa mise en distribution.

A noter toutefois des traces de Trichloréthylène détectées historiquement, mais également à l’issue du pompage longue durée (8h30 heures) de Février 2019 (grâce au seuil de détection assez bas du laboratoire LDA 77) Voir Tableau 6)

Figure 22 : Position de l'eau brute du forage de Garentreville dans un diagramme de Piper et intégration d'eaux brutes des forages locaux

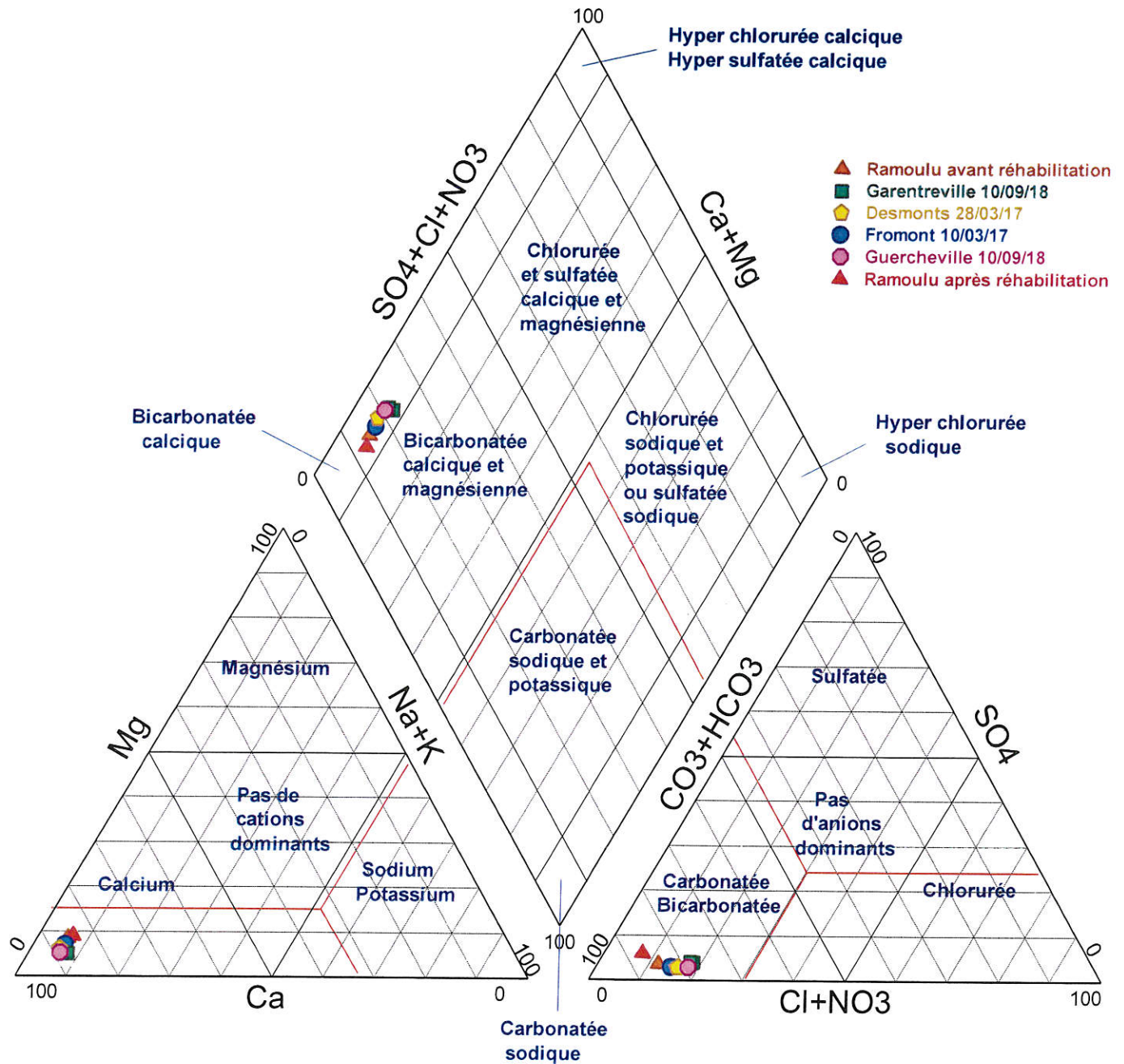


Tableau 6 : Analyse de l’eau brute du 09/07/2015 et comparaison aux seuils et références de qualité Eau brute / Eau distribuée

Paramètres	Unités	Analyse sur eau brute du 09/07/2015	Limites de qualité (Annexe 1) Eau distribuée	Limites de qualité (Annexe 2) Eau brute
Paramètres organoleptiques				
Couleur (Pt)		0	<15	200
Paramètres physico-chimiques liés à la structure naturelle des eaux				
Chlorures (Cl ⁻)	mg/l	12,2	250	200
Sodium (Na ⁺)	mg/l	5,7	200	200
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/l	6,6	250	250
Température	°C	13,7	25	25
Paramètres concernant les substances indésirables				
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	<0,05	0,10	4
Carbone organique total (COT)	mg/l	0,3	2	10
Hydrocarbures dissous ou émulsionnés	mg/l	<0,1	/	1
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	26,1	50	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	10	100
Cadmium (Cd)	µg/L	<1	5	5
Chrome total (Cr)	µg/L	NA	50	50
Cyanures (CN ⁻)	µg/L	NA	50	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	0,10	1
Mercuré (Hg)	µg/L	NA	1	1
Plomb (Pb)	µg/L	NA	10	50
Sélénium (Se)	µg/L	8	10	10
Pesticides (Par substances individuelles, y compris les métabolites)	µg/L	<0,02	0,10	2
Pesticides (Somme)	µg/L	<0,5	0,5	5
Paramètres microbiologiques				
Entérocoques	UFC/100 ml	<40	0	10 000
Escherichia coli	UFC/100 ml	<40	0	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.

Tableau 7 : Comparaison des analyses d’eau réalisées à l’issue du pompage longue durée du 12/02/19 par deux laboratoires agréés « eau potable » (LDA 77 et CARSO) voir ANNEXES 5 et 6

Paramètres	Unités	Résultats Laboratoire LDA 77 12/02/19	Résultats Laboratoire CARSO 12/02/19	Limites de qualité (Annexe 1) Eau distribuée	Limites de qualité (Annexe 2) Eau brute
Conductivité à 25 °C	µS/cm	513	492	Entre 200 et 1000	/
TAC	°F	22,6	23	/	/
Hydrogénocarbonates	mg/l	275	281	/	/
Ammonium	mg/l	Non Analysé	< 0,05	0,10	4
Calcium	mg/l	86	93,9	/	/
Magnésium	°C	4	4	/	/
Sodium	mg/l	6,5	6,3	200	200
Potassium	mg/l	2	2	/	/
Chlorures	mg/l	12	13,9	250	200
Sulfates	mg/l	6	6,7	250	250
Nitrates	mg/l	27	26,6	50	100
Nitrites	mg/l	<0,01	<0,02	0,5	/
Orthophosphates	mg/l	Non Analysé	0,06	/	/
Sélénium	µg/l	7,1	5,47	10	10
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	0,24	<0,5	10	/
Perchlorates	µg/l	3,4	3,31	4 /15	/
Somme des Pesticides (Triazines)	µg/l	Non détectés (<0,05)	Non détectés (<0,05)	0,01 µg/l par substance et 0,5 µg/l pour la somme	2 µg/l par substance et 5 µg/l pour la somme

3. PARAMETRES EN EXCES OU PROCHES DES SEUILS

A. PARAMETRES D’ORIGINE GEOCHIMIQUE

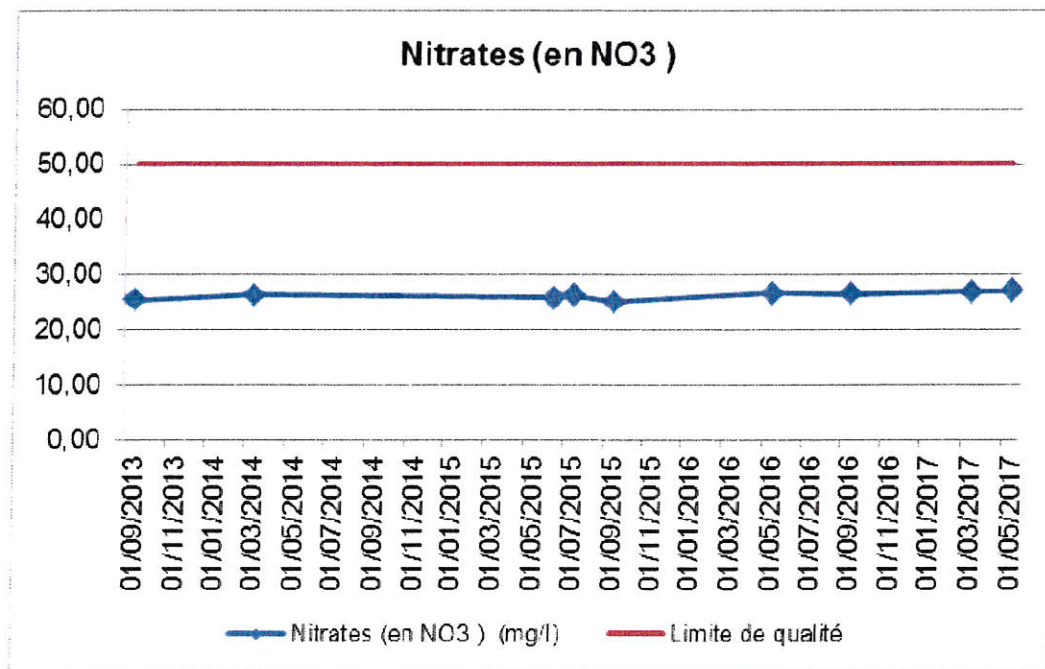
Comme tous les forages locaux exploitant les niveaux aquifères des calcaires du Brie / Champagne avec influence de la nappe de Beauce sus-jacente, le forage de Fromont présente des teneurs en Sélénium comprises entre 5 et 8 µg/l, à surveiller car proches de la norme de 10 µg/l. (voir Figure 23).

B. PARAMETRES D’ORIGINE ANTHROPIQUE

a) Pollutions diffuses d’origine agricole

La présence de teneurs moyennes en Nitrates (de 27 mg/l) et l’absence de traces de pesticides de la famille des Triazines indiquent une vulnérabilité moyenne de la nappe captée face aux activités de surface. L’évolution de ces teneurs est fournie par les graphiques des Figures 25 et Tableau 8. L’évolution des teneurs en nitrates ne montre pas de saisonnalité ou de relation avec le battement de la nappe libre de Beauce (Figures 27 et 28).

Tableau 8 : Suivi contractuel de l’évolution des teneurs en nitrates par le délégataire SAUR
(autocontrôle d’après le RAD 2017 SAUR)



4. POLLUTIONS HISTORIQUES

D’après les relevés historiques de la banque de données ADES (analyses sur eau brute du forage) des traces de Solvants chlorés (Trichloroéthylène) ont été détectés jusqu’en 2008, ainsi qu’en traces, à l’issue du test de pompage longue durée de 8 h 30 effectué en Février 2019. Cette contamination est historiquement attribuée à l’ancien site THOMSON-THALES localisé au Nord de Puiseaux. La dépollution de ce site initiée en 2002 et, toujours sous surveillance des services préfectoraux du Loiret, a entraîné l’extraction de 8 tonnes de Trichloroéthylène dans la nappe libre de Beauce au droit du site. Ce site se trouve à l’amont hydrogéologique du captage, comme l’ensemble de la zone d’activité de Puiseaux qui concentre l’essentiel des sites à risques du secteur (voir Figure 29).

Cette pollution constitue une indication quant au tracé du Bassin d’alimentation souterrain du captage de Fromont qui semblerait ainsi être en relation avec la partie Nord de Puiseaux.

Figure 23 : Evolution des teneurs en Sélénium (en µg/l) depuis 2000 – Source ADES

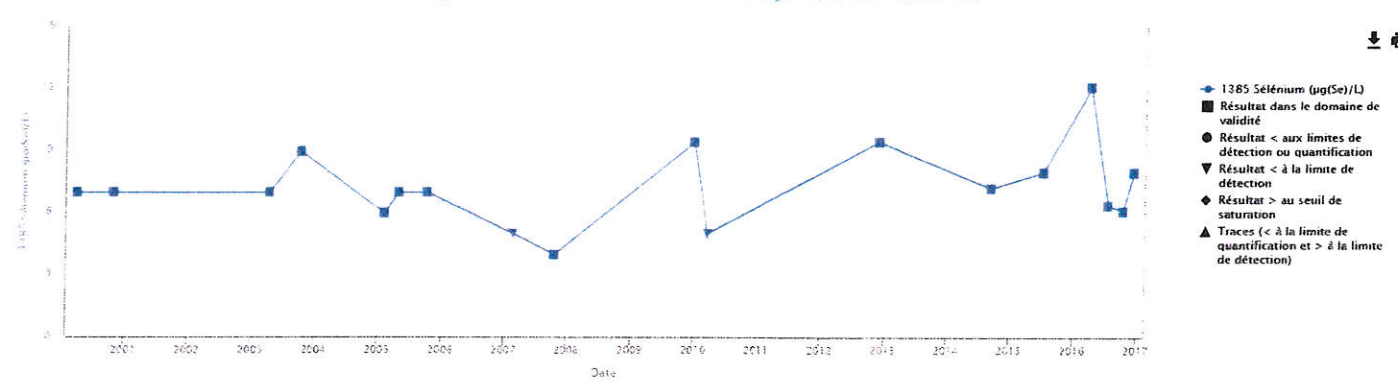


Figure 24 : Evolution des teneurs en Perchlorate (en µg/l) depuis 2013 – Source ADES

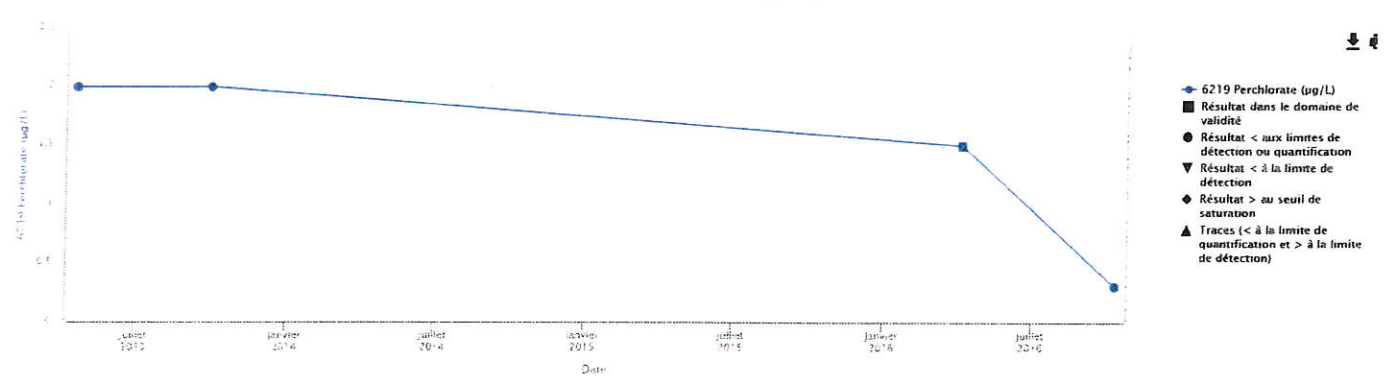


Figure 25 Evolution des teneurs en Triazines (Atrazine et DesethylAtrazine) en $\mu\text{g/L}$ depuis 1998 – Source ADES

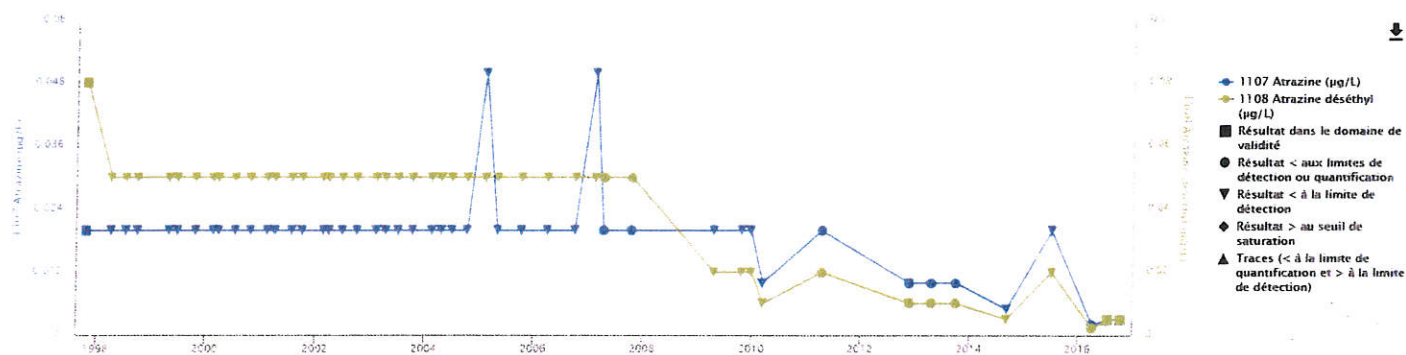


Figure 26 Evolution des teneurs en COHV (Trichloroéthylène et Tetrachloroéthylène) en $\mu\text{g/L}$ depuis 1998 – Source ADES

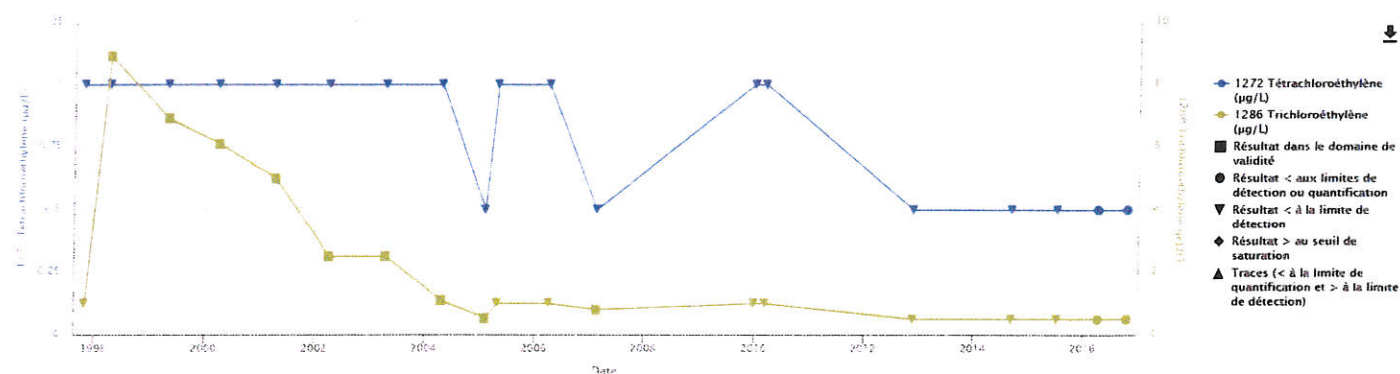


Figure 27 Evolution des teneurs en nitrates en mg/l mesurées sur l'eau brute depuis 1998 – Source ADES

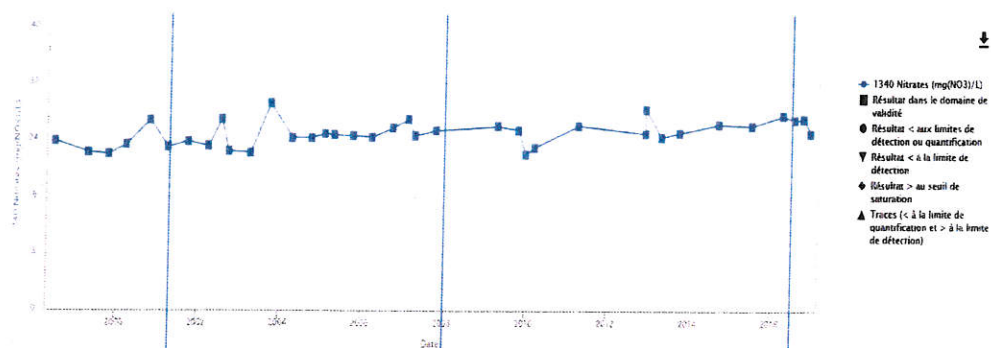
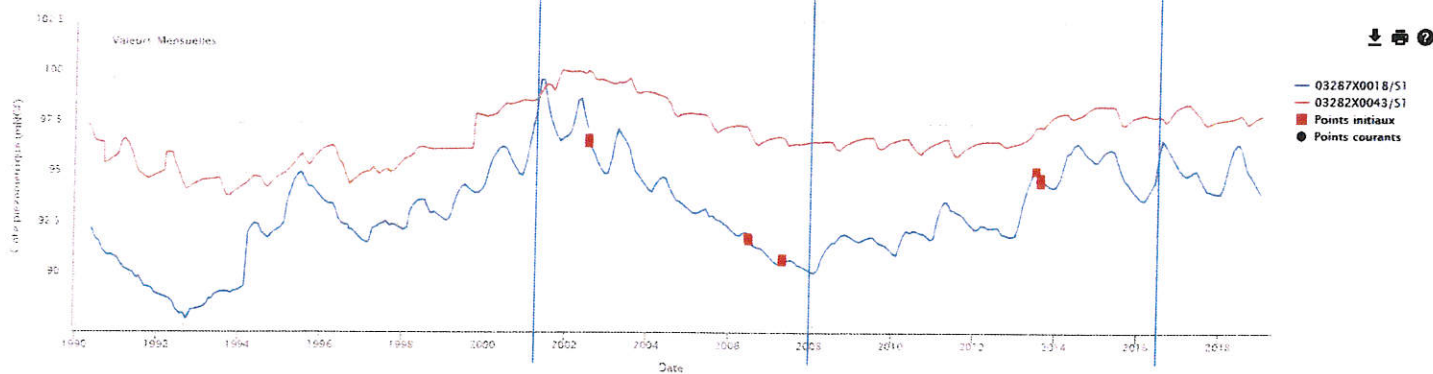
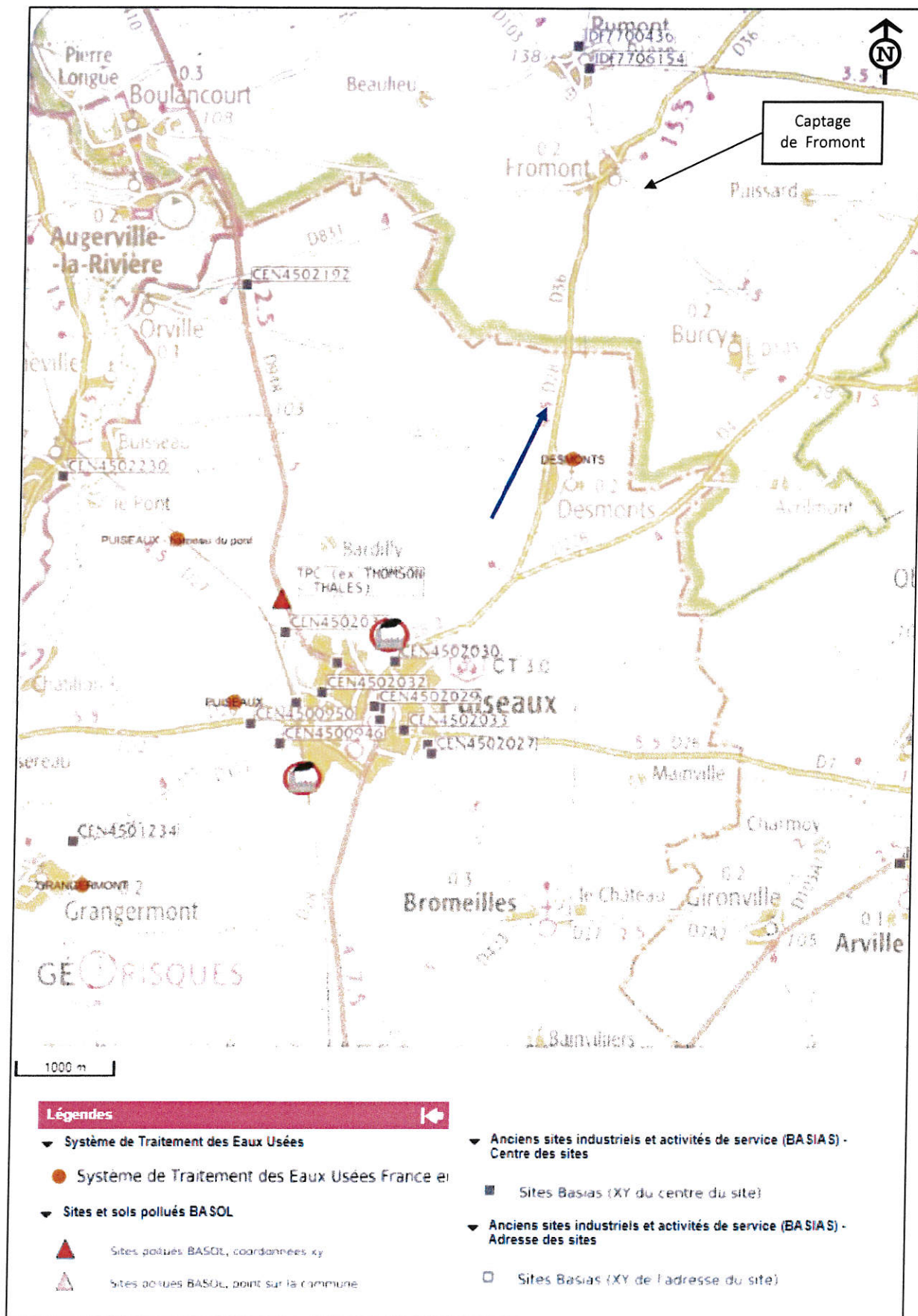


Figure 28 : Evolutions piezométriques de la nappe de Beauce enregistrée au niveau des piezomètres d'Engenville (03287X0018) et Batilly-en-Gâtinais (03282X0043)



Données issues du Portail national eaux souterraines du SIE ADES

Figure 29 : Localisation des sites pollués connus (BASOL) et des activités à risques l’arrêt ou encore en service (BASIAS)



IV. CADRE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

1. CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL

Le secteur d’étude se situe sur les formations continentales de l’Oligocène inférieur présentes au Sud du Bassin Parisien, en continuité des formations calcaires du plateau de Beauce dont les vestiges sont marquées par les buttes témoins Calcaires de Pithiviers / Molasse du Gâtinais, alignées Est/ Ouest au droit de Puiseaux.

La remontée des couches de l’Oligocène inférieur (stampien) vers la vallée de la Seine a renforcé l’érosion des niveaux supérieurs de Beauce (Figure 30).

Globalement, l’étagement géologique local (hors buttes témoins résiduelles) est composé de :

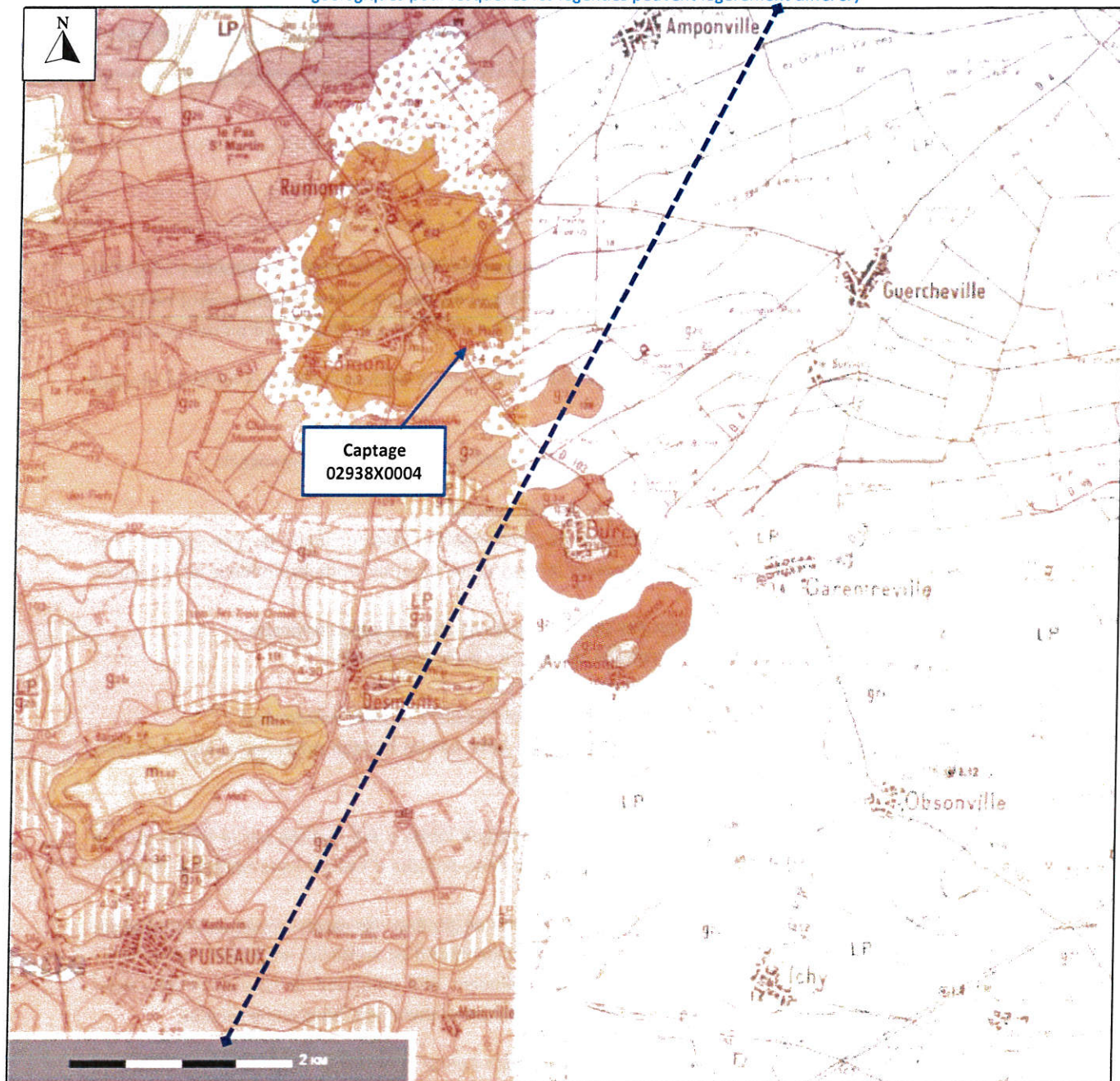
- 16 à 17 m de Calcaires d’Etampes (Faciès de marne blanche)
 - 40 à 41 m de la formation sablo-gréseuse de Fontainebleau avec un banc de grès de 6 à 7 m d’épaisseur localement identifié par plusieurs forages entre 40 et 47 m de profondeur au niveau de Garentreville
 - La Molasse d’Etrechy (si visible) n’est pas signalée sur les coupes géologiques locales
 - 9 à 10 m de Calcaires de Brie (faciès calcaire induré gris / blanc meuliérisé)
 - 0 à 3 m de Marnes vertes « supragypseuses » Ludien sup
 - 20 à 22 m de Calcaires de Champigny (calcaires blancs / beiges à passées marneuses)
- Le niveau des calcaires de Champigny est limité en base par un horizon marqueur d’argiles vertes, communément appelé « Marnes vertes infragypseuses »

Plus précisément, une modélisation de la structure géologique locale a été réalisée par le BRGM lors de l’étude du bassin d’alimentation des captages de production d’eau potable d’Eau de Paris situées à Nemours dans la vallée du Loing.

A partir des données de forage locaux, cette étude a permis de générer des cartes isopaques et isohypses des différents niveaux géologiques recoupés et permettent rapidement d’en apprécier les limites d’extensions. Celle-ci sont présentées en Figures 34 à 35. Ces cartes indiquent une extension limitée de la formation intercalaire imperméable des Marnes vertes, ainsi qu’une puissance relativement faible sur le secteur.

Le système hydrogéologique tel que décrit ci-après fonctionne donc à contre-pendage (le plongement des couches se faisant vers le Sud-Ouest, comme le montre la coupe géologique globale (voir Figure 33).

Figure 30 : Extrait des cartes géologiques BRGM 1/50000 imprimées (le secteur d’étude se trouve à la jonction de 4 cartes géologiques pour lesquelles les légendes peuvent légèrement différer)



LEGENDE

- | | |
|--|--|
|   LP ou LP/g _{2b} : Limons des plateaux |  m _{1a1} : Aquitanien inf : Molasse du Gâtinais |
|  F ₂ : Alluvions récentes |  g _{2b} / g _{2c} : Stampien sup : Calcaires lacustres d’Etampes |
|  Cm _{1a1} : Colluvions |  Trait de coupe transversale (Figure 20) |
|  m _{1a2} : Aquitanien sup : Calcaires de Pithiviers | |

Figure 31 : Coupe géologique du forage agricole 02938X0034/F de M.Mazure situé à 657 m au Nord du captage de Fromont (la formation des marnes vertes intercalaires n’est pas mentionnée)

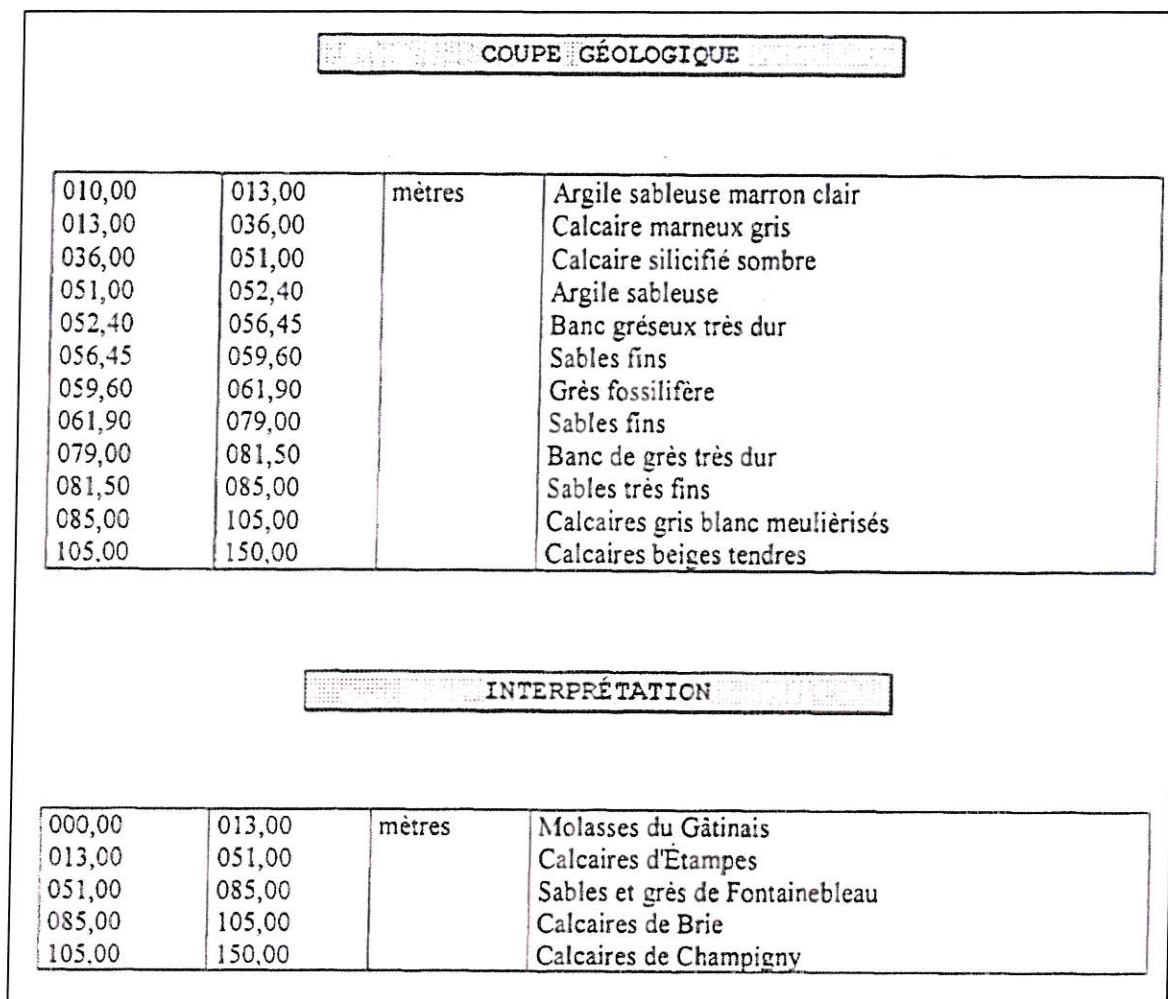


Figure 32 : Log stratigraphique établi à partir de la coupe lithologique foreur du forage agricole 02938X0020 – M.Chavanneau (situé à 775 m à l’OSO du captage de Fromont)

BSS000WCTE

02938X0020/F1

Log validé

Profondeur

De 0.0 à 105.0 m **Rafraîchir**

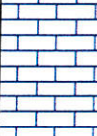
Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
12.00	Calcaires de Beauce		Marne et calcaire. Intervalle Molasse du Gâtinais - Calcaire d'Etampes sommital.	Chattien à Aquitanien	106.00
30.00	Calcaire d'Etampes (Calcaire du Gâtinais)		Calcaire gris foncé	Chattien	88.00
32.00			Pas de données. Présence du Calcaire d'Etampes probable.		86.00
42.00	Sables et Grès de Fontainebleau		Sable fin.	Rupélien	76.00
70.00			Sable fin et grès.		48.00
74.00	Calcaire de Brie		Calcaire blanc, siliceux.		44.00
76.00			Calcaire blanc prédominant et marne.		42.00
77.00			Calcaire blanc.		41.00
80.00			Calcaire blanc et dépôt millimétrique vert, dur.		38.00
82.00			Marne et calcaire.	Ludien à Rupélien	36.00
84.00			Calcaire gris blanc crème, dépôt millimétrique vert, dur. 84-105 m : intervalle Argile verte - Calcaire de Champigny.		34.00
86.00			Calcaire gris blanc crème, siliceux.	Paléocène à Eocène	32.00
88.00			Calcaire rose.		30.00
105.00			Calcaire et rare marne gris clair.		13.00

Figure 33 Coupe géologique transversale avec indication du niveau piézométrique de la nappe libre de Beauce (source : Rapport BRGM - RP 64840)

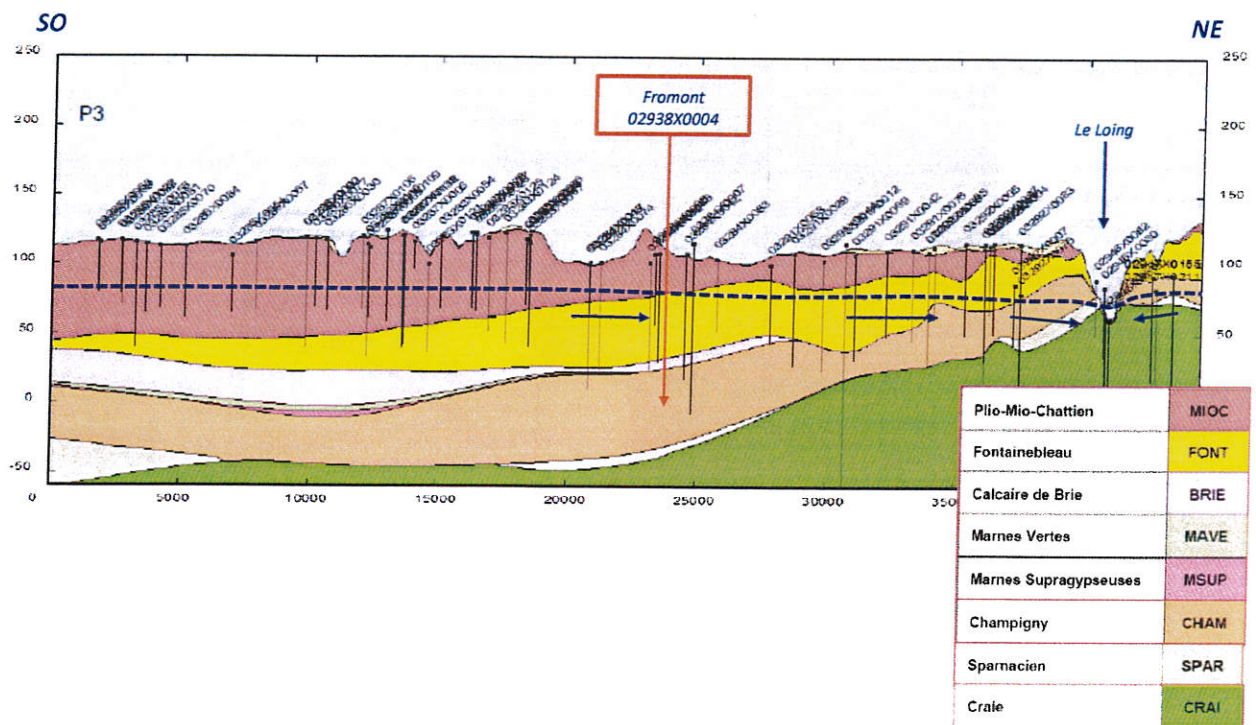


Figure 34 Extension et altitude du toit de la formation des Marnes vertes (source : Modèle géologique du Tertiaire du Bassin Parisien (BRGM, DRIEE 2011))

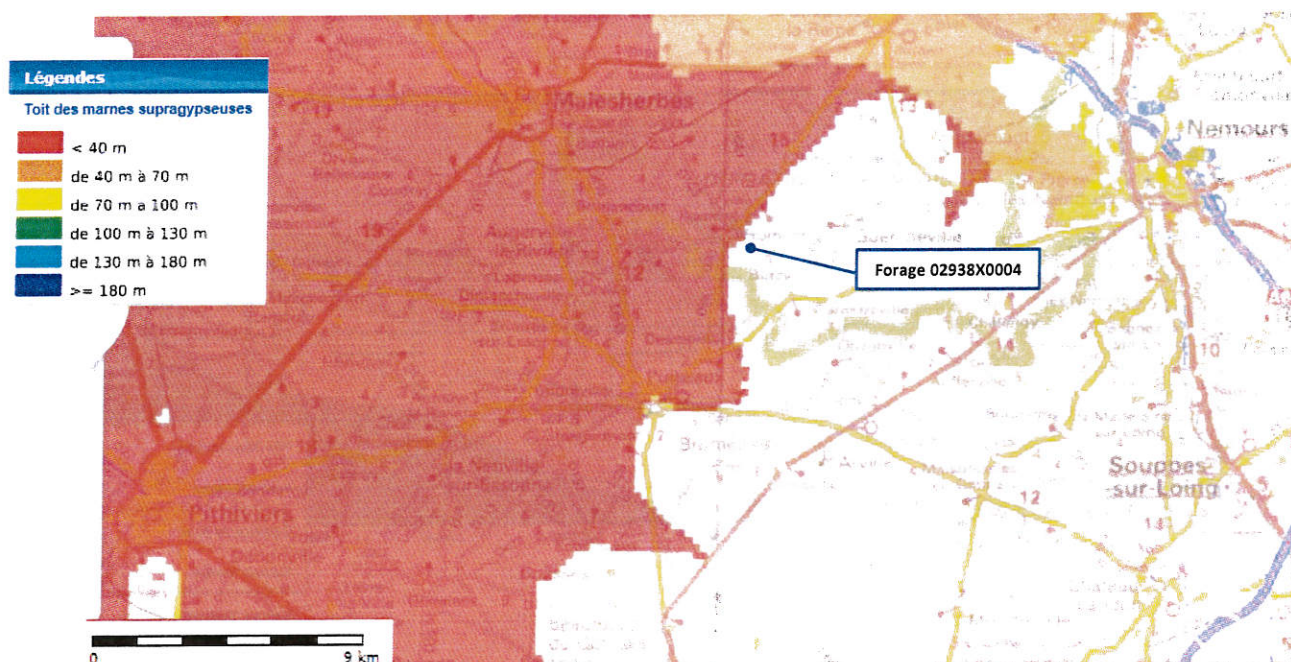


Figure 35 : Extension et altitude du toit des Calcaires de Brie (source : Modèle géologique du Tertiaire du Bassin Parisien (BRGM, DRIEE 2011))

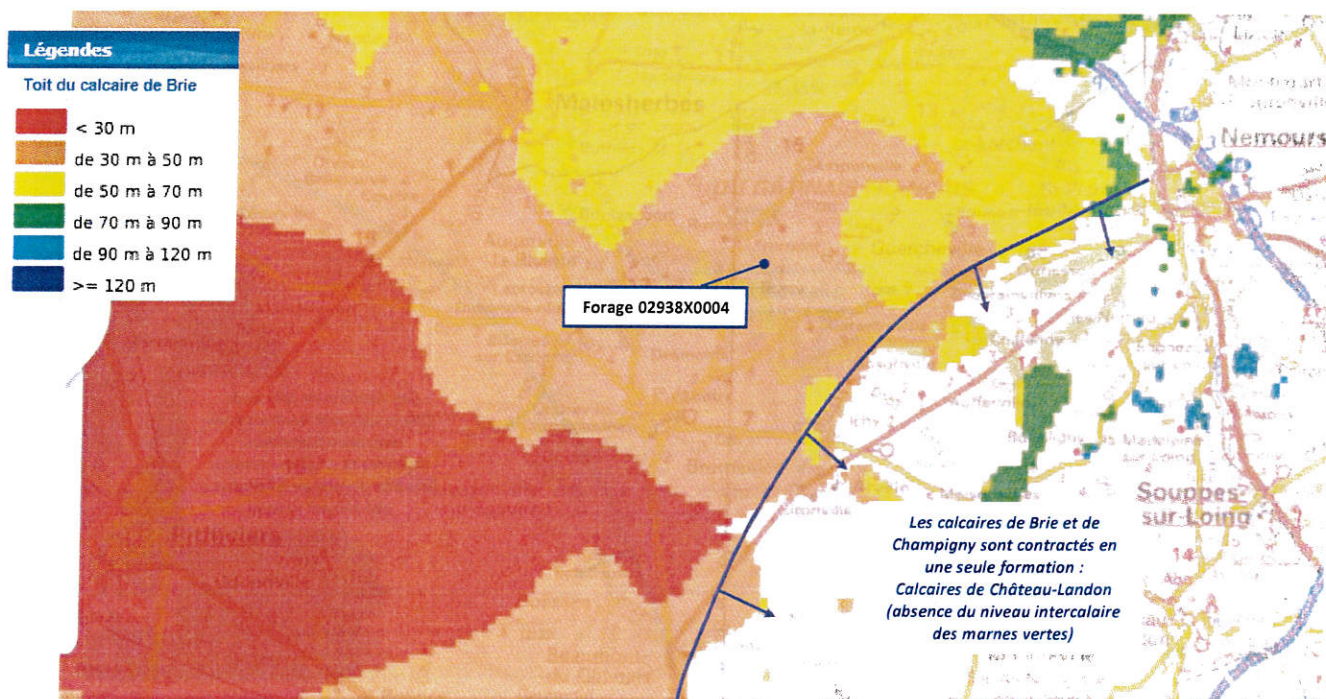
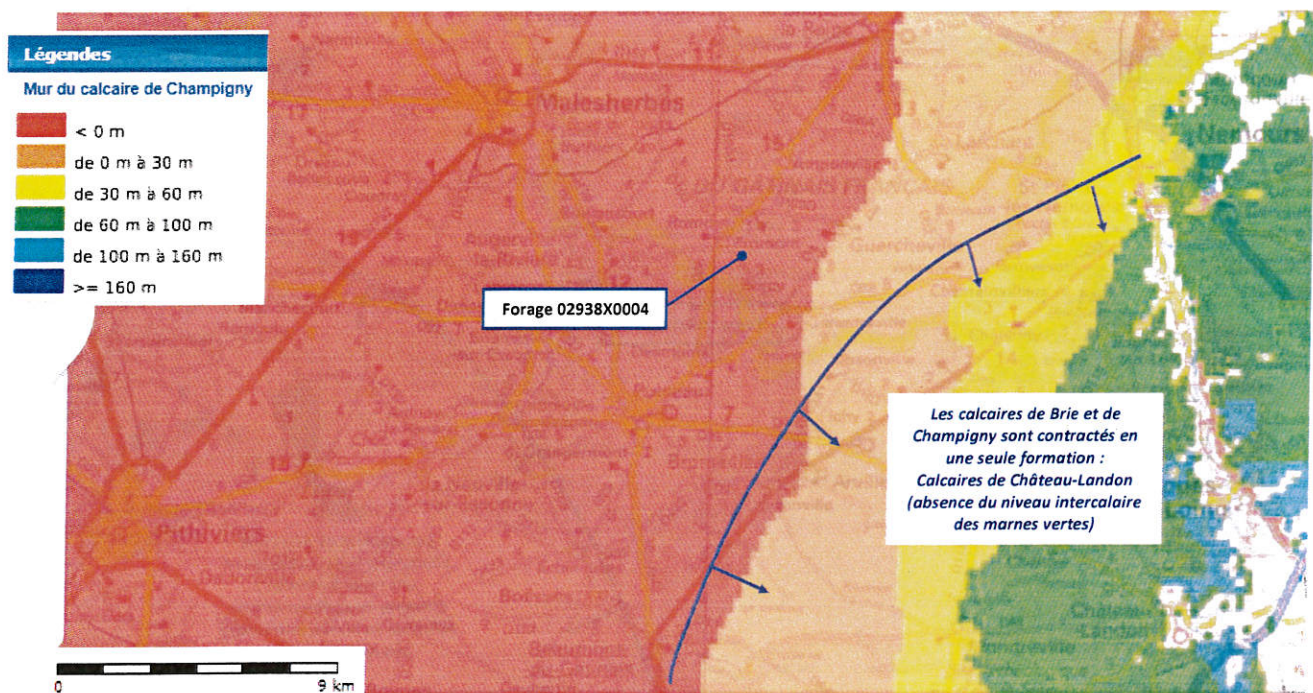


Figure 36 Extension et altitude du Mur des calcaires de Champigny (source : Modèle géologique du Tertiaire du Bassin Parisien (BRGM, DRIEE 2011))



2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE LOCAL

Au niveau hydrogéologique, le secteur est composé de plusieurs niveaux aquifères permettant de distinguer deux nappes principales qui concernent plus spécifiquement la zone d’étude. A noter qu’il existe une petite nappe perchée située dans le niveau résiduel des calcaires de Pithiviers et reposant sur la puissante Molasse du Gâtinais, en haut des buttes témoins (visible au niveau des petits puits peu profonds perchés en haut du village de Fromont) .

A. NIVEAU 1 : NAPPE DE BEAUCE (NAPPE DE L’OLIGOCENE CONTENUE DANS LE NIVEAUX AQUIFERES SABLES DE FONTAINEBLEAU + CALCAIRES DE BRIE)

La puissante nappe de Beauce est contenue dans la formation des sables de Fontainebleau et des calcaires de Brie. Sur le secteur de Fromont, cette nappe libre est assez profonde (40 m de profondeur en moyenne hors zone de buttes géologiques résiduelles). Le niveau des calcaires d’Etampes est donc totalement dénoyé et la majeure partie de la zone non saturée est constituée par les sables de Fontainebleau. Cette nappe se recharge quasi exclusivement par les pluies efficaces et possède, du fait de sa grande profondeur, un cycle interannuel d’environ 5 ans entre les hautes et basses eaux hydrogéologiques. Les variations de précipitations saisonnières n’ont donc que très peu d’impact sur le niveau piézométrique de cette nappe. En raison de son caractère libre, cette nappe est drainée par les principales rivières locales (l’Essonne à l’Ouest et le Loing à l’Est) où elle affleure dans les vallées

De ce fait, ses directions et sens d’écoulement sont influencés par les vallées. Comme en attestent les courbes piézométriques de la Figure 37. Au droit de Fromont, l’écoulement de cette nappe est orienté du Sud-Ouest vers le Nord-Est ; Fromont se situant à proximité de la ligne de crête piézométrique séparant les bassins versant souterrains Essonne / Loing. Le gradient hydraulique est localement très faible de l’ordre de 2 ‰ (nappe avec peu de relief du fait d’une importante zone non saturée). La densité de forage sur lesquels le niveau piézométrique est mesurable est trop faible pour précisément marquer cette ligne de partage des eaux souterraines.

B. NIVEAU 2 : NAPPE DU CHAMPIGNY (NAPPE DE L’EOCENE SUPERIEUR)

Une nappe semi-captive à captive est présente dans le niveau aquifère sous-jacent des calcaires de Champigny. Selon l’épaisseur et la continuité latérale de la formation imperméable des marnes vertes présente entre le calcaire de Brie et les calcaires de Champigny, cette nappe est plus ou moins captive. Comme le montre la Figure 38, ce niveau disparaît progressivement vers l’Est (à savoir vers la vallée du Loing), mettant en contact les deux niveaux calcaires, difficilement différenciables et dont la contraction a donné le nom d’une seule formation : Calcaires de Château-Landon.

Cette nappe de l’Eocène Supérieur est donc principalement drainée par la Seine ; à savoir vers le Nord-Nord-Est (à contre-pendage) mais se trouve largement influencée par le drainage effectuée par le Loing à l’Est. La vallée de l’Essonne semble être de plus faible influence sur les isopièzes de cette nappe semi-captive. A noter toutefois que les cartes piézométriques existantes ont été réalisées sur une densité de point assez faibles (manque de forage) et sur des ouvrages captant souvent les deux niveaux aquifères (Calcaires de Brie et de Champigny).

Peu d’ouvrages exploitant uniquement le niveau des calcaires de Champigny, après cimentation annulaire efficace des calcaires de Brie, sont recensés sur ce secteur. Seul le forage 02938X0034 (forage d’irrigation agricole présent sur la commune de Fromont) permet de fournir un niveau piézométrique plus précis de la nappe des calcaires de Champigny. Cet ouvrage indique une différence de 6,50 m entre le niveau de la nappe des calcaires de Champigny et la nappe de Beauce sus-jacente (la cote piézométrique du forage étant de + 68.98 m NGF tandis que la cote du captage d’eau potable local indique une cote + 75,50 m NGF). La différence

de pression entre les deux nappes à l’interface du mur des Marnes vertes par exemple (vers la côte + 31 m NGF) serait d’environ + 0,5 bar pour la nappe de Beauce. Ceci génère un écoulement de la nappe supérieure vers la nappe inférieure du Champigny à travers l’horizon marneux intercalaire. Cette drainance descendante constitue donc la principale alimentation de la nappe des Calcaires de Champigny et son intensité dépend de l’épaisseur et de l’argilosité locale de la formation intercalaire des marnes vertes.

En raison du plongement des couches vers le Sud-Sud-Ouest (à savoir vers le centre du bassin lacustre de Beauce), la formation des calcaires de Champigny n’affleure jamais à l’amont et ne se recharge jamais directement par les pluies efficaces. Ce fonctionnement spécifique entraîne un déplacement des pollutions anthropiques rencontrées en nappe de Beauce vers le niveau profond des calcaires de Champigny qui, bien que plus profond, se trouve contaminé par des produits phytosanitaires / et ou industrielles et pourvu de teneurs en nitrates non négligeables.

3. ETUDE DE LA PIEZOMETRIE LOCALE

La base de données SIGES fournit les cartes piézométriques des nappes de l’Eocène supérieur (ensemble des formations du Ludien regroupant les calcaires de Champigny et le calcaire de Château-Landon) ainsi que les cartes de l’Oligocène (Stampien) : à savoir la nappe de Beauce. Ces cartes sont extrait du modèle de Beauce réalisé par la DIREN/ BRGM en 2002 (Hautes Eaux hydrogéologiques).

Afin de vérifier et d’actualiser voire de préciser ces isopièzes, ASTREE a visité de nombreux forages agricoles locaux captant ces formations aquifères (environ 40 forages principalement agricoles). Cependant, en raison de la profondeur importante de la nappe, ces ouvrages sont souvent équipés de pompes de grosse capacité de refoulement et de colonnes à brides boulonnées très volumineuses empêchant la descente de la sonde piézométrique (la majeure partie du temps, la sonde posait sur une bride ou s’emmêlait dans les câbles électriques de pompe). Parfois, la mesure n’a pu être réalisée en raison d’une protection par plaques ou grille soudée du forage ne permettant pas l’accès au tube du forage.

Les quelques mesures ayant pu être réalisées avec succès en mai-juin 2018 (à savoir avant le démarrage de la saison d’irrigation agricole et en période de hautes à très hautes eaux hydrogéologique) sont synthétisées dans le Tableau 9 et reportés sur la Figure 39. Au regard du faible écart d’altitude piézométrique constaté avec la mesure d’archive de la fiche BRGM de l’ouvrage (correspondant souvent à sa date de création), il apparaît que le battement local de la nappe est très faible. Ceci résulte de la forte profondeur de la nappe et de la grande capacité du réservoir de Beauce.

Au regard de la faible densité de mesures obtenues, les isopièzes du Modèle de Beauce, finalement plus précises ont été conservées pour la définition du bassin d’alimentation souterrain. Les isopièzes tracées au moyen des quelques mesures confirment toutefois le sens d’écoulement et le gradient hydraulique.

A noter par ailleurs qu’en raison d’une faible densité de forages accessibles et captant de façon bien distincte les différents niveaux aquifères, il n’est pour l’heure pas possible d’effectuer des cartes piézométriques fiables de la nappe des calcaires de Champigny et de la nappe des calcaires de Brie hors mélange. Les cartes des Figures 38 et 39 indiquent un sens d’écoulement de la nappe de Beauce et de la nappe de l’Eocène supérieur orienté vers le Nord-Nord-Est. Le méandre de l’Essonne au niveau d’Ondreville-sur-Essonne entraîne un fort redressement des isopièzes à l’amont et un sens d’écoulement plutôt orienté de l’Ouest-Sud-Ouest vers l’Est-Nord-Est. Ces cartes indiquent par ailleurs l’absence de superposition stricte entre les lignes de partage des eaux de surface et souterraines ; cette dernière étant plus décalée vers la vallée de l’Essonne qui semble jouer un rôle drainant plus accentué sur la nappe de Beauce et moindre sur la nappe sous-jacente.

Figure 37 : Cartes piezométriques de la nappe de Beauce (niveaux oligocènes : sables de Fontainebleau + calcaires de Brie) disponibles dans la base de données SIGES Seine-Normandie

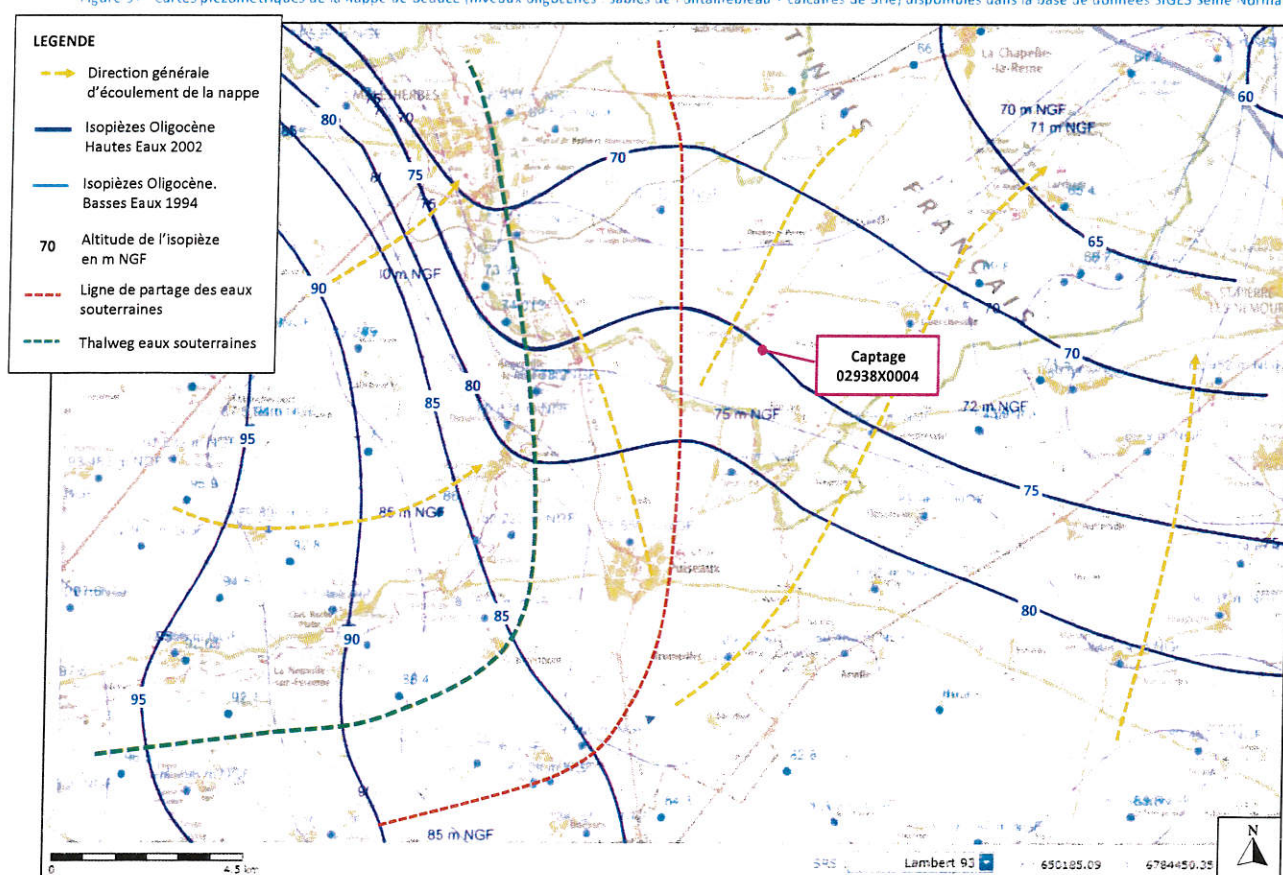


Figure 38 Cartes piezométriques de l’Eocène supérieur (nappe des calcaires de Champigny) disponibles dans la base de données SIGES Seine Normandie

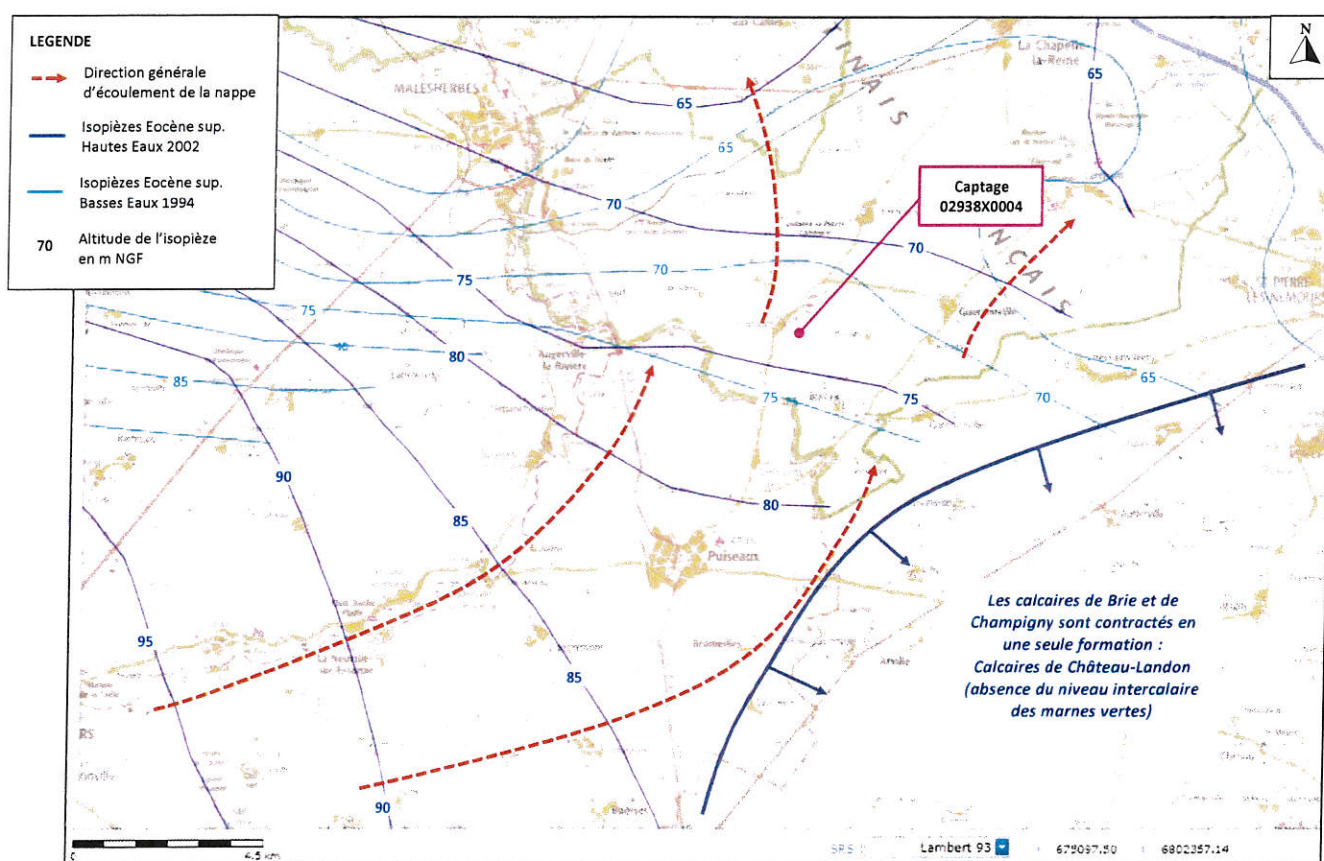


Figure 39 - Report des isopiezés des deux nappes contenues dans les formations Oligocènes (Sables de Fontainebleau + Calcaires de Brie) et dans les formations de l'Eocène supérieur (Calcaires de Champigny) et des quelques mesures piézométriques qui ont pu être réalisées en Mai-Juin 2018 (période de hautes eaux précédant la saison d'irrigation agricole)

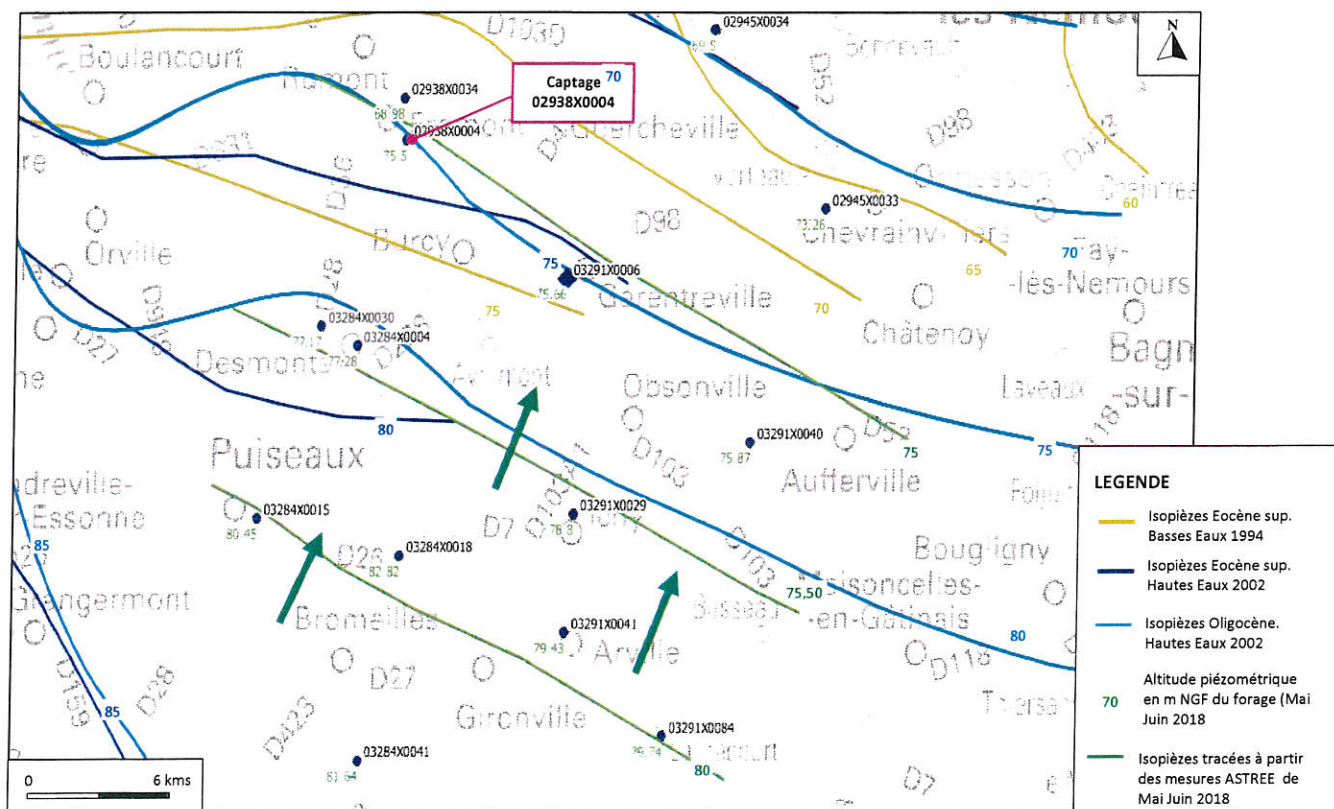




Tableau 9 : Description des valeurs piezométriques reportées en Figure 26 et mesurées lors de la campagne de Mai - Juin 2018

Identifiant BSS du forage	Propriétaire	Niveau(x) aquifères captés	Commentaires	Altitude NGF du sol mesurée par Altimètre GPS	Profondeur niveau eau en m / sol	Altitude NGF du niveau piézométrique
03284X0015	M.Dunat	Calcaires Etampes	Usage Domestique	93,80	13,35	80,45
03291X0040	M.Guinet	Calcaires Brie /Champigny ?	irrigation agricole	110,75	34,88	75,87
03284X0030	CUMA Desmonts	Calcaires de Champigny ?	irrigation agricole	112,45	35,28	77,17
02938X0034	M.Mazure	Calcaires de Champigny	irrigation agricole (valeur très basse)	139,68	65,30	68,98
03291X0029	M.Poisson	Calcaires de Château- Landon	irrigation agricole	108,35	29,55	78,80
03284X0018	Commune Bromeilles	Calcaires Etampes	sans usage (non retenu, valeur aberrante)	97,84	15,02	82,82
03291X0084	M.Lefort	Calcaires de Brie	irrigation agricole	102,24	22,50	79,74
03284X0041	M.Amiard	Calcaires de Brie	irrigation agricole	100,44	18,80	81,64
02945X0034	SIBELCO	Sables de Fontainebleau	piézomètre	119,88	50,38	69,50
03291X0041	CUMA Arville	Calcaires de Château- Landon	irrigation agricole	103,73	24,30	79,43
02945X0033	M.Thierry	Calcaires de Château- Landon	irrigation agricole	106,64	33,38	73,26
02938X0004	AEP Fromont	Calcaires de Brie	AEP (mesure du 25/07/18)	122,45	46,95	75,50
03291X0006	Garentreville AEP	Calcaires Champigny	AEP (inspection du 04/09/18)	116,80	40,42	75,66
03284X0004	AEP Desmonts	Calcaires Champigny	AEP (inspection du 07/01/19)	139,28	62,00	77,28

A. ESSAI DE POMPAGE LONGUE DUREE DU 12/02/2019

a) Dispositif / Constats

Un essai de pompage d’une durée de 8 h 30 au débit de pompage de 15,72 m³/h a été réalisé le 12/02/2019, à l’issue duquel deux prélèvements d’eau pour analyses-physico-chimiques spécifique ont été réalisés par deux laboratoires agréés « eau potable » par le Ministère de la Santé (voir ANNEXES 5 et 6).

Face au fort rabattement piézométrique constaté lors de plusieurs tentatives préalables et aux contraintes d’organisation du suivi du pompage, il n’a pas été possible de réaliser cet essai sur une durée plus longue au risque dénoyer le capteur piézométrique qui ne pouvait être positionné plus bas, et d’engendrer des désordres sur la pompe (rabattement sous NPSH).

Le dispositif de décharge du réservoir était composé du trop-plein habituel du château d’eau et de l’ouverture ponctuelle d’un poteau incendie par le Délégué SAUR ; tous deux situés sur les hauteurs du centre-bourg. Aucun phénomène de recyclage n’était possible.

La profondeur du niveau piézométrique initial (niveau statique) était de 46,86 m/sol, tandis que celle du niveau dynamique après 8 h 30 de pompage atteignait 72,27 m/sol ; soit un rabattement de 25,41 m. Le débit spécifique était donc de 0,62 m³/h/m ; ce qui est assez faible (voir Figure 40).

La pseudo-stabilisation de la descente du niveau d’eau a été constatée environ 1 h 10 minutes après le démarrage du pompage. En revanche, le niveau piézométrique est remonté quasiment à son niveau statique initial en seulement 20 minutes après l’arrêt du pompage.

En raison de leur encombrement (colonne à brides de gros diamètre et câble électrique), aucun des 3 forages agricoles alentours n’a pu être équipé d’un capteur piézométrique Mini Diver qui aurait pu permettre une mesure des interférences piézométrique et une estimation du coefficient d’emmagasinement.

b) Interprétations hydrodynamiques de l’essai :

Une interprétation de l’essai a pu être effectuée au moyen du logiciel OUAIP développé par le BRGM.

La Figure 41 présente les ajustements obtenus avec les formules de THEIS (cas d’une nappe captive) et HANTUSH-JACOB (cas d’une nappe semi-captive plus ou moins réalimentée par drainance descendante).

Dans les deux cas, l’essai montre un effet capacitif initial non négligeable de 0,15 m de rayon. Toutefois, la stabilisation rapide du rabattement indique une légère réalimentation (soutien du débit), raison pour laquelle la solution d’HANTUSH-JACOB apparaît la plus ajustée. Dans les deux cas, l’ajustement des courbes génère une transmissivité assez basse de l’ordre de 10⁻⁴ m²/s. Pour la solution d’Hantush-Jacob, cette transmissivité de 1,7.10⁻⁴ m²/s est d’ailleurs cohérente avec la transmissivité transposée (débit spécifique de 0,64 m³/h/m) égale à 1,72.10⁻⁴ m²/s. A noter qu’en l’absence de piézomètres d’observation, le coefficient d’emmagasinement n’a pu être défini. A noter que la transmissivité mesurée sur d’autres captages locaux est plutôt de l’ordre de 10⁻³ m²/s.

Etant donné les constats effectués au micromoulinet et plus particulièrement la prépondérance des venues d’eau provenant de la zone de télescopage correspondant à l’interface Sables de Fontainebleau / Calcaires de Brie, il est possible que le colmatage inférieur de l’ouvrage provoque une circulation préférentiel au niveau de cet interface.

Figure 40 : Courbes de restitution de l’essai de pompage longue durée (8 h 30) du 12/02/19 obtenues à partir de la sonde piézométrique installée à -73,20 m de profondeur sol (données SALR)

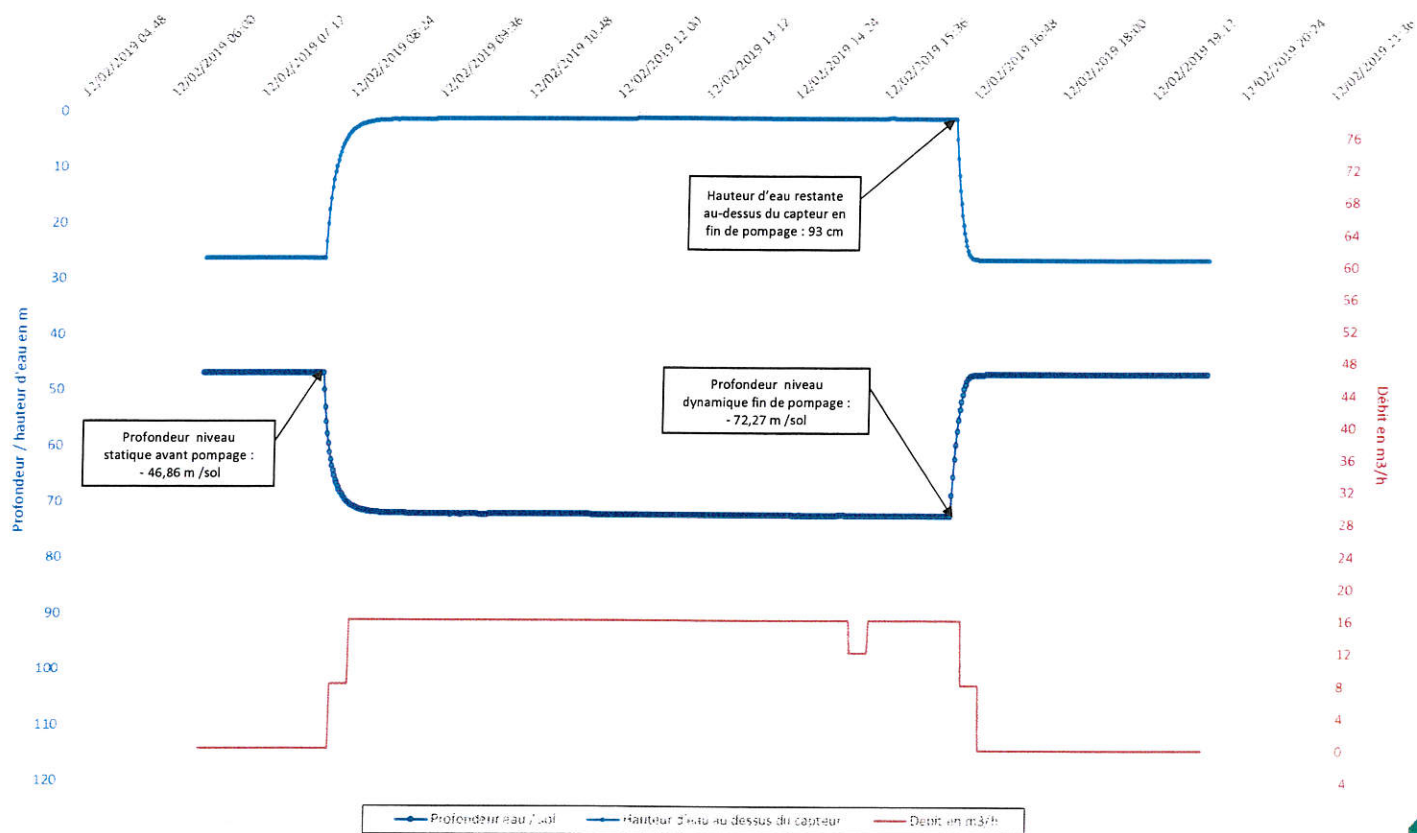
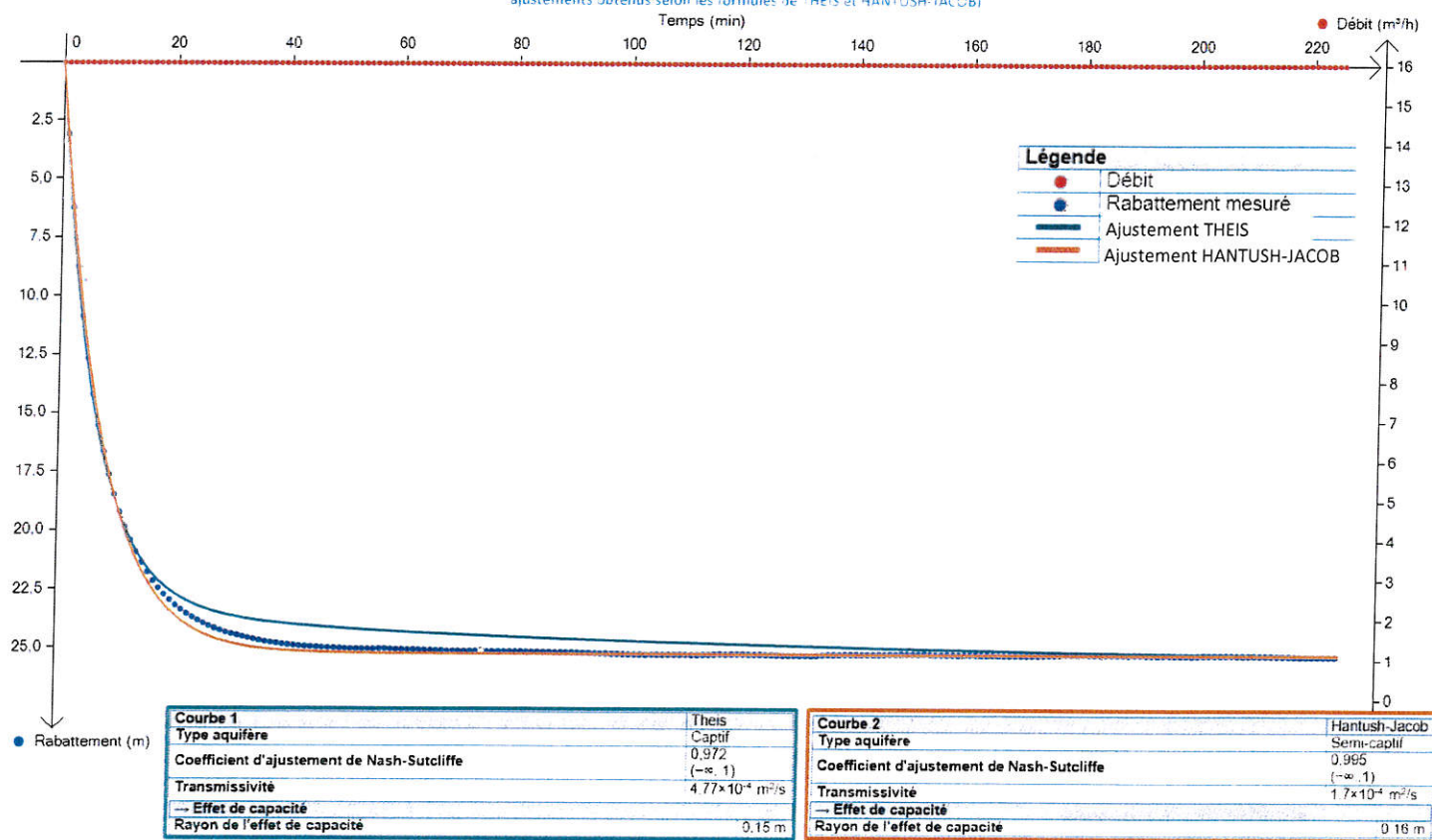




Figure 41 Interprétation des quatre premières heures de descente de l’essai de pompage longue durée du 12/02/2019 au débit de 15,72 m³/h par le logiciel OUAIP (comparaison des ajustements obtenus selon les formules de THEIS et HANTUSH-JACOB)



B. ZONES D'APPEL ET ISOCHRONES

a) Paramètres retenus

Le contour théorique de la zone d'appel générée par le pompage à 15,72 m³/h a été calculé au moyen du logiciel ZAPPEL développé par le BRGM, qui utilise la formule de Wyssling. Les paramètres hydrodynamiques utilisés sont précisés sur les Figures 42 et 43. Le test de pompage ayant permis de préciser l'ordre de grandeur de la transmissivité globale de 2.10⁻⁴ m²/s (même si les mesures au micromoulinet ont montré une alimentation quasi-totale au niveau du toit des calcaires de Brie), il n'a pas été possible d'équiper un forage local d'un capteur piézométrique afin d'obtenir une valeur théorique du coefficient d'emménagement. Les valeurs de porosité efficace indiquées dans la fiche descriptive des Calcaires de Brie en Beauce (FICHE ENTITE BD-LISA NV2 107AK) sont de 1 à 5 %. Ces valeurs semblent toutefois assez élevées pour le contexte local, et les simulations ont donc été réalisées avec des valeurs de porosité efficace de 0,1 à 1 %. De même ces simulations ont été réalisées à partir d'une transmissivité de 2.10⁻³ m²/s. Ces différentes simulations permettent ainsi de visualiser directement l'impact de l'incertitude sur ce paramètre, sur l'extension des isochrones et donc des périmètres de protection. Les contours ont été reportés sur fond IGN 1/25000 et sur fond cadastral pour une visualisation plus précise au droit du forage.

La zone d'appel définie constituera l'aval du bassin d'alimentation du captage.

b) Interprétations

Géométrie du cône de rabattement :

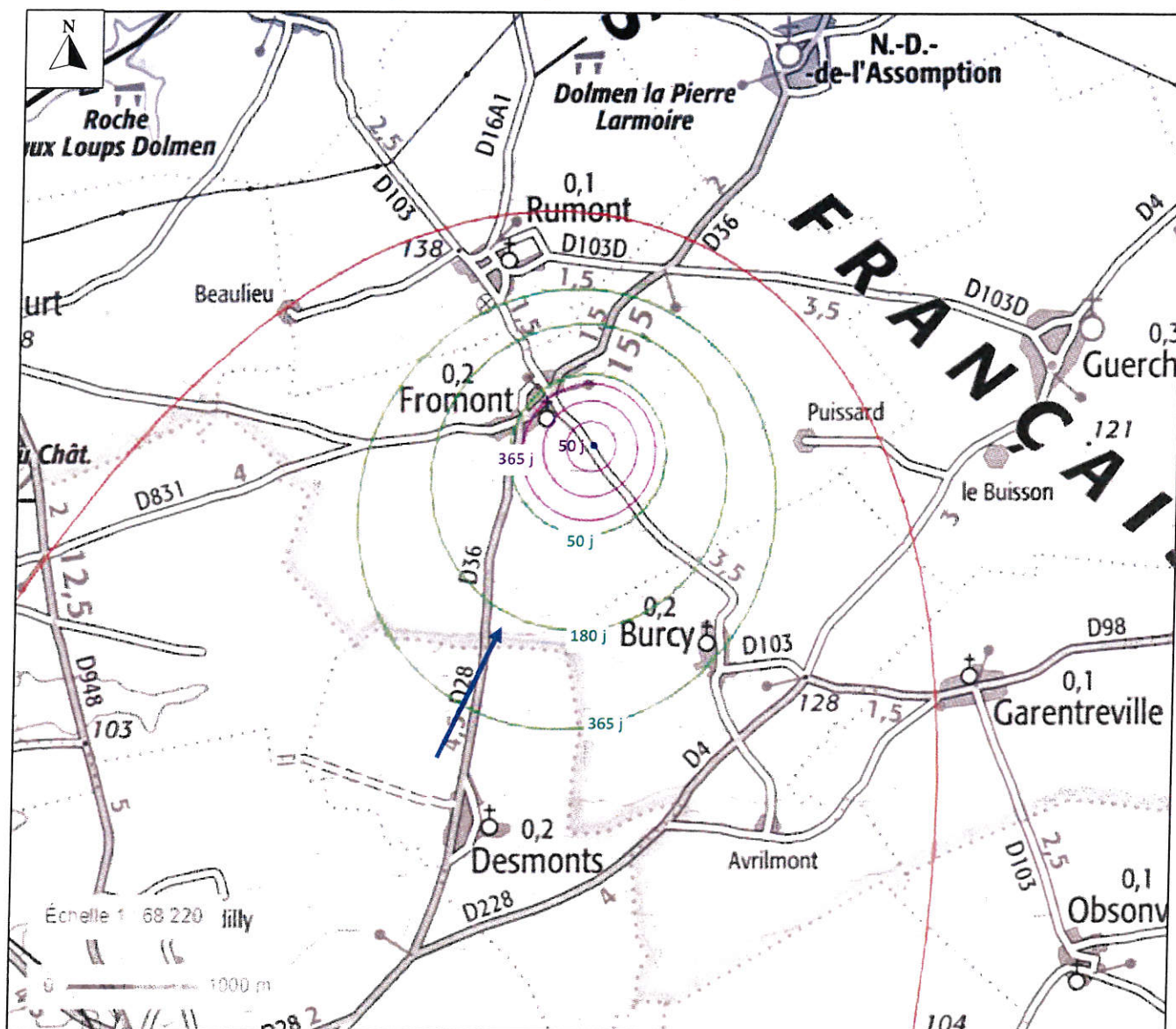
La faible transmissivité (de l'ordre de 10⁻⁴ m²/s) obtenue suite à l'interprétation de l'essai de pompage longue durée (potentiellement biaisée par les apports essentiellement localisés au pied du tubage plein), et le faible gradient hydraulique de la nappe, se traduisent par un cône de rabattement très étalé et donc une zone d'appel de grande emprise avec à proximité des limites de la zones, des rabattements quasi négligeables..

Le fort rabattement obtenu pour un si faible débit de pompage indique une faible porosité efficace de l'aquifère (un fort déstockage de l'aquifère est nécessaire pour fournir le volume d'eau demandé). La mesure d'interférence piézométrique sur un forage voisin aurait permis de connaître l'ampleur de l'étendue du cône de rabattement en profondeur et de caler les paramètres hydrodynamiques.

Emprise des isochrones

Dans un premier temps, les dimensions des isochrones sont fonctions de la porosité efficace de l'aquifère (plus cette porosité est faible et plus les isochrones sont distantes du forage. Dans un second temps, les isochrones sont latéralement bornées par la zone d'appel de même qu'à l'aval du forage. L'emprise de la zone d'appel a donc un impact indirect sur le tracé des isochrones comme indiqué par la Figure 43 présentant une transmissivité plus élevée.

Figure 42 : Zone d'appel calculée pour une Transmissivité de 2.10^{-4} m²/s et Isochrones (50 j, 180 j, 365 j) calculés pour une porosité de 0,1 % ou 1 %, à partir du logiciel ZAPPEL (BRGM) utilisant la formule de Wissling pour un débit d'exploitation de 15,72 m³/h



Paramètres de calcul de la zone d'appel

Débit de pompage [m ³ /h]	15,72
Transmissivité [m ² /s]	2.00e-04
Gradient [sans unité]	2.00e-03
Coordonnée XF du forage [Lambert-93 m]	663515,00
Coordonnée YF du forage [Lambert-93 m]	6794830,00
Distance d'appel maximal vers l'amont [m]	5000,00
Angle de rotation [°]	20,00

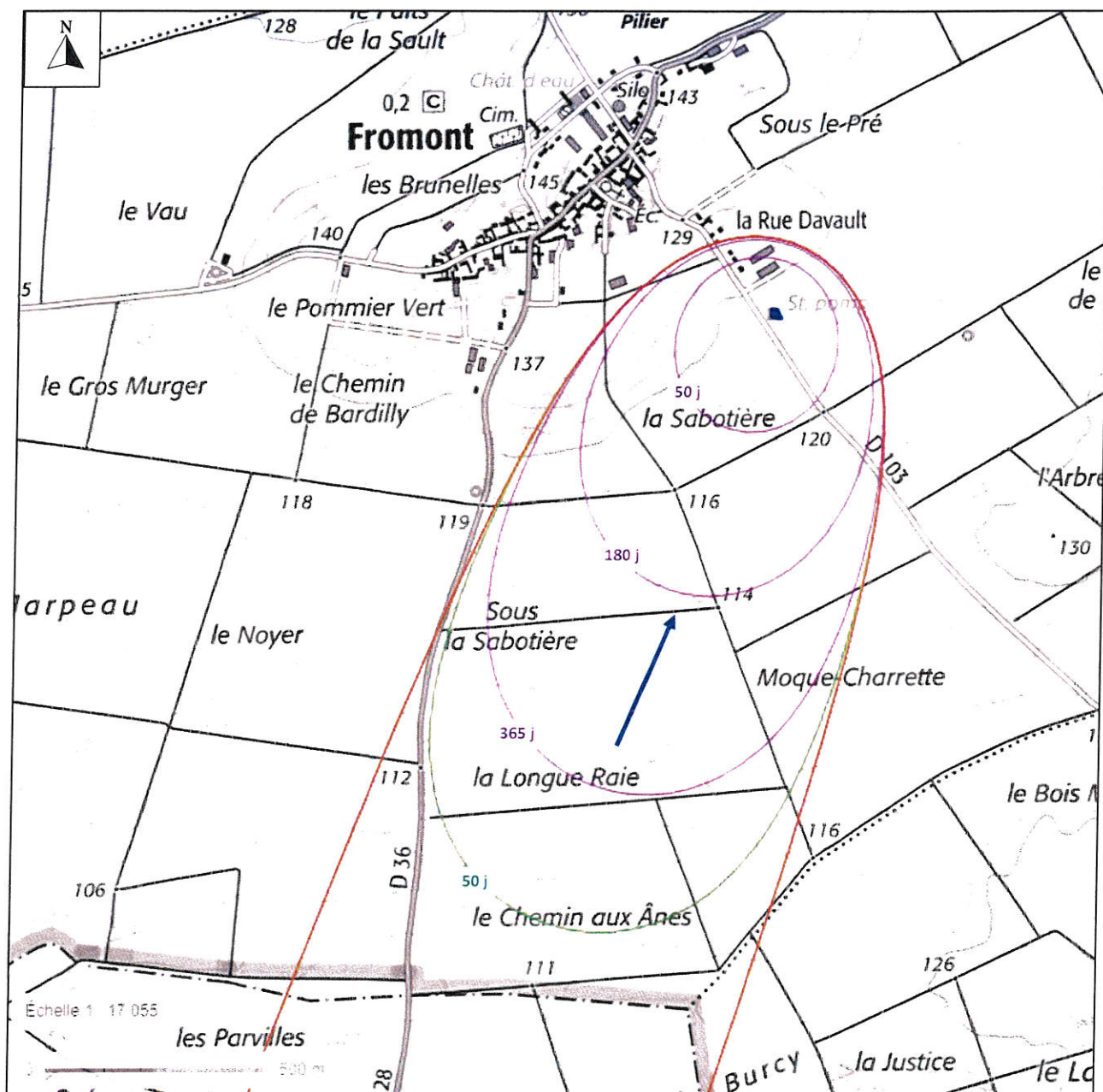
Paramètres de calcul des isochrones

Epaisseur de l'aquifère [m]	16,00
Porosité cinématique [sans unité]	1.00e-03

Paramètres de calcul des isochrones

Epaisseur de l'aquifère [m]	16,00
Porosité cinématique [sans unité]	1.00e-02

Figure 43 : (Pour comparaison) Zone d'appel calculée pour une Transmissivité de 2.10^{-3} m²/s et Isochrones (50 j, 180 j, 365 j) calculés pour une porosité de 0,1 % ou 1 %, à partir du logiciel ZAPPEL (BRGM) utilisant la formule de Wissling pour un débit d'exploitation de 15,72 m³/h



Paramètres de calcul de la zone d'appel

Débit de pompage [m3/h]	15,72	÷
Transmissivité [m2/s]	2.00e-03	÷
Gradient [sans unité]	2.00e-03	÷
Coordonnée XF du forage [Lambert-93 m]	663515,00	÷
Coordonnée YF du forage [Lambert-93 m]	6794830,00	÷
Distance d'appel maximal vers l'amont [m]	5000,00	÷
Angle de rotation [°]	20,00	÷

Paramètres de calcul des isochrones

Epaisseur de l'aquifère [m]	16,00
Porosité cinématique [sans unité]	1.00e-03

Paramètres de calcul des isochrones

Epaisseur de l'aquifère [m]	16,00
Porosité cinématique [sans unité]	1.00e-02

4. 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 Beauce et de la nappe de l’Eocène supérieur, étant donné que le forage capte les deux niveaux aquifères
- Les contours des bassins versants topographiques, afin d’inclure les apports provenant des écoulements superficiels et 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 15,72 m³/h définis précédemment à partir de la formule de Wyssling pour différentes valeurs de transmissivité
- L’impact des pompages des autres forages AEP locaux et qui limitent l’extension amont de l’ACC

A. CONTOURS DU BASSIN VERSANT SOUTERRAIN

A l’aval du captage, le bassin versant souterrain d’alimentation a été déterminé en prenant la zone d’appel (direction d’écoulement de 20 ° par rapport à l’axe Nord-Sud) et la zone d’appel définie par la formule de Wyssling (voir Figure 33). Toutefois, il est proposé de se baser sur la zone d’appel définie pour une transmissivité de 2.10⁻³ m²/s et non 10⁻⁴ m²/s, valeur qui semble plus réaliste et en cohérence avec les valeurs des forages locaux.

Le battement de la nappe étant très faible (peu de différences piézométriques ont été rencontrées sur un même forage à un intervalle de mesure de 60 voire 70 ans indiquant un faible battement naturel de la nappe), les isopièzes sont donc probablement assez constantes dans le secteur au regard de l’inertie du système hydrogéologique. Il n’est pas nécessaire de prendre en compte des variations saisonnières dans la direction d’écoulement. Au regard de la coupe technique de l’ouvrage et malgré les résultats du micromoulinet, les directions et sens d’écoulement des deux niveaux aquifères pour le tracé du bassin souterrain (à savoir la nappe des calcaires de Champigny alimentée par drainance descendante depuis la puissante nappe de Beauce).

A l’amont du captage, le bassin d’alimentation souterrain a ensuite été étendu jusqu’à la ligne de partage des eaux souterraines (Vallée de l’Essonne / Vallée du Loing) définie par la carte piézométrique. La rotation des isopièzes au Nord de Puiseaux entraînerait un biseautement du tracé du bassin souterrain à l’amont. Toutefois, l’extension amont du BAC est rapidement limitée par les zones d’influence des captages d’eau potable des villages voisins ; à savoir le captage de Desmonts (45) au débit d’exploitation de 13 m³/h, et le captage de Puiseaux (45) au débit d’exploitation maximal de 90 m³/h. Ces trois captages se trouvant globalement alignés sur une même direction d’écoulement, leurs BAC sont ainsi emboîtés et donc jointifs. Ils sont de plus intégrés de fait au vaste BAC des captages AEP de Nemours.

D’après ce tracé, la superficie du bassin souterrain obtenu est d’environ 4 km² et s’étend sur une distance de 3 à 8 kms vers Puiseaux. Le positionnement de la ligne de partage des bassins souterrains Essonne / Loing reste imprécis sur ce secteur. De ce fait, la limite amont Ouest du BAC l’est également. En effet, les traces de TCE (TriChlororéthylène) détectées sur le captage de Fromont indiquent que des écoulements souterrains provenant du Nord-Ouest de Puiseaux, pourtant situé dans le bassin versant souterrain de l’Essonne, atteindraient le BAC du captage de Fromont. Toutefois, un étalement local du panache polluant dû au gradient de concentration et à la diffusion moléculaire pourrait expliquer cette dispersion sans cohérence hydrodynamique.

Figure 14. Localisation des captages d'eau potable amont à Fromont et exploitant les niveaux des calcaires de Brie et de Champigny
(Pour Desmonts, les périmètres de protection sont en cours d'élaboration)

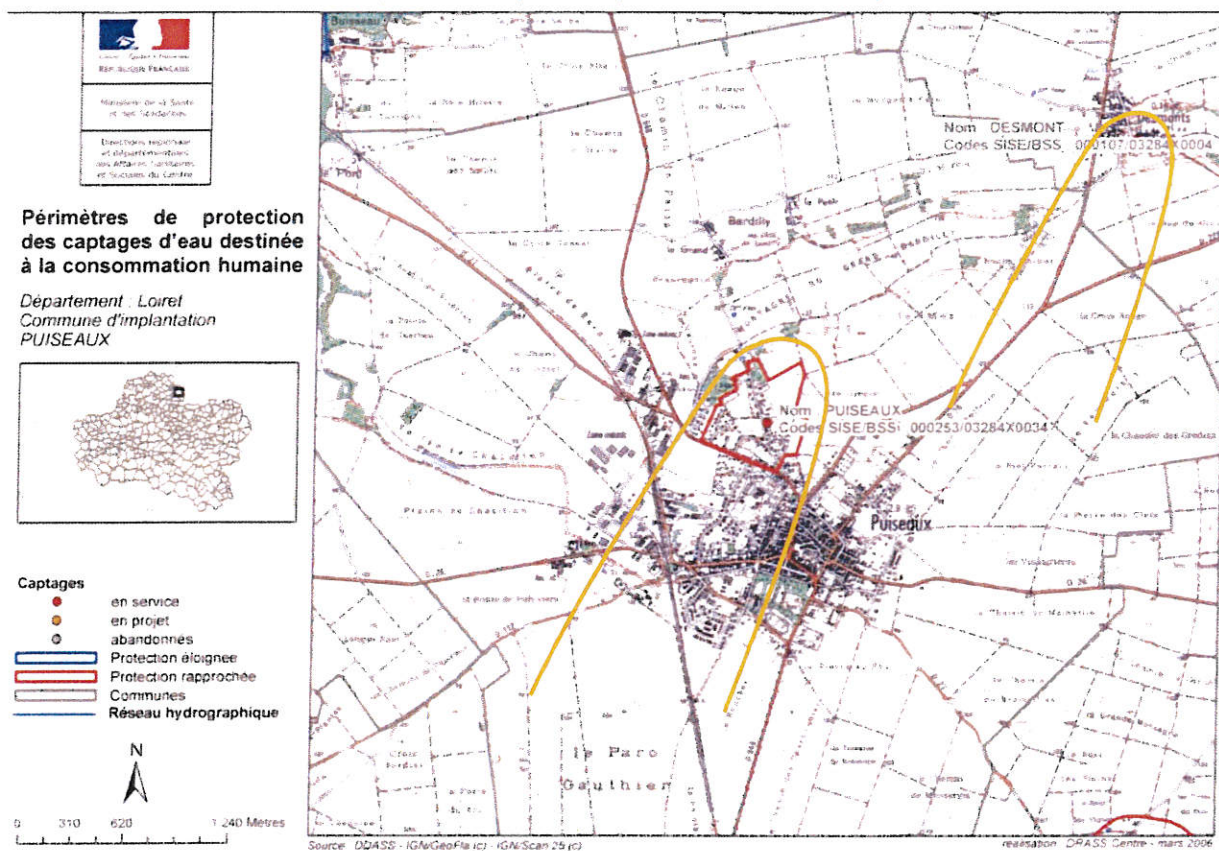
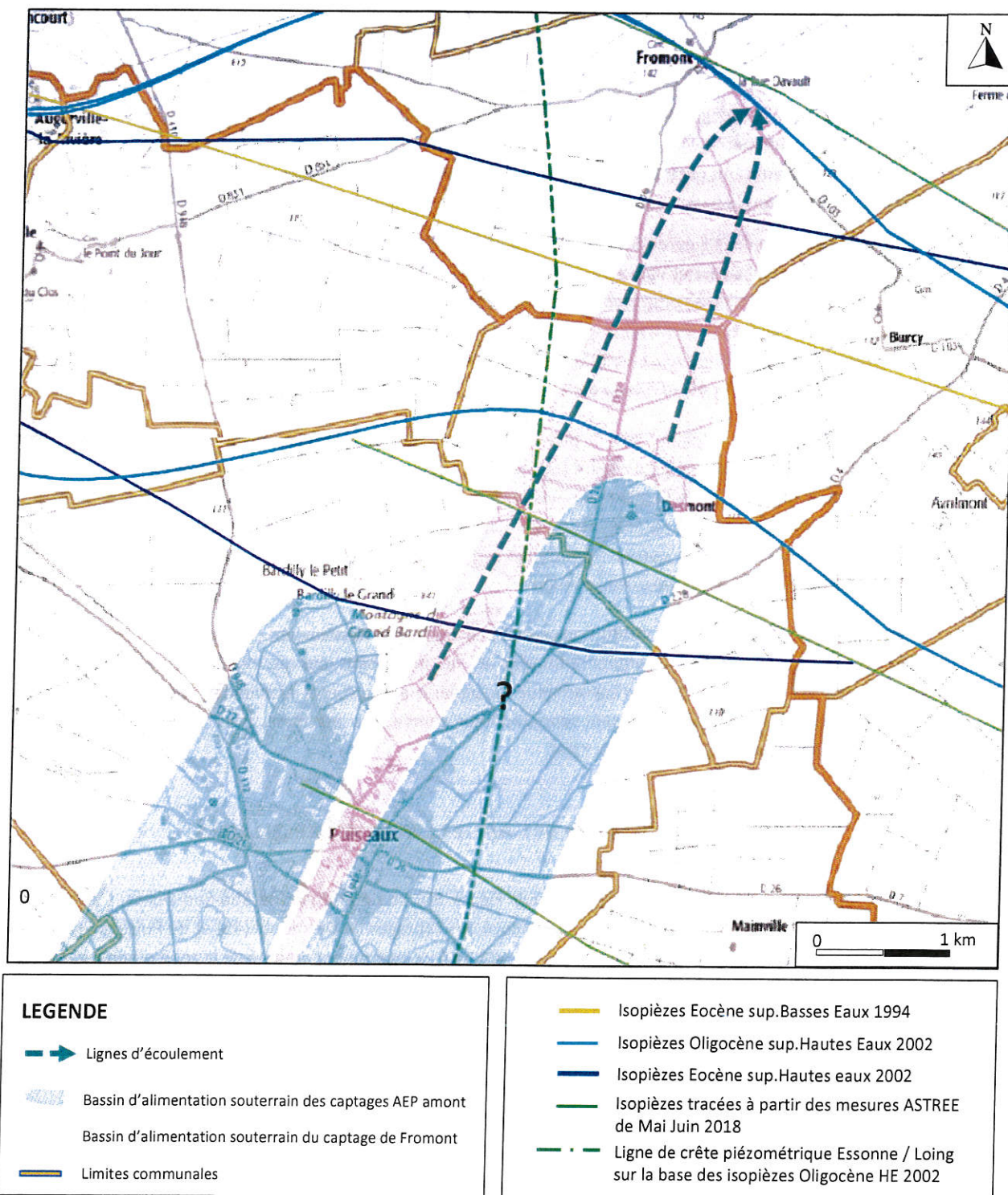


Figure 45 : Détermination du bassin d’alimentation souterrain du captage de Fromont (4 km² environ)



B. LES BASSINS VERSANTS TOPOGRAPHIQUES

A partir du Modèle Numérique de Terrain (IGN BD Alti 75 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. Excepté les buttes témoins de Burcy, Fromont, Rumont et Desmonts, la topographie du secteur est très plane. Les bassins topographiques sont difficilement identifiables. A cet effet, bien que peu marquée dans le paysage, la ligne de partage des eaux de surfaces entre les bassins Essonne et Loing est située à 2 kms à l’Est du captage de Fromont. Au regard de l’orientation de l’extension et de l’orientation du BAC retenu, la totalité de l’AAC se trouve dans le bassin versant topographique de l’Essonne.

La représentation de la Figure 46 permet de distinguer très nettement les deux bassins versant principaux (vallée de l’Essonne à l’Ouest et Vallée du Loing à l’Est) séparés par une ligne de crête de direction Nord-Nord-Est / Sud-Sud-Est. Ces rivières constituant le seul réseau hydrographique à écoulement pérenne du secteur, les vallées sèches ont été également découpées en petits bassins versant secondaires dont la morphologie est suffisamment marquée pour avoir une influence sur les écoulements de surface. Ce découpage est également précisé par les Figures 47 et 49 au niveau de la zone du BAC.

Comme indiqué sur la Figure 49, la prise en compte de la topographie dans la définition de l’AAC entraînerait l’ajout d’une superficie de 4 km² (équivalente à la superficie du BAC) en partie Est..

Ceci signifie qu’après ruissellement puis infiltration, les eaux météoriques pourraient intégrer le bassin d’alimentation souterrain bien qu’originellement situées en dehors (conformément à la méthodologie préconisée par le BRGM). Cette portion importante correspond aux têtes de bassins versants topographiques bien délimités par les buttes de Burcy et Avriilmont.

Toutefois comme indiqué par l’IDPR (Indice de Persistance des Réseaux) en Figure 48, les sols et terrains géologiques locaux sont essentiellement infiltrants et ne produisent pas de réel ruissellement (ceci est confirmé par l’absence de réseau hydrographique secondaire marqué et à écoulement pérenne). Cet ajout important d’une portion de bassin versant topographique semble peu pertinent. Il est proposé de ne pas en tenir compte dans la délimitation finale de l’AAC.

C. DELIMITATION DE L’AAC ET CONTOURS PARCELLAIRES

L’AAC ainsi définie est de forme allongée (voir Figure 50) et s’étend vers le Sud-Sud-Ouest. L’extrémité amont de cette AAC a été limitée du fait de la présence des captages de Desmonts (45) et de Puiseaux (45) qui influencent à leur tour la piézométrie locale. L’extrémité aval va légèrement au-delà de la zone d’appel générée par le pompage.

En suivant le contour des parcelles cadastrales concernées, la superficie pertinente de l’AAC est portée globalement à 4 km² soit 400 hectares (sans prise en compte de la zone comprise entre Desmonts et Puiseaux). La répartition par territoire communaux recoupés est la suivante :

- 2 km² sur la commune de Fromont (77) : 49,5 % de l’AAC
- 2 km² sur la commune de Desmonts (45) : 49,5 % de l’AAC
- 0,04 km² sur la commune de Burcy (77) : 1 % de l’AAC

Remarque : Ce contour parcellaire provisoire de l’AAC sera adapté après la définition précise des contours des périmètres de protection du captage par M.BARON (Hydrogéologue agréé). Cette intégration du tracé des périmètres de protection pourra alors augmenter ou réduire la superficie de l’AAC proposée dans cette étude.

Figure 46 Topographie moyenne du secteur en m NGF et positionnement de la ligne de partage des eaux de surface entre les deux vallées : Essonne et Loing (d’après Open Topo Map)

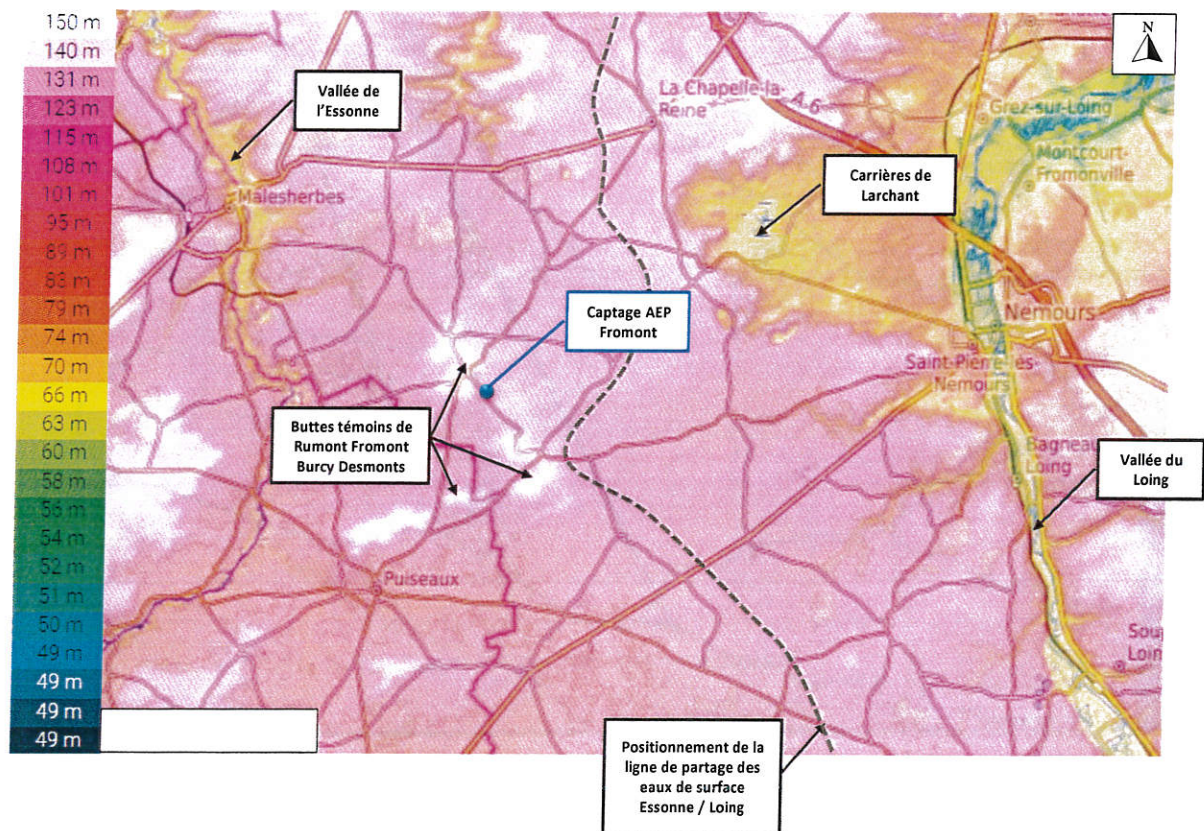


Figure 47 Topographie du secteur en m NGF permettant de préciser les lignes de crête topographique entre Garentreville et Obsonville (également la ligne de partage des eaux Essonne / Loire)

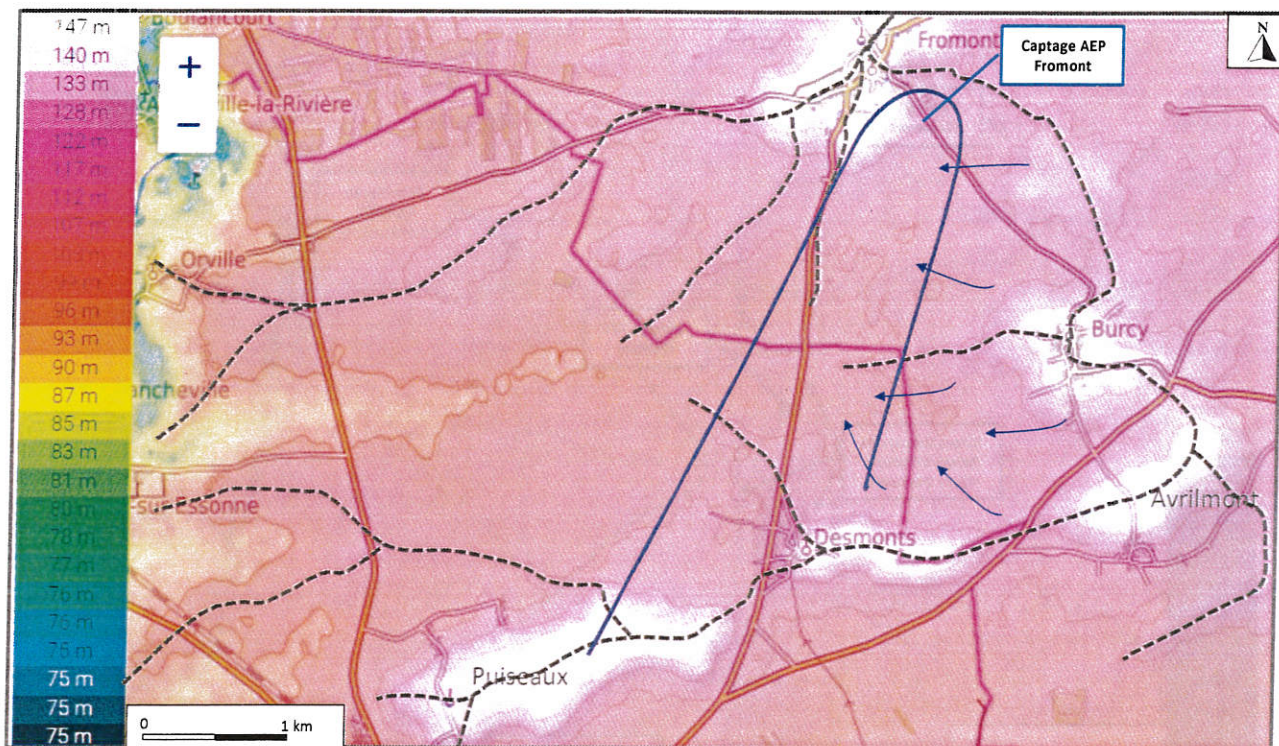




Figure 48 - IDPR (Indice de Persistance des Réseaux) – BRGM 2017

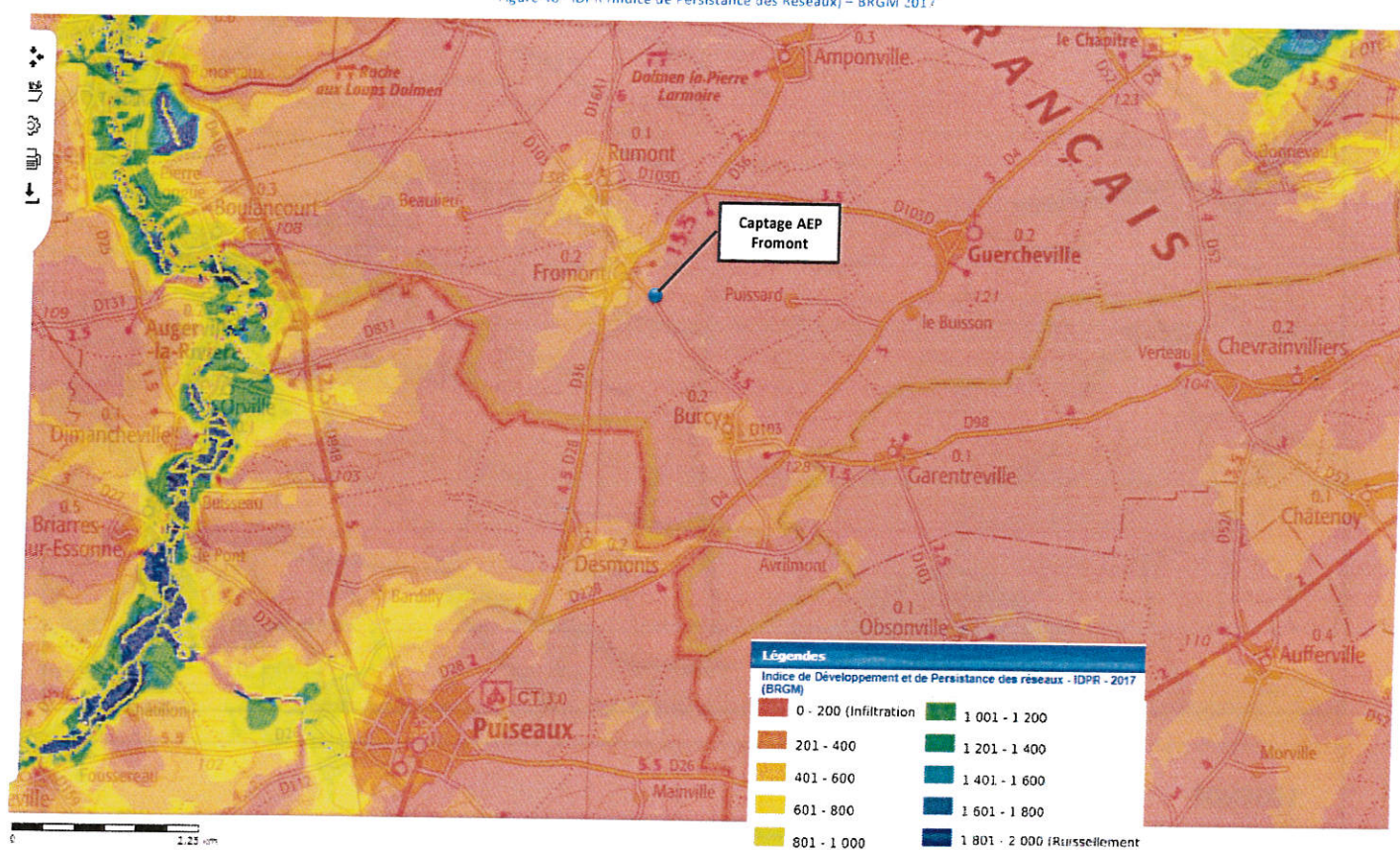
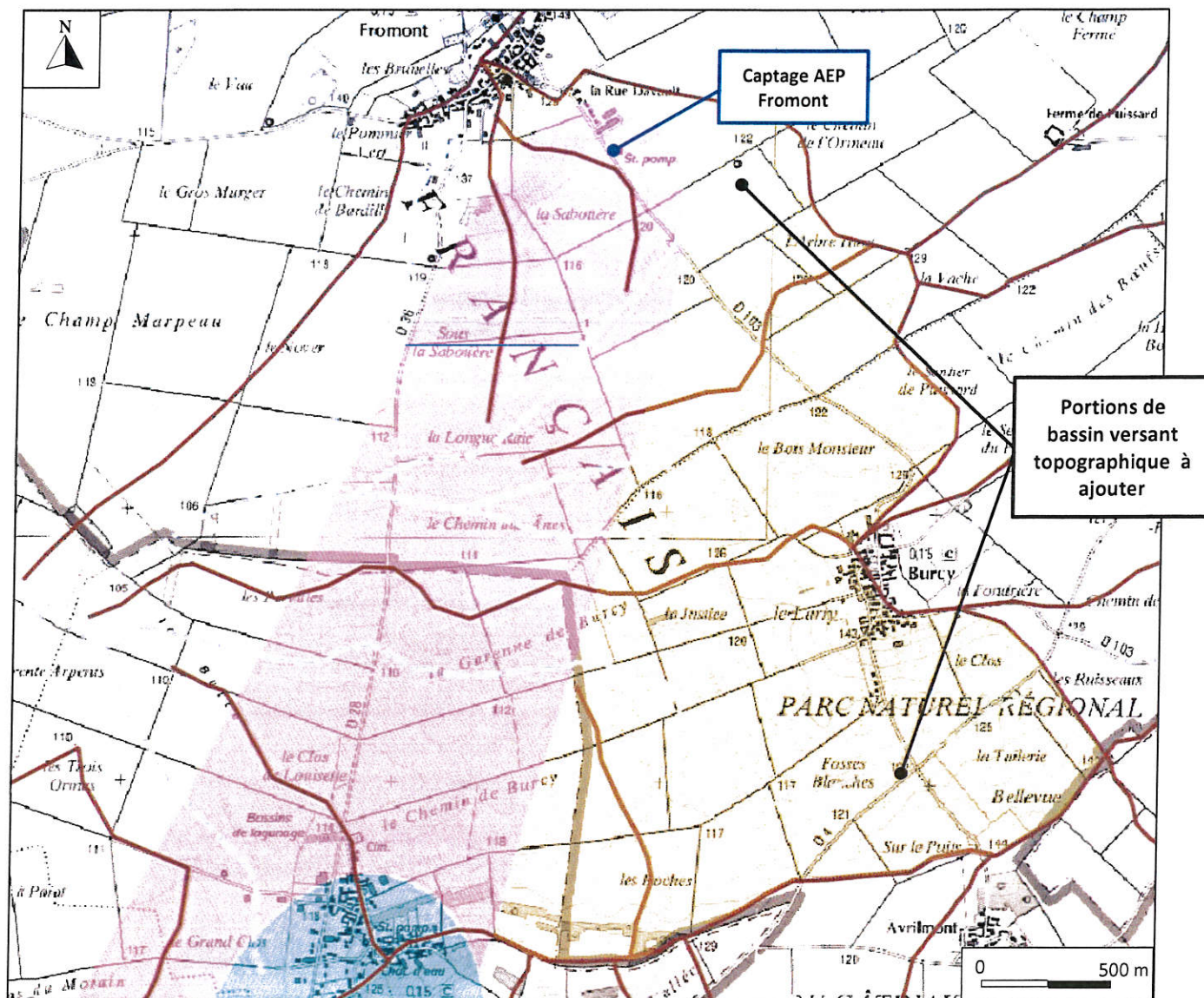


Figure 49 : Délimitation de l'AAC si ajout des portions de bassins versants topographiques (ajout de 4 km² d'emprise par rapport à la délimitation du BAC)



LEGENDE

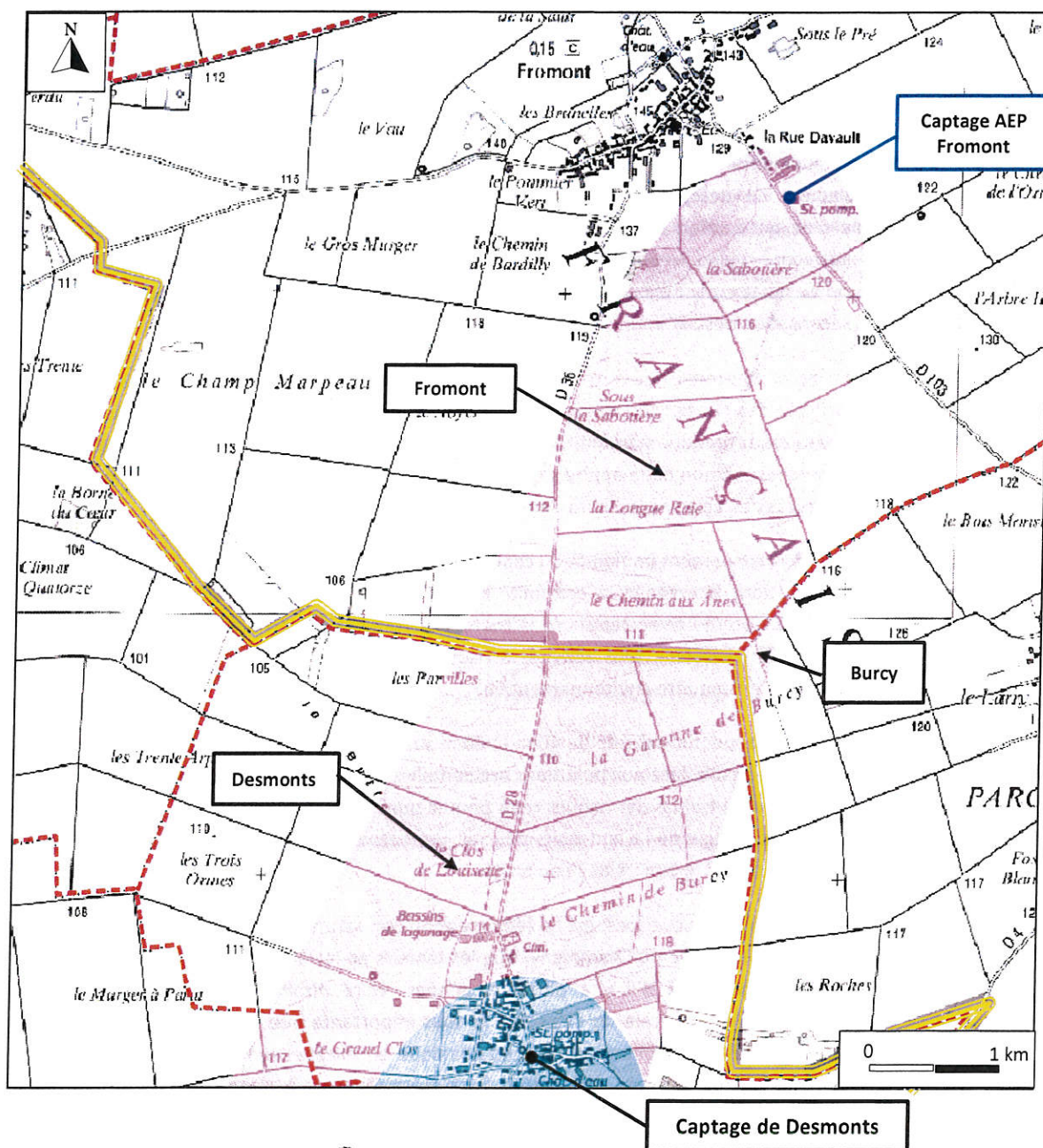
— Lignes de crête topographiques (sous bassins-versants)

— Thalweg topographique

Bassin souterrain défini pour le captage de Fromont

Portions de bassins versant topographiques à ajouter (méthode BRGM)

Figure 50 : Délimitation de l’AAC proposé à partir du découpage parcellaire existant



LEGENDE

— Limite départementale Loiret / Seine-et-Marne

--- Limites communales

● Zone d'influence potentielle des captages AEP locaux

Bassin souterrain défini

V. CONCLUSION

L’étude réalisée a montré qu’en raison de sa très faible productivité (liée à de probables fortes pertes de charges quadratiques), le captage de Fromont nécessiterait la réalisation de travaux de réhabilitation en cas de souhait du syndicat d’augmenter sa production journalière. Le fort rabattement piézométrique déjà enregistré nécessitera probablement de descendre la pompe de quelques mètres à court terme, sachant que la profondeur maximale de pose serait de 82 m (le bas de la pompe étant actuellement déjà à 76,5 m de profondeur). Une inspection vidéo fréquente de l’ouvrage est vivement conseillée, de même qu’un suivi régulier de l’évolution du rabattement piézométrique. En l’état, le captage ne peut être retenu comme point de production pour la sécurisation des communes ou syndicat voisins.

En raison d’un relief piézométrique très peu marqués sur ce secteur et du fonctionnement hydrogéologique spécifique des nappes concernées (écoulement à contre-pendage et drainance descendante), l’AAC définie est de base assez étendue, mais limitée à l’amont par les pompages d’eau potable des communes voisines. L’alimentation quasi unique de la nappe exploitée par la nappe de Beauce sus-jacente a nécessité la prise en compte des isopièzes de cette nappe libre dans la définition du bassin souterrain.

En ce qui concerne l’environnement immédiat du captage, l’étude a montré qu’en l’état, le forage était peu vulnérable face aux infiltrations intervenant à proximité immédiate. L’ouvrage est protégé par un bâtiment établi sur une parcelle déjà clôturée et en retrait de la route départementale. L’environnement immédiat est composé de champs cultivés (céréales), sans activités à risques notables, excepté la présence d’une ferme agricole qui sera visitée lors de l’enquête environnementale.

Au regard de son épaisse zone non saturée de 40 m (à 60 m sur les zones de buttes géologiques), la nappe libre de Beauce reste peu vulnérable face aux pollutions accidentelles. A cet effet, seul un désordre sur l’avant-puits (défaut d’étanchéité peut entraîner des risques réels pour la qualité de l’eau brute). Une réhabilitation de l’ouvrage par chemisage du cuvelage de l’avant-puits pourrait permettre de supprimer tous risques faces aux pollutions accidentels et pérenniser la qualité de l’eau brute.

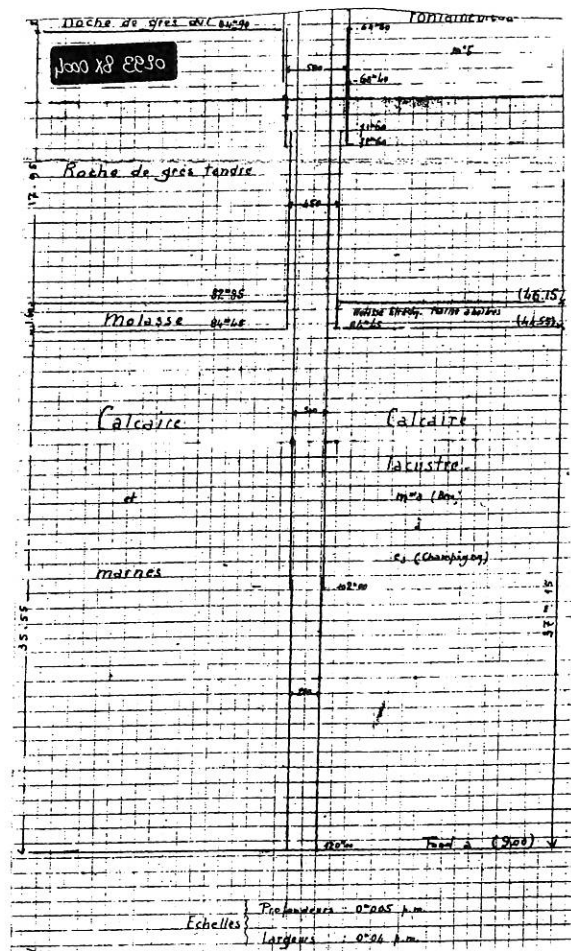
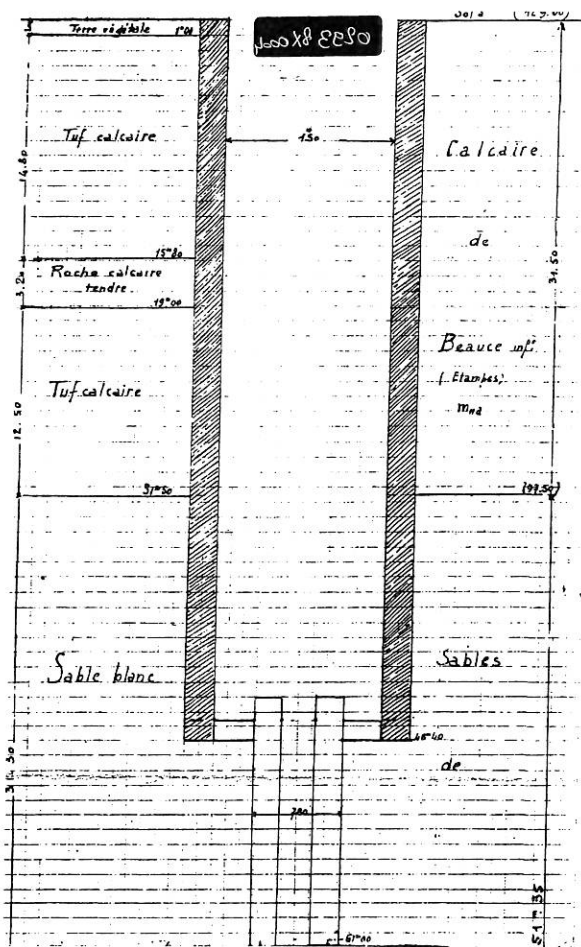
L’inertie du système hydrogéologique local est tel (épaisse zone non saturée et alimentation exclusivement par drainance descendante de la nappe du Champigny) que les teneurs en intrants actuellement mesurés sont représentatifs des pratiques agricoles d’il y a plusieurs années, voire dizaines d’années. La circulation convective en nappe (déplacement latérale de l’eau) est ici plus importante que la circulation verticale par infiltration (d’un facteur 4 à 5 ?). La stabilisation du fond chimique en nitrates semble s’être amorcée. Une surveillance de l’évolution du bruit de fond résiduel en Trichloréthylène est à effectuer pour comparaison notamment avec le captage de Desmonts situé juste à l’amont hydrogéologique, et dont l’exploitation limite d’ailleurs l’extension amont de l’AAC du captage de Fromont.



ANNEXES

ANNEXE 1 :

Coupe techniques et géologiques d’archives du forage 02938X0004
issues de la Banque de données du sous-sol



ANNEXE 2 :

Rapport d’inspection par caméra immergée et diagraphies
du captage 02938X0004 du 25/07/2018 – SOLEO Mesures &
Développements (03)

Identification :
R_ASTREE180725C

Rapport tiré en 1 exemplaire+PDF

**DIAGRAPHIE
RAPPORT DE MESURES**

Forage : **AEP**

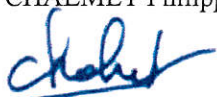
FROMONT (77)

Intervention du 25 07 2018

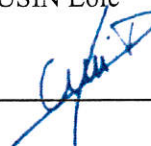
Document(s) associé(s) :

- Document inclus au dossier

Nom et visa Rédacteur :
CHALMET Philippe



Nom et visa Vérificateur :
COUSIN Loïc



SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	2
1. OBJECTIF DE L'OPERATION	3
2. FORAGE AEP FROMONT	4
2.1. INSPECTION VIDEO.....	4
2.2. DIAGRAPHIES.....	11
DIAGRAPHIE GAMMA NATUREL.....	12
3. DOCUMENTS	13
4. MOYENS MIS EN ŒUVRE.....	15
5. COMPARAISON MICROMOULINET STATIQUE ET DYNAMIQUE.....	16
5.1. REPONSE D'UN OUTIL MICROMOULINET	16
5.2. DIFFERENCE ENTRE UNE MESURE EN STATIQUE ET EN DYNAMIQUE	17
5.3. EQUATION DU MICROMOULINET SOLEO	19
5.4. COURBE DE REPONSE DE L'OUTIL MICROMOULINET	19
6. ANNEXES.....	20
• FICHE TECHNIQUE CAM140	20
• FICHE TECHNIQUE MICROMOULINET.....	20
• FICHE TECHNIQUE TEMPERATURE CONDUCTIVITE.....	20
• FICHE TECHNIQUE GAMMA NATUREL	20

1. Objectif de l'opération

SOLEO est intervenue à la demande de la société ASTREE Conseil pour réaliser une inspection caméra et des diagraphies micromoulinet, température, conductivité et gamma naturel dans le forage AEP de FROMONT (77).

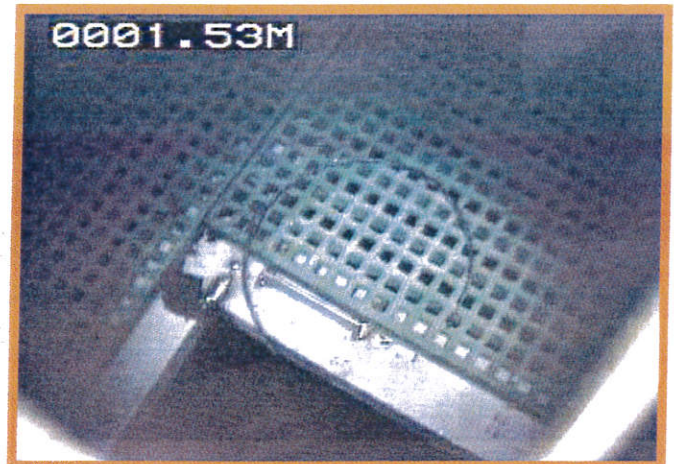


La référence profondeur a été prise au niveau de la dalle béton.

2. Forage AEP FROMONT

2.1. Inspection vidéo

Le forage est équipé en tête d'un cuvelage en béton de 1500 mm de diamètre.
Vue du caillebotis du palier à 2.22m.



Vue de la paroi maçonnée.
Des ferrures sont repérées à différents niveaux.

Vue de l'échelle métallique fixée sur la paroi.



Vue de la paroi maçonnée et d'une ancienne ferrure fixée dans le béton.

Vue de la paroi maçonnée et d'une ancienne ferrure.

0029.00M



0033.91M



Vue de la paroi maçonnée et d'un joint en bon état.

0036.56M



Vue de la maçonnerie du forage.

0043.53M



Vue des armatures d'un plancher intermédiaire.

Vue du télescopage atteint à 45.40m. L'espace annulaire est quasiment plein de dépôts et débris.

0044.82M



0046.56M



On entre dans une colonne captante en acier de 300 mm de diamètre. Le niveau statique est atteint à 46.95 m, l'eau est claire.

0047.53M



Des dépôts noirâtres sont repérés sur les parois dans la zone de battement.

0055.30M



Le tubage est recouvert d'une pellicule blanchâtre homogène.

Vue de concrétions peu épaisses.

0064.37M



0075.40M



Vue d'un joint de tubage et d'une
concrétion plus volumineuse.

Vue d'une concrétion blanchâtre.

0079.44M



0083.39M



Vue d'un joint de tubage.
Les assemblages apparaissent
correctement réalisés.

Vue d'une réduction de diamètre.
On entre dans une colonne
captante en acier de 250 mm de
diamètre.

0084. 84M



0085. 15M



Vue radiale des premières crépines.
Elles sont de type trous ronds.

0086. 66M



Vue axiale des crépines.
Elles sont bien ouvertes et on
repère l'espace vide entre les deux
tubages.

0089. 80M



On repère le terrain nu derrière les
ouvertures des crépines.

Vue des crépines.
Les ouvertures sont libres.

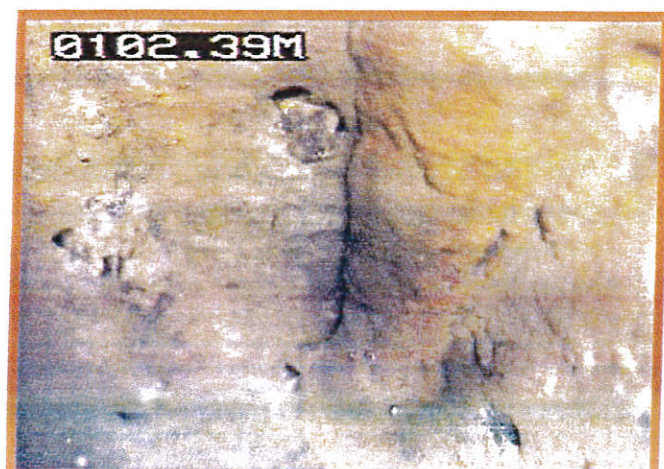


Le terrain nu est clairement visible
derrière les crépines.
On ne repère pas de massif filtrant.

Vue en surplomb des crépines.
Le tubage reste en bon état dans ce
secteur, on peut voir l'épaisseur du
tubage au niveau des ouvertures.



Des concrétions volumineuses font
leur apparition et certaines crépines
sont colmatées.



Vue des crépines et des concrétions tapissant les parois.



Un petit tube PVC (guide sonde) est repéré échoué à ce niveau.

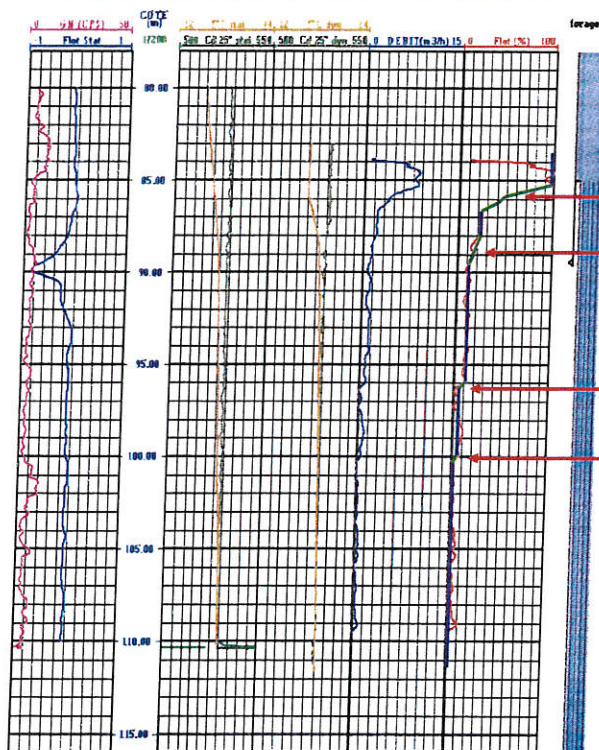
Des concrétions plus ou moins volumineuses tapissent les parois du forage et les crépines sont partiellement colmatées dans ce secteur.



A 111.70 m, une pompe, échouée dans le forage, obstrue le passage. L'inspection s'arrête donc à ce niveau.

2.2. Diagraphies

Sur le graphique ci-dessous, les zones productives sont représentées en vert, les zones improductives sont représentées en bleu.



Pour la mesure, SOLEO a installé une pompe de 4" vers 62 m, elle débitait environ 8.3 m³/h.
Le niveau statique a été mesuré à 46.95 m.
Le niveau dynamique s'est stabilisé à 61.60 à la fin de la mesure.
Une mesure micromoulinet en statique a été réalisée, elle met en évidence une perturbation importante au niveau du sabot de tubage du tube acier de 300 mm de diamètre tendant à montrer une circulation d'eau à ce niveau.

La mesure micromoulinet en dynamique montre que le forage donne de l'eau sur un intervalle allant de 85.00 m à 100.30 m.
L'essentiel de la production passe par l'annulaire entre les deux tubages aciers.

De 85.00 m à 86.60 m : 78% de la production.

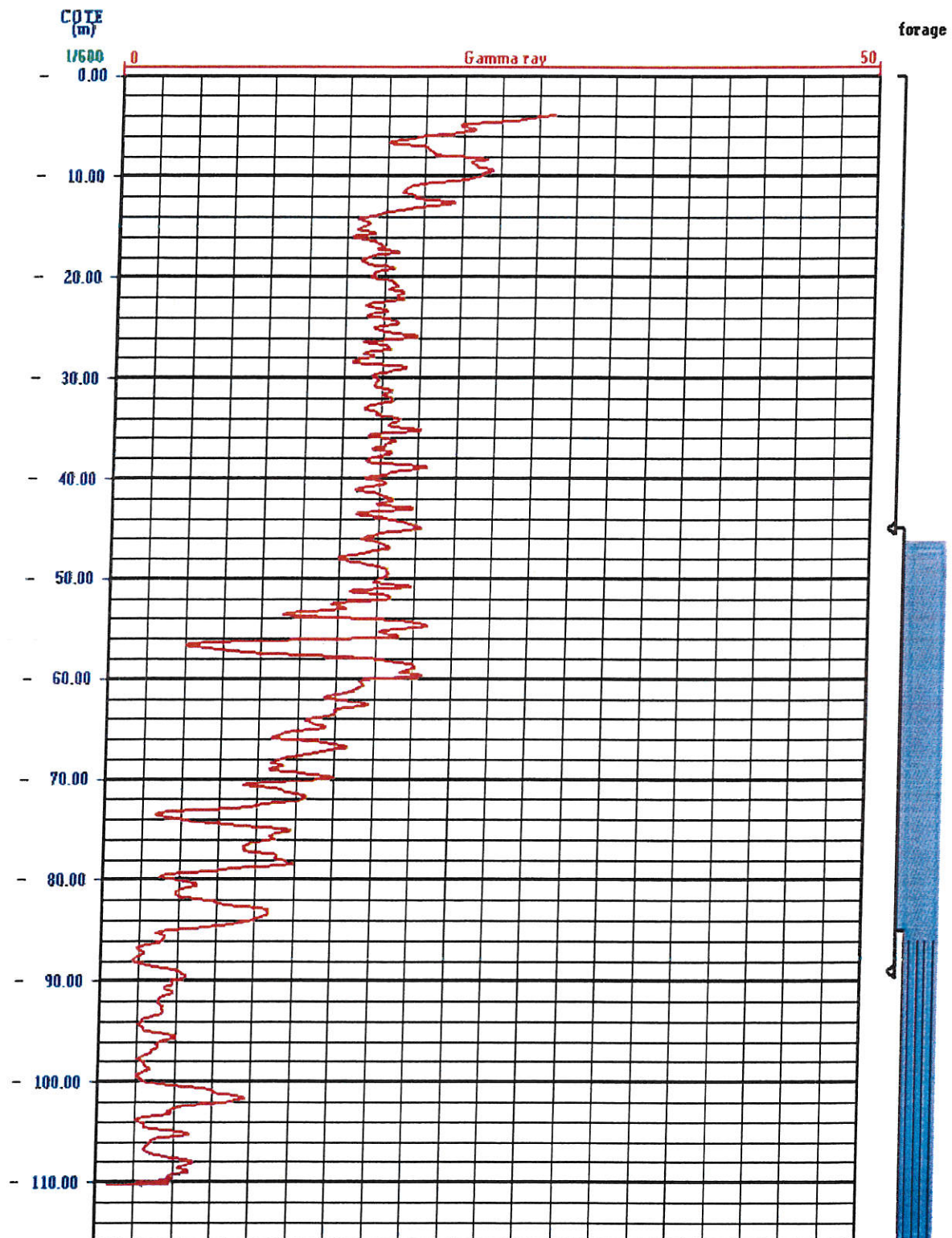
De 88.00 m à 89.60 m : 12% de la production.

De 95.80 m à 96.20 m : 5% de la production.

De 99.80 m à 100.30 m : 5% de la production.

Les mesures de Température-Conductivité ont été réalisées en statique et en dynamique.
Comme pour le micromoulinet, les variations sont repérées au niveau du télescopage entre les tubes aciers et jusqu'au sabot du tube extérieur confirmant une circulation d'eau à ce niveau.
Les mesures de gamma naturel sont assez homogènes et ne mettent pas en évidence de pics argileux notables.

Diagraphie Gamma Naturel



3. DOCUMENTS



6, rue Jean MACE
03190 VALLON EN SULLY

www.soleo-logging.fr

MESURES & DEVELOPPEMENTS

agence.vallon@soleo-logging.fr

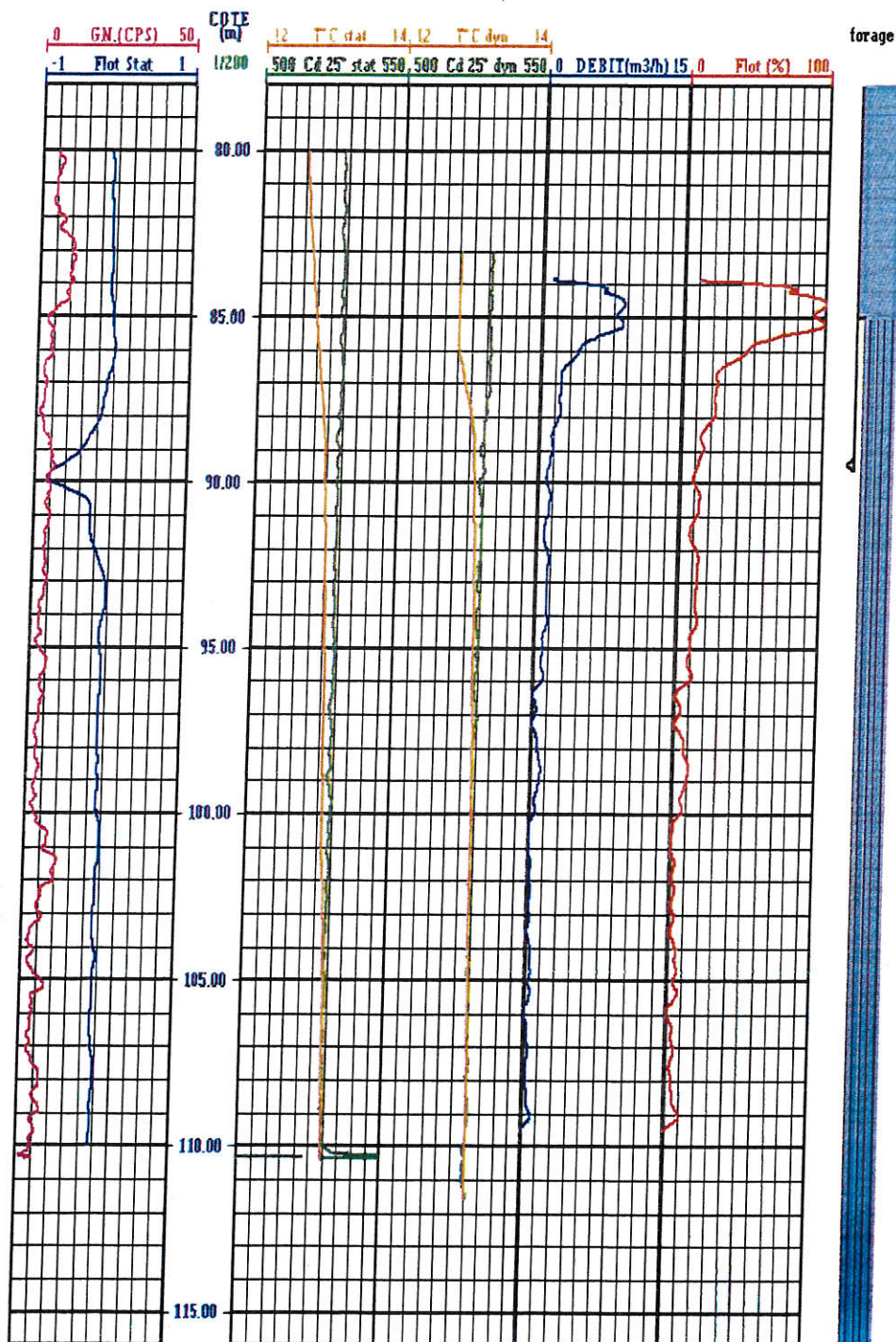
CLIENT: **ASTREE**

REPRESENTANT CLIENT: Mme JOURNE

OPERATEUR(S): P.C - L.C

site: FROMONT

puits: AEP





MESURES & DEVELOPPEMENTS

CLIENT: **ASTREE**

REPRESENTANT CLIENT: Mme JOURNE

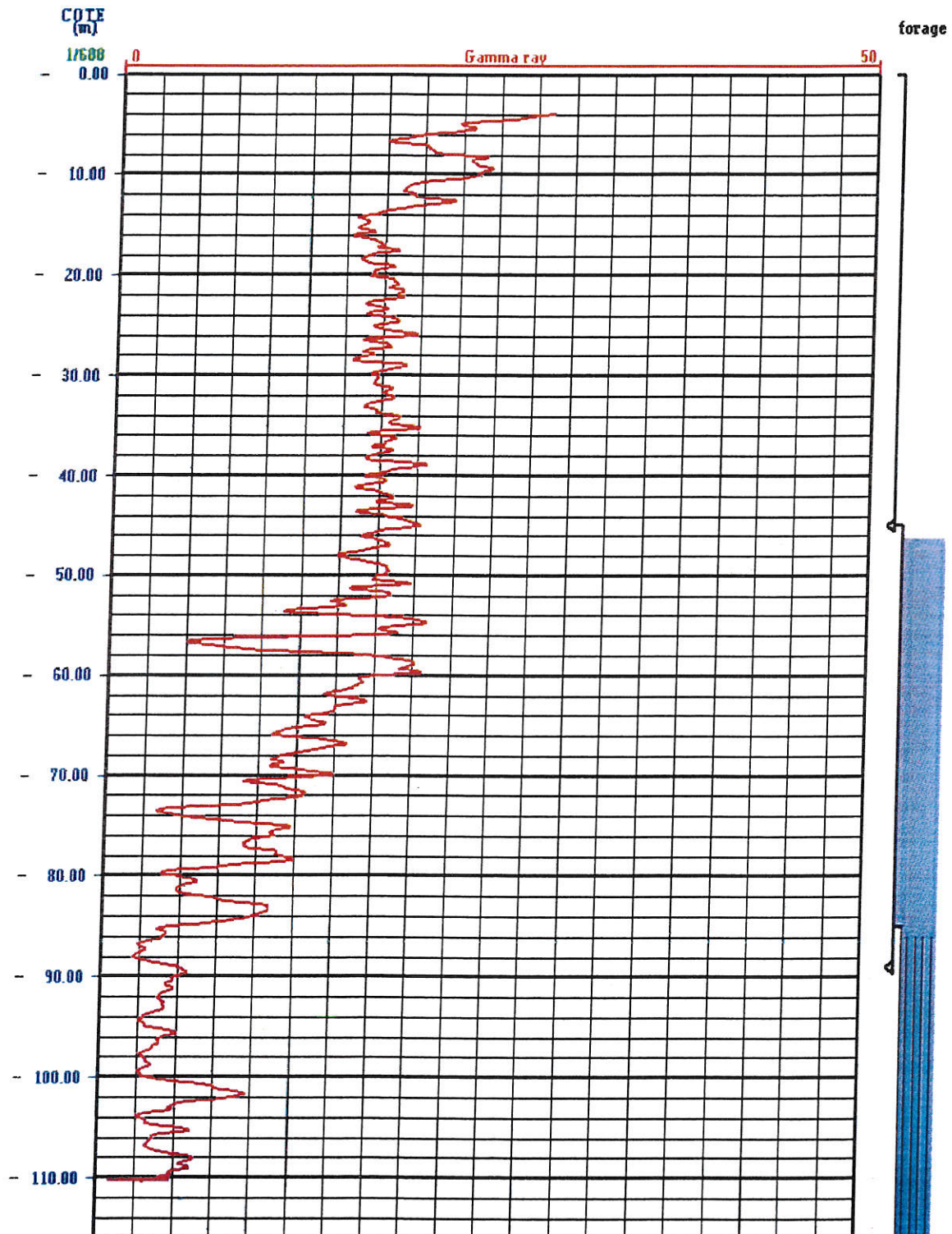
OPERATEUR(S): P.C - L.C

6. rue Jean MACE
03190 VALLON EN SULLY

www.soleo-logging.fr
agence.vallon@soleo-logging.fr

site: **FROMONT**

puits: **AEP**

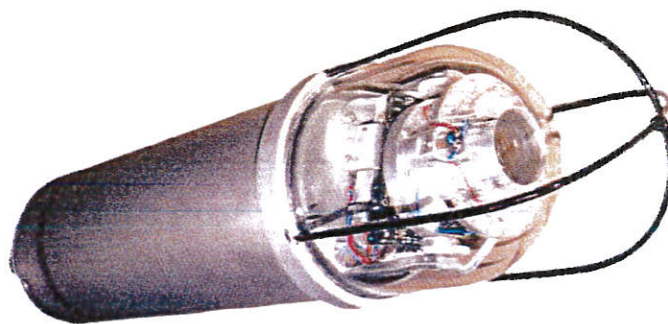


4. MOYENS MIS EN ŒUVRE

Pour cette opération, une unité légère a été utilisée.

Elle est équipée :

- d'un treuil de 250 m
- d'un équipement électronique de surface
- d'une caméra couleur
- De sondes de diagraphe



5. Comparaison micromoulinet statique et dynamique

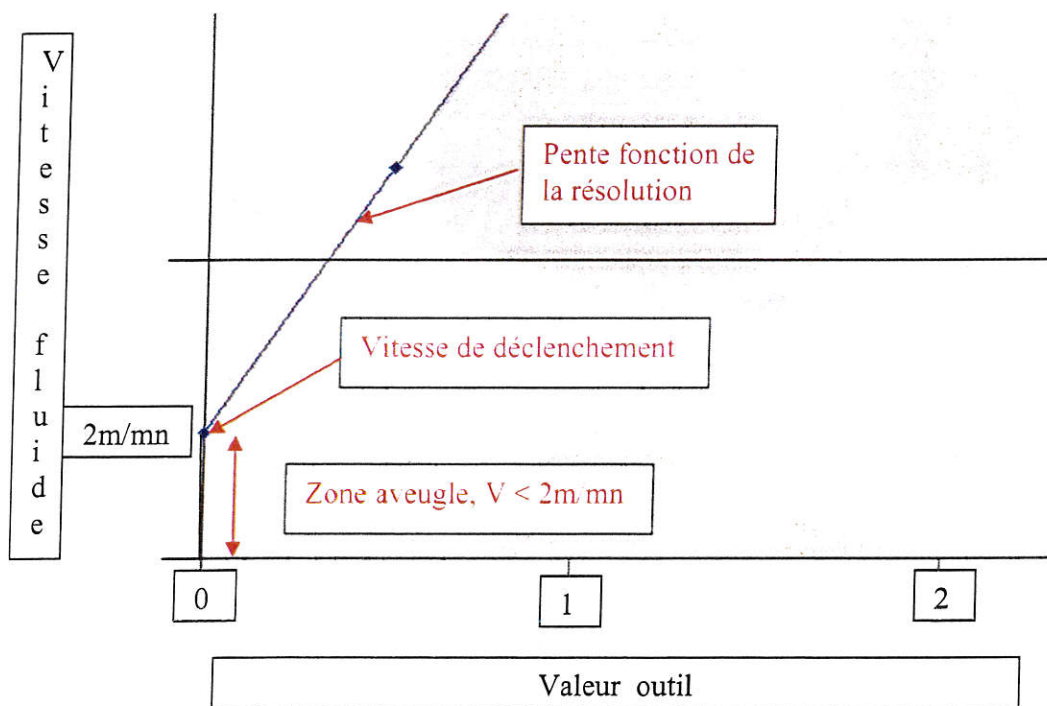
5.1. Réponse d'un outil micromoulinet

Typiquement, la courbe de réponse d'un outil micromoulinet est de type $Y=aX+b$

Où Y est le résultat (vitesse en m.mn)
 a est une constante liée à la résolution de l'outil
 X est la valeur de mesure de l'outil (impulsion par seconde)
 b est la vitesse de déclenchement. (Vitesse en m/mn)

Par la suite nous prendrons une vitesse de déclenchement de 2m/mn qui est une valeur courante.

Cette équation se traduit par la courbe ci-dessous



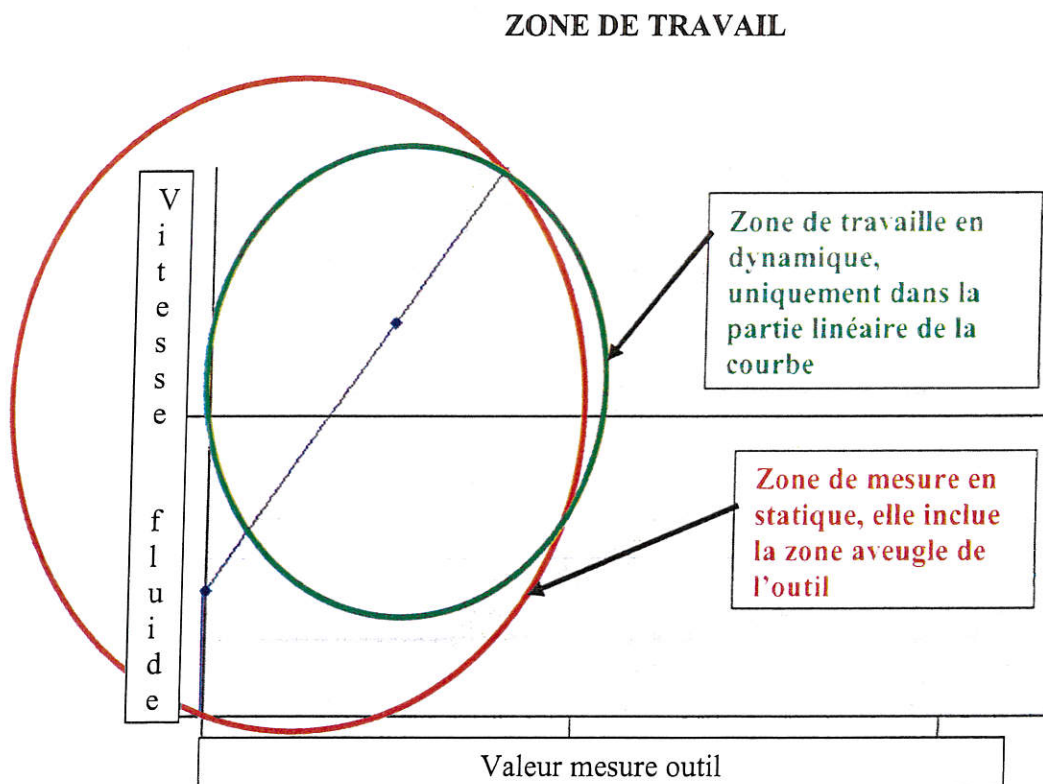
5.2. Différence entre une mesure en statique et en dynamique

Mesure en statique : l'outil est descendu à une cote, puis on fait une mesure l'outil étant immobile. L'hélice ne voit que la vitesse du flux. Si la vitesse du flux est inférieure à 2m/mn, l'hélice ne tourne pas. Et donc nous n'avons pas de mesure.

Mesure en dynamique : La mesure est faite outil en mouvement, on enregistre la valeur de l'outil et la vitesse de déplacement. L'hélice voit alors la vitesse de flux plus la vitesse de déplacement. La vitesse de déplacement étant supérieure à la vitesse de déclenchement, il n'y a plus de zone aveugle.

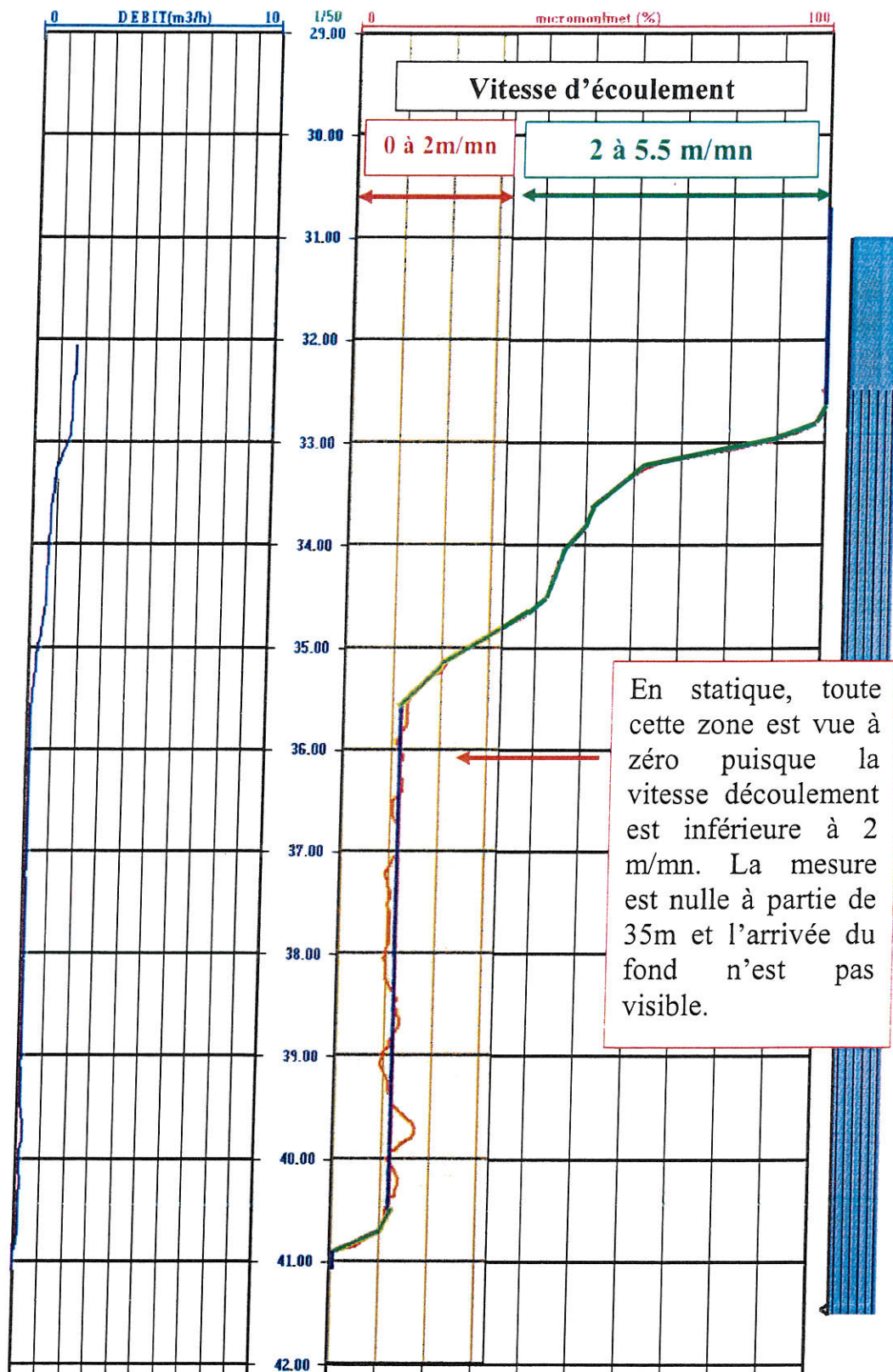
La principale différence entre les mesures en statique et les mesures en dynamique vient du fait qu'en dynamique on travaille toujours au-dessus de la vitesse de déclenchement donc il n'y a pas de zone aveugle sur les vitesses inférieures à la vitesse de déclenchement.

On peut également ajouter qu'en dynamique on a un résultat de mesure spatial centimétrique (tous les 5 cm par exemple) ce qui permet d'avoir une courbe beaucoup plus riche et facile à interpréter.



Cette différence se traduit sur une mesure réelle comme ceci.

Cette mesure a été faite dans un forage de 80 mm intérieur sous un pompage de 1.45m³/h



5.3. Equation du micromoulinet SOLEO

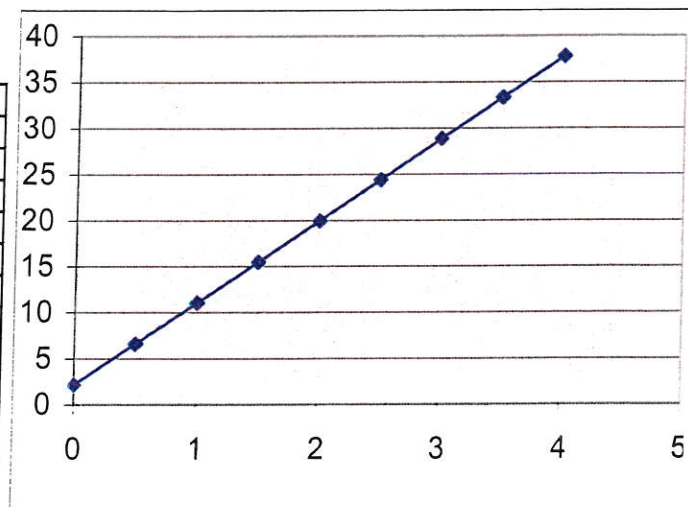
L'équation du micromoulinet est : $V(m/mn)=8.963X+2.092$

C'est un ordre de grandeur, car cette équation est variable selon les réglages des paliers de l'hélice du micromoulinet (résistance aux frottements...), type d'hélice.

Le coefficient 8.963 est lié à la résolution de l'outil
La constante 2.092 est la vitesse de déclenchement.

5.4. Courbe de réponse de l'outil micromoulinet

X	V(m/mn)
0	2.096
0.5	6.54915
1	11.0023
1.5	15.45545
2	19.9086
2.5	24.36175
3	28.8149
3.5	33.26805
4	37.7212



L'outil à une résolution 1/50 ème de tour, donc la résolution de x est de 0.02, ce qui correspond à une résolution de V (m/mn) de 0.18m/mn.

6. ANNEXES

- fiche technique CAM140
- fiche technique Micromoulinet
- fiche technique Température Conductivité
- fiche technique Gamma naturel

CAMERA CAM140

PRINCIPE

La caméra de forage à visée orientable est un outil qui permet de faire des inspections vidéo dans des forages de grands diamètres permettant ainsi de faire un diagnostic immédiat sur l'état de l'ouvrage.

RESULTAT

Visualisation de l'ouvrage avec enregistrement de la profondeur sur DVD. Prise de photo à la demande.

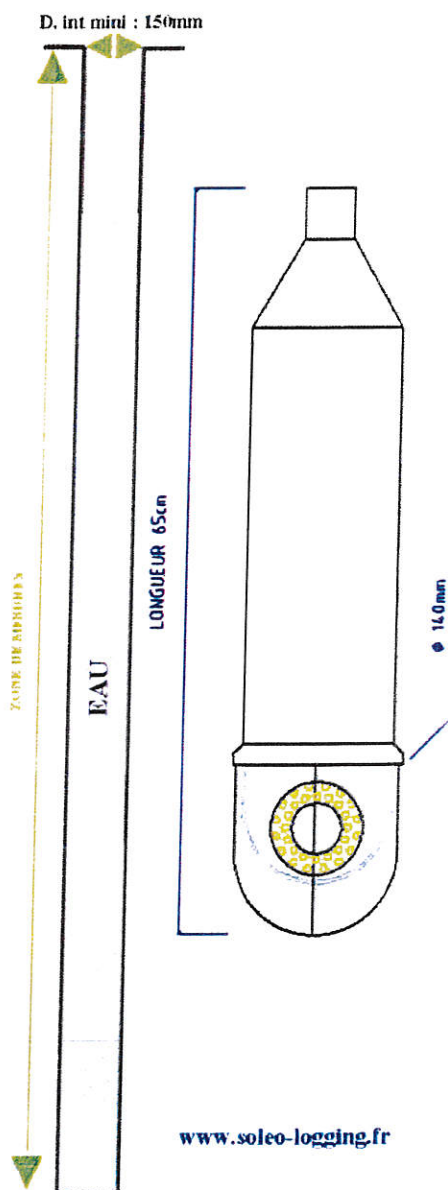
CARACTERISTIQUES

longueur : 90 cm - Diamètre : 140 mm
Poids : 10 Kg
Focale : variable
rotation : 360 sans butée - inclinaison : +90 -90
Angle de vue : 60°
Eclairage : interne

UTILISATION

Fluide : ☒ eau ☒ boue ☒ aucun
Tubage : ☒ acier ☒ inox ☒ pvc ☒ aucun
Forage : ☒ destructif ☒ carotté
Centrage : ☒ oui ☒ non

Vitesse d'acquisition : variable
image : DVD (720x576)

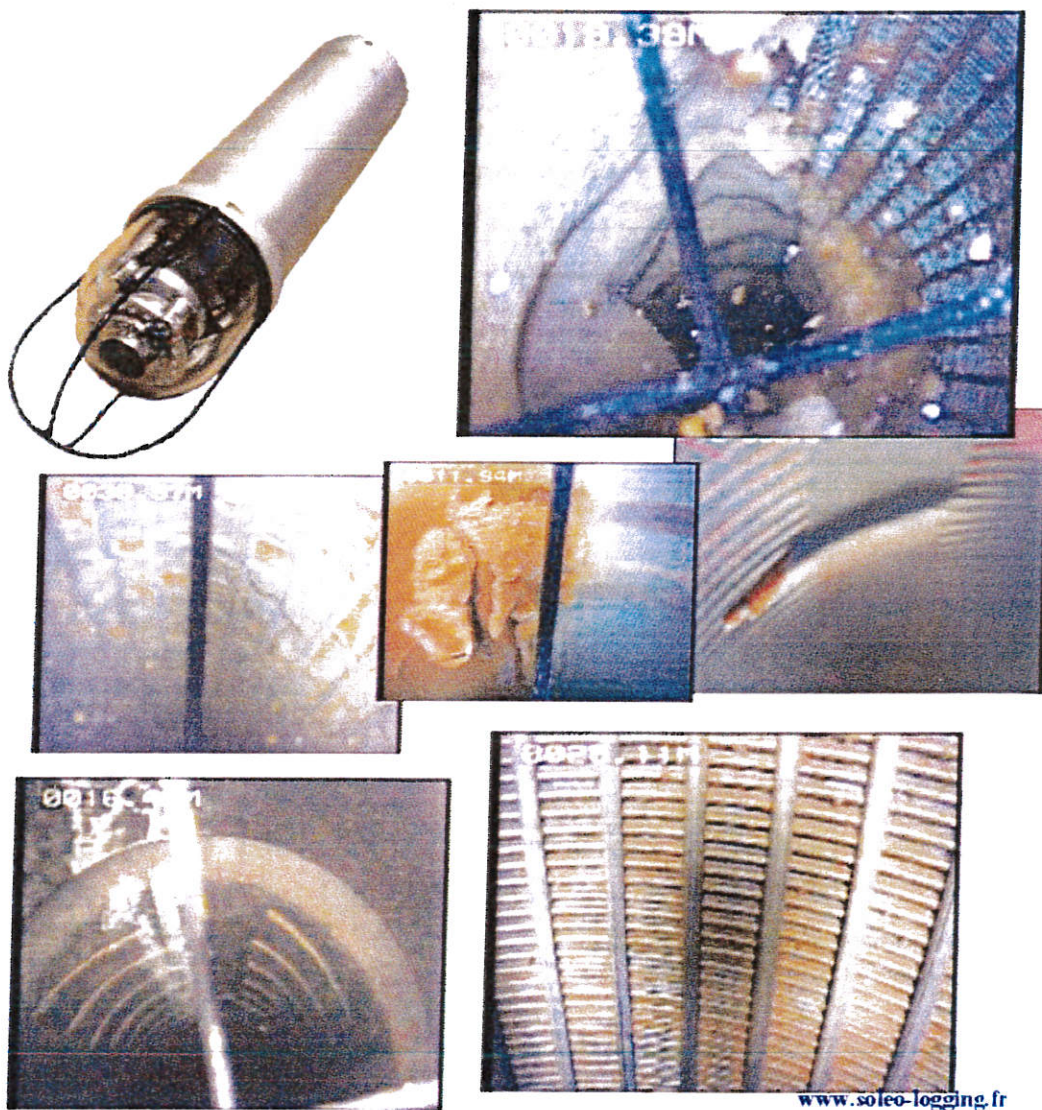


SOLEO
6, rue Jean MACE
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56
FAX : 33 (0) 9 55 00 58 50
EMAIL : agence.vallon@soleo-logging.fr

CAMERA CAM140

EXEMPLE DE DOCUMENT



SOLEO
6, rue Jean MACE
03 190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56
FAX : 33 (0) 9 55 00 58 50
EMAIL : agence.vallon@soleo-logging.fr

MICROMOULINET

PRINCIPE

Mesure de la vitesse d'écoulement du fluide le long du profil du forage.

RESULTAT

Mise en évidence des zones de production.
Répartition des débits en fonction de la profondeur
Etat de colmatage des crépines

CARACTERISTIQUES

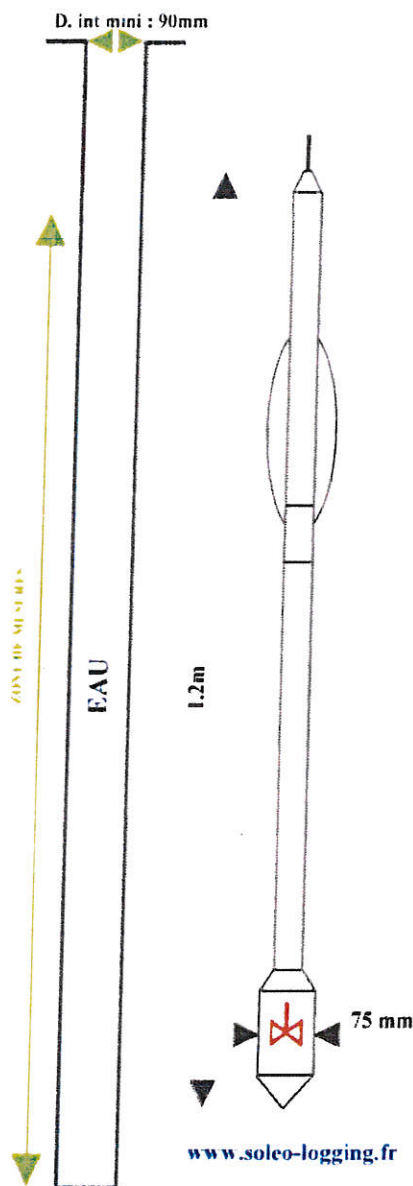
Longueur : 1.2 m - Diamètre : 75 mm
Poids : 5 Kg
40 impulsions par tour d'hélice

UTILISATION

Fluide : ☒ eau ☒ boue ☒ aucun
Tubage : ☒ acier ☒ inox ☒ pvc ☒ aucun
Forage : ☒ destructif ☒ carotté
Centrage : ☒ oui ☒ non

Vitesse acquisition : 2 à 10 m/mn

Gamme : 0 à 100 m/mn
Précision : 1% PE
Répétabilité : 1%
Calibrage : base

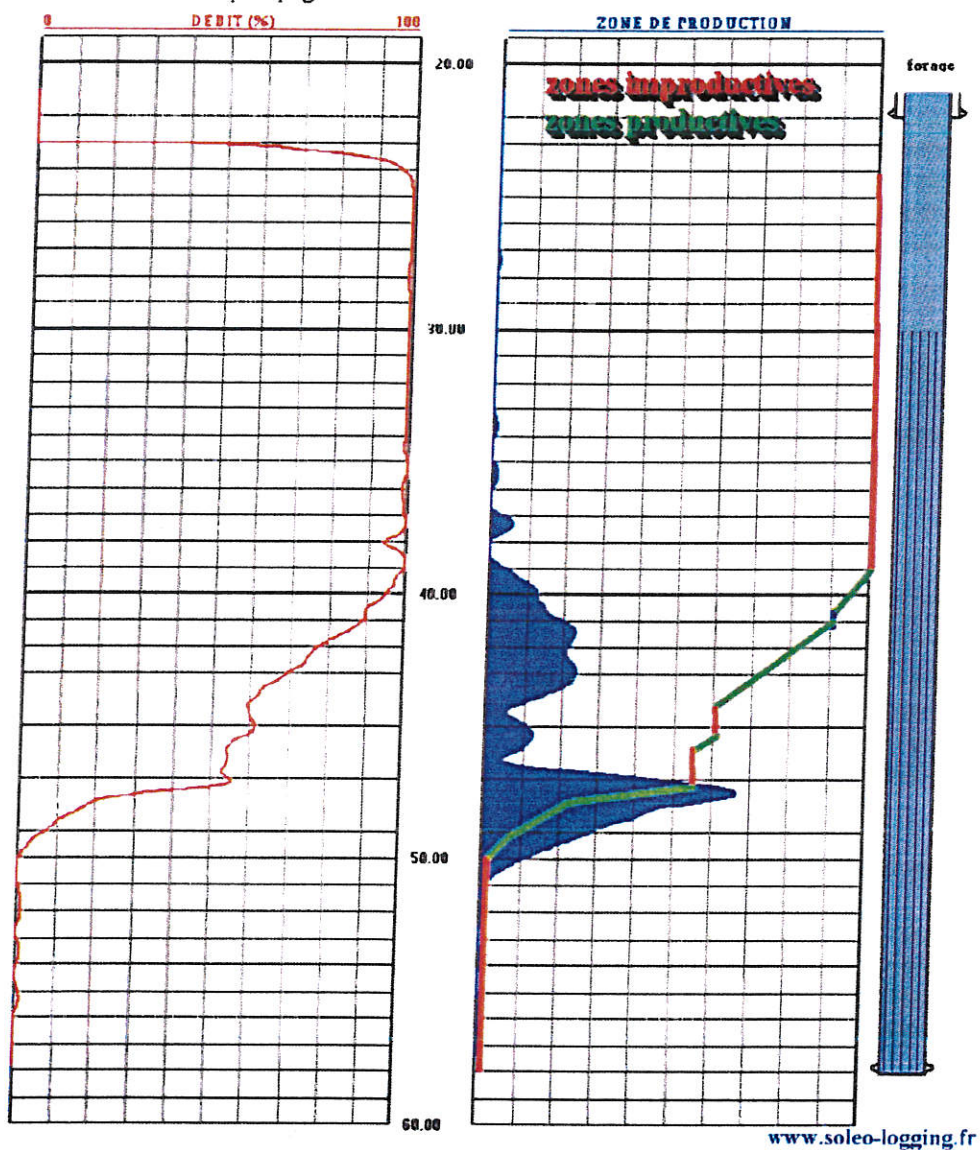


SOLEO
6, rue Jean MACE
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56
FAX : 33 (0) 9 55 00 58 50
EMAIL : agence.vallon@soleo-logging.fr

EXEMPLE DE DOCUMENT

mesure faite sous pompage à 25 m³/h



www.soleo-logging.fr

SOLEO
6, rue Jean MACE
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56
FAX : 33 (0) 9 55 00 58 50
EMAIL : agence.vallon@soleo-logging.fr

PRINCIPE

Deux capteurs placés dans la sonde mesurent en continu la température et la conductivité apparente du fluide. La courbe de conductivité est ramenée à une température normalisée constante de 25°C.

RESULTAT

Mise en évidence des circulations d'eau ou des infiltrations dans un forage.
Caractérisation des paramètres chimiques.

CARACTERISTIQUES

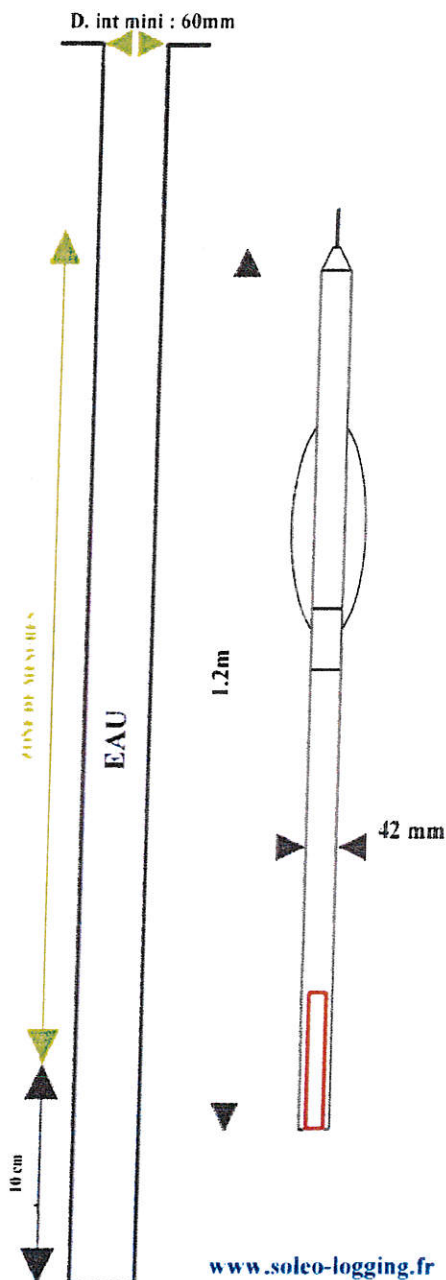
Longueur : 1 m - Diamètre : 42 mm
Poids : 2 Kg

UTILISATION

Fluide : ☒ eau ☒ boue ☒ aucun
Tubage : ☒ acier ☒ inox ☒ pvc ☒ aucun
Forage : ☒ destructif ☒ carotté
Centrage : ☒ oui ☒ non

Vitesse : 3 m/mn

Gamme : 5 à 50000µS - 0 à 85°C
Précision : 1% mesure
Répétabilité : 1%
Calibrage : base

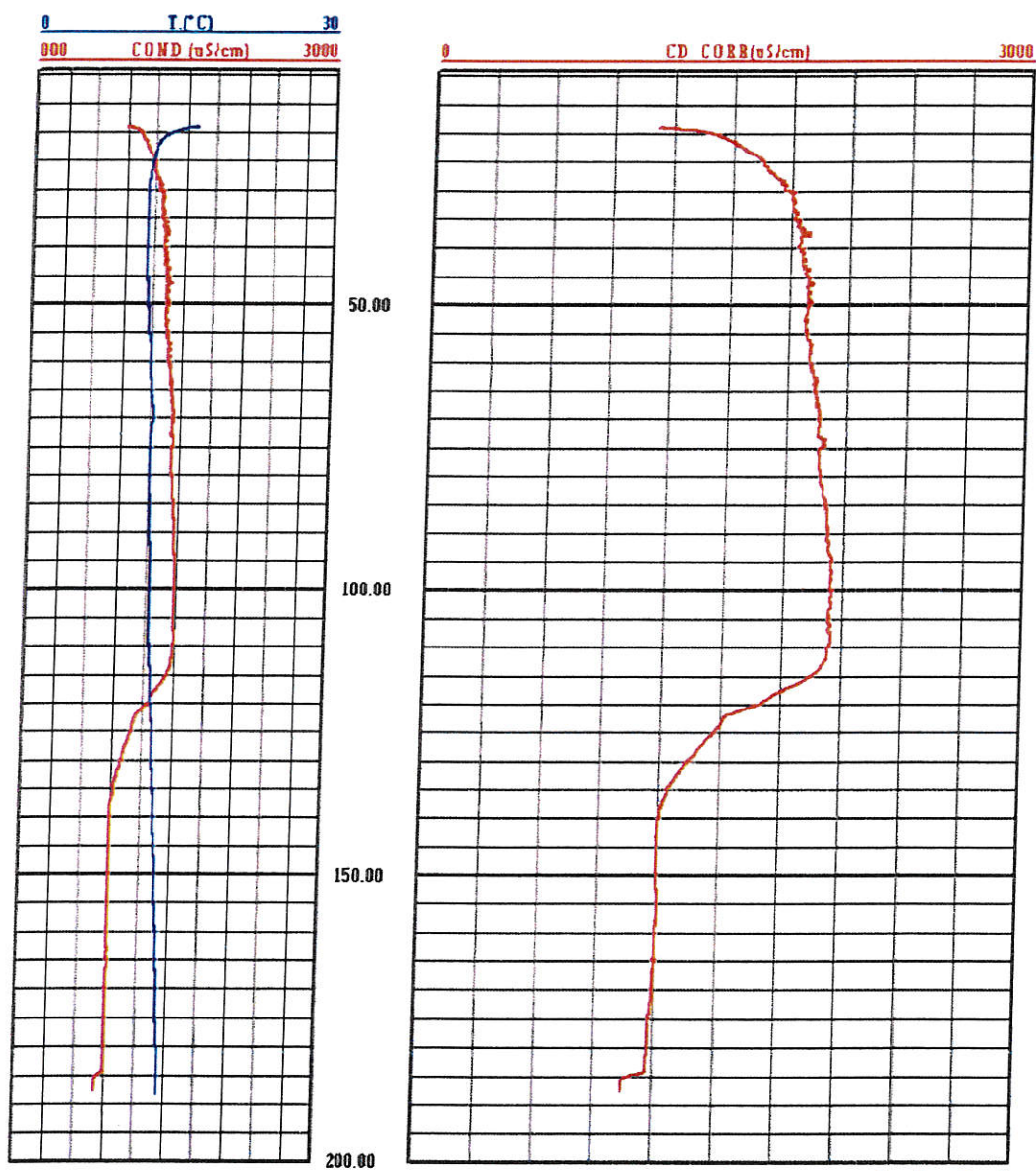


www.soleo-logging.fr

SOLEO
6. rue Jean MACE
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56
FAX : 33 (0) 9 55 00 58 50
EMAIL : agence.vallon@soleo-logging.fr

EXEMPLE DE DOCUMENT



www.soleo-logging.fr

SOLEO
6, rue Jean MACE
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56
FAX : 33 (0) 9 55 00 58 50
EMAIL : agence.vallon@soleo-logging.fr

GAMMA NATUREL

PRINCIPE

Un capteur à scintillation mesure la quantité des rayonnements gamma émis naturellement par le milieu. Les principaux éléments radioactifs sont l'uranium, thorium et potassium.

RESULTAT

Mise en évidence des zones argileuses.
Reconnaissance en milieu uranifère.
Recherche de gypse.

CARACTERISTIQUES

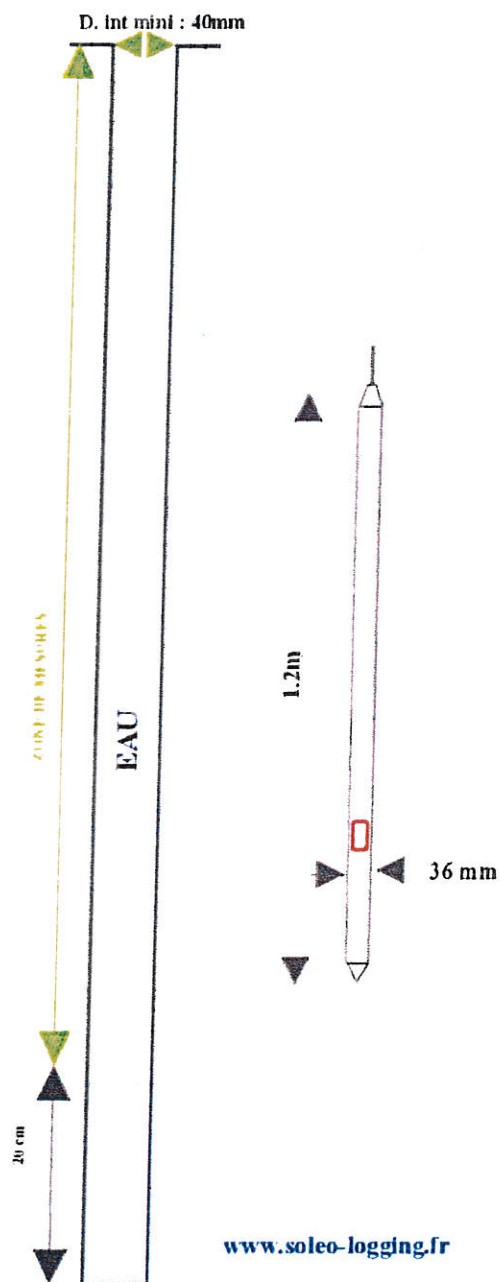
Longueur : 1.2 m - Diamètre : 36 mm
Poids : 5 Kg

UTILISATION

Fluide : ☒ eau ☒ boue ☒ aucun
Tubage : ☒ acier ☒ inox ☒ pvc ☒ aucun
Forage : ☒ destructif ☒ carotté
Centrage : ☒ oui ☒ non

Vitesse d'acquisition : 3 m/mn

Gamme : 0 à 10000CPS - 0 à 85°C
Précision : 1 CPS
Répétabilité : 1%
Calibrage : base - terrain



www.soleo-logging.fr

SOLEO
6, rue Jean MACE
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56
FAX : 33 (0) 9 58 01 58 59
EMAIL : agence.vallon@soleo-logging.fr

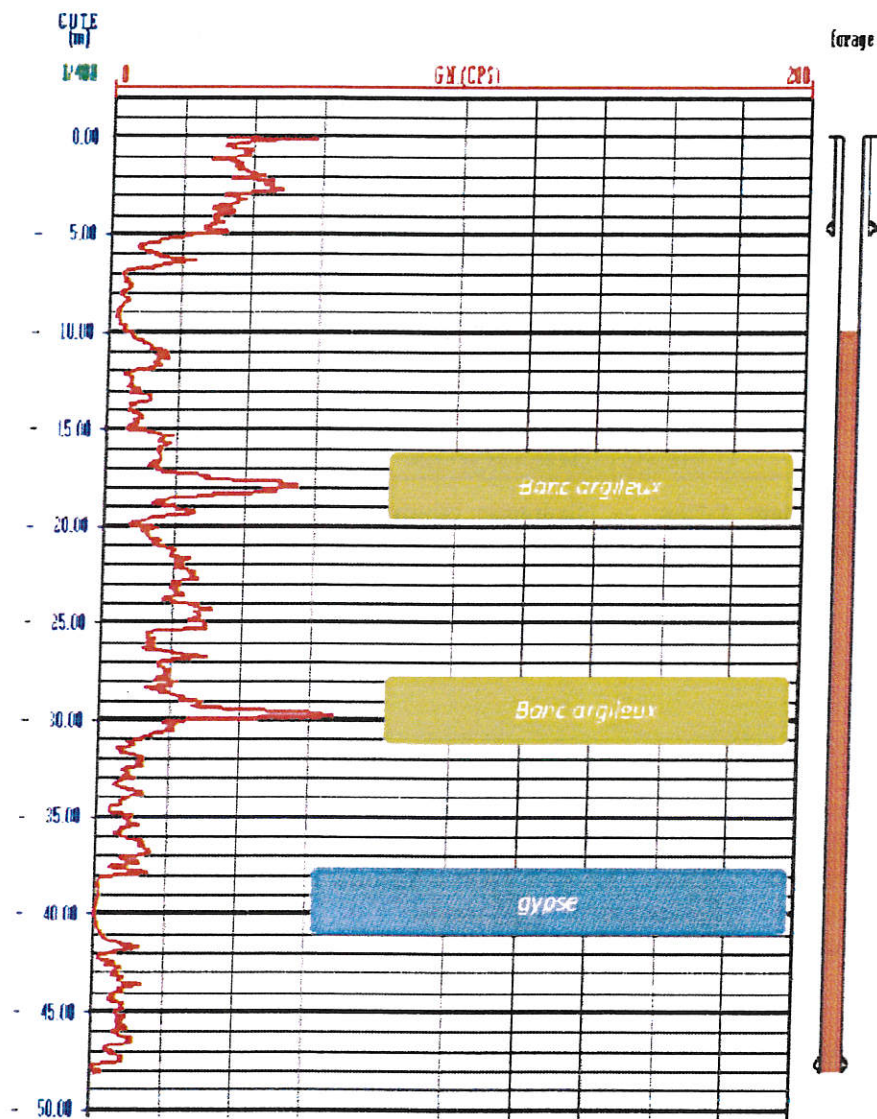
De
17.
30
m



FICHE TECHNIQUE DES OUTILS DE DIAGNOSTIC

GAMMA NATUREL

EXEMPLE DE DOCUMENT



www.soleo-logging.fr

SOLEO
6, rue Jean MACE
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56
FAX : 33 (0) 9 58 01 28 59
EMAIL : agence.vallon@soleo-logging.fr



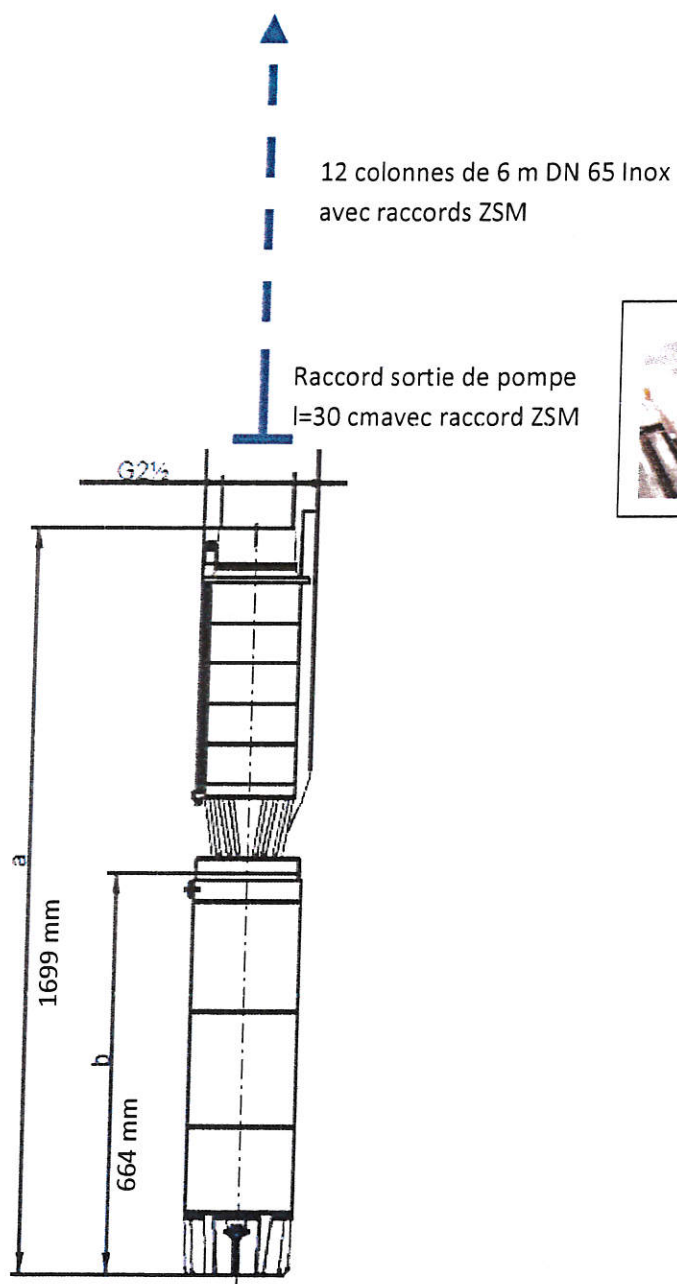
ANNEXE 3 :

Document SAUR – Références et côtes de pose de la sonde
piézométrique en Février 2019

CAPTAGE DE FROMONT



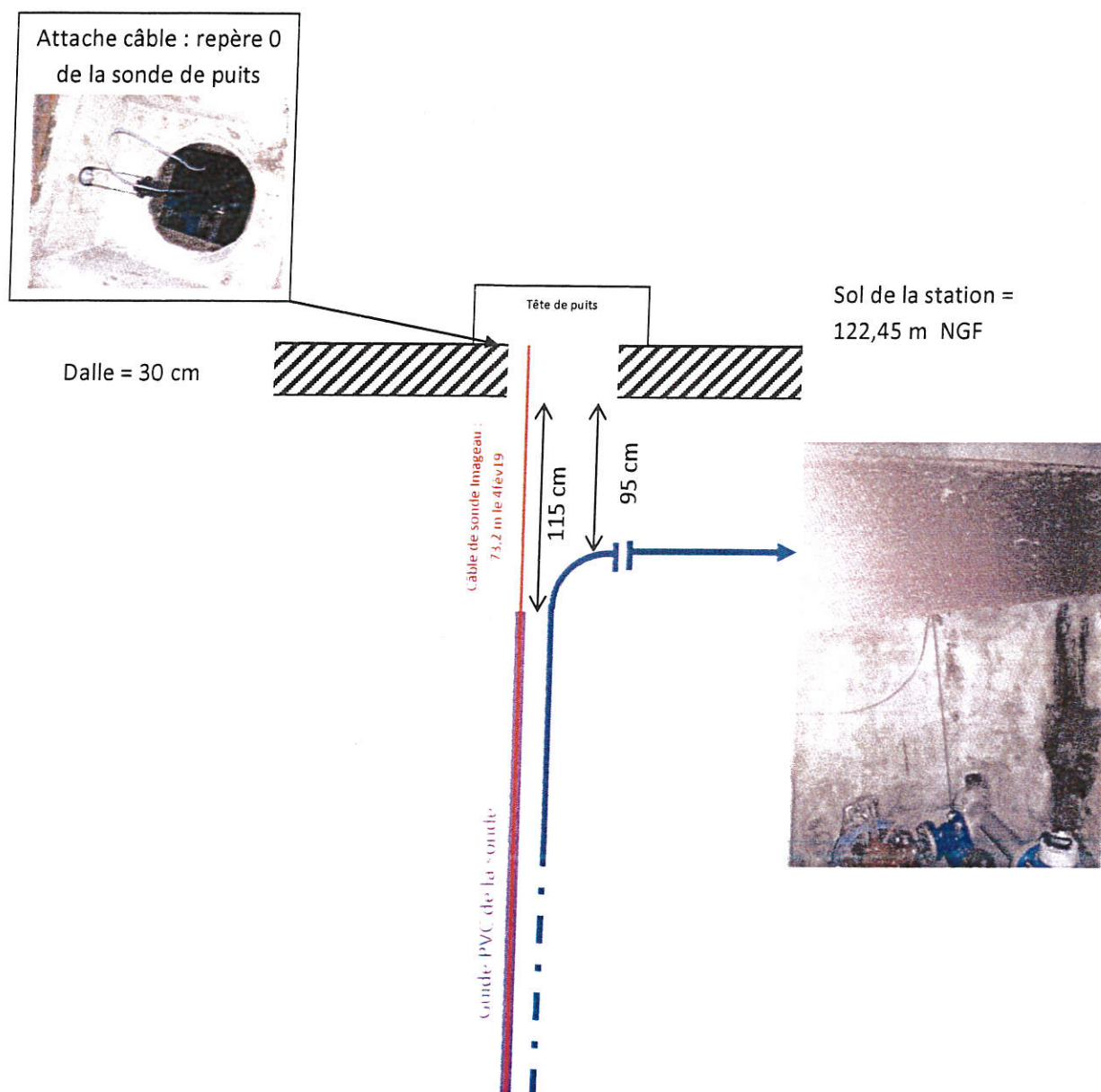
POMPE D'EXHAURE : Flowserve NB65-15 + M6270-2



CAPTAGE DE FROMONT



SONDE DE PUIITS : capteur Aquastandard IMAGEAU 0-40 m



SONDE DE PUIITS : réglage de la télésurveillance





ANNEXE 4 :

Analyse d’eau brute complète du 09/07/2015 du captage
02938X0004 (Contrôle sanitaire ARS)

Service Contrôle et Sécurité Sanitaires des Milieux
Courriel: ARS-DT77-ECHANGES-LABO@ars.sante.fr
Téléphone : 01 64 87 62 34
Fax : 01 64 87 62 57

SIAEP BURCY-FROMONT-RUMONT
MAIRIE DE FROMONT

77760 FROMONT

CONTROLE SANITAIRE DES EAUX DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE

Résultats des analyses effectuées dans le cadre suivant **CONTROLE SANITAIRE**

SIAEP BURCY-FROMONT-RUMONT

Analyse réalisée par le laboratoire Prélèvements, mesures de terrain et analyses effectuées pour l'ARS-DT77 par le laboratoire CARSO-LSEHL et le Laboratoire Départemental d'Analyses et de Recherche de l'Aisne

Prélèvement et mesures de terrain du 09/07/2015 à 08h07 pour l'ARS et par DELOMBRE JUSTINE
Nom et type d'installation : FROMONT 1 (CAPTAGE)
Type d'eau : EAU BRUTE SOUTERRAINE
Nom et localisation du point de surveillance : SPR01 FROMONT (AVCL2) - FROMONT (POMPE REFOULEMENT)
Code point de surveillance : 0000000943 Code installation : 000820 Type d'analyse : RP7
Code Sise analyse : 00142947 Référence laboratoire : LSE1507-15875 Numéro de prélèvement : 07700143144

Conclusion sanitaire (Prélèvement n° 07700143144)

Eau brute souterraine conforme aux limites de qualité en vigueur pour l'ensemble des paramètres mesurés.

mardi 04 août 2015
Pour le Directeur Général et par délégation
Pour le Délégué Territorial et par délégation
L'Ingénieur d'Etudes Sanitaires



Raphaël POVERT

Affichage obligatoire du présent document dans les deux jours ouvrés suivant la date de réception et conformément à l'article D1321-104 du Code de la Santé Publique.

Mesures de terrain

CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

Température de l'eau	13,7	°C		25		
----------------------	------	----	--	----	--	--

EQUILIBRE CALCO-CARBONIQUE

pH	7,40	unité pH				
----	------	----------	--	--	--	--

OXYGENE ET MATIERES ORGANIQUES

Oxygène dissous % Saturation	72,6	%sat				
------------------------------	------	------	--	--	--	--

Analyse laboratoire

CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES

Aspect (qualitatif)	1	qualit.				
Couleur (qualitatif)	0	qualit.				
Odeur (qualitatif)	0	qualit.				
Turbidité néphélométrique NFU	0,14	NFU				
Coloration	<5	mg/L Pt				
Coloration après filtration simple	<5	mg/L Pt		200		
Odeur (dilution à 25°C)	N.M.	dilut.				

COMP. ORG. VOLATILS & SEMI-VOLATILS

Biphényle	<0,005	µg/l				
-----------	--------	------	--	--	--	--

COMPOSES ORGANOHALOGENES VOLATILS

Tétrachloroéthylène-1,1,2,2	<0,50	µg/l				
Tétrachloroéthylène+Trichloroéthylène	<0,50	µg/l				
Trichloroéthylène	<0,50	µg/l				

DIVERS MICROPOLLUANTS ORGANIQUES

Hydrocarbures dissous ou émulsionnés	<0,1	mg/L		1,0		
--------------------------------------	------	------	--	-----	--	--

EQUILIBRE CALCO-CARBONIQUE

Carbonates	0	mg/LCO3				
Equilibre calcocarbonique 0/1/2/3/4	2	qualit.				
Hydrogénocarbonates	274,0	mg/L				
pH	7,55	unité pH				
pH d'équilibre à la t° échantillon	7,45	unité pH				

FER ET MANGANESE

Fer dissous	<10	µg/l				
Manganèse total	<10	µg/l				

METABOLITES DES TRIAZINES

Atrazine-2-hydroxy	<0,020	µg/l		2,0		
Atrazine-déiisopropyl	<0,020	µg/l		2,0		
Atrazine déséthyl	<0,020	µg/l		2,0		
Atrazine déséthyl déiisopropyl	<0,020	µg/l		2,0		
Hydroxyterbuthylazine	<0,020	µg/l		2,0		
Terbuméton-déséthyl	<0,020	µg/l		2,0		
Terbuthylazin déséthyl	<0,020	µg/l		2,0		
Atrazine déséthyl-2-hydroxy	<0,020	µg/l		2,0		

MINERALISATION

Calcium	86,7	mg/L				
Chlorures	12,2	mg/L		200		
Conductivité à 25°C	502	µS/cm				
Magnésium	3,93	mg/L				
Potassium	1,8	mg/L				
Silicates (en mg/L de SiO2)	10,5	mg/L				
Sodium	5,7	mg/L		200		
Sulfates	6,6	mg/L		250		

OLIGO-ELEMENTS ET MICROPOLLUANTS M.

Antimoine	<1	µg/l				
Arsenic	<2	µg/l		100,0		
Bore mg/L	0,013	mg/L				
Cadmium	<1	µg/l		5,0		
Fluorures mg/L	0,14	mg/L				
Nickel	<5	µg/l				
Sélénium	8	µg/l		10,0		

OXYGENE ET MATIERES ORGANIQUES

Carbone organique total	0,3	mg/L C		10		
-------------------------	-----	--------	--	----	--	--

PARAMETRES AZOTES ET PHOSPHORES

Ammonium (en NH ₄)	<0,05	mg/L		4,0		
Nitrates (en NO ₃)	26,1	mg/L		100,0		
Nitrites (en NO ₂)	<0,02	mg/L				
Phosphore total (en P ₂ O ₅)	<0,023	mg/L				

PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES

Entérocoques /100ml (MP)	<40	n/100mL		10000		
Escherichia coli / 100ml (MP)	<40	n/100mL		20000		

PESTICIDES AMIDES, ACETAMIDES, ...

Acétochlore	<0,005	µg/l		2,0		
Cymoxanil	<0,020	µg/l		2,0		
Métazachlore	<0,005	µg/l		2,0		
Métolachlore	<0,005	µg/l		2,0		
S-Métolachlore	<0,10	µg/l		2,0		

PESTICIDES ARYLOXYACIDES

2,4-D	<0,020	µg/l		2,0		
2,4-MCPA	<0,020	µg/l		2,0		
Mécoprop	<0,020	µg/l		2,0		

PESTICIDES CARBAMATES

Carbendazime	<0,020	µg/l		2,0		
Carbétamide	<0,020	µg/l		2,0		
Prosulfocarbe	<0,020	µg/l		2,0		

PESTICIDES NITROPHENOLS ET ALCOOLS

Dicamba	<0,060	µg/l		2,0		
Dinoterbe	<0,030	µg/l		2,0		
Imazaméthabenz	<0,020	µg/l		2,0		
Pentachlorophénol	<0,060	µg/l		2,0		

PESTICIDES ORGANOCHLORES

Aldrine	<0,005	µg/l		2,0		
DDD-2,4'	<0,005	µg/l		2,0		
DDD-4,4'	<0,005	µg/l		2,0		
DDE-2,4'	<0,005	µg/l		2,0		
DDT-4,4'	<0,010	µg/l		2,0		
Dieldrine	<0,005	µg/l		2,0		
Heptachlore	<0,005	µg/l		2,0		
Heptachlore époxyde	<0,005	µg/l		2,0		
Heptachlore époxyde cis	<0,005	µg/l		2,0		
Heptachlore époxyde trans	<0,005	µg/l		2,0		
Oxadiazon	<0,005	µg/l		2,0		

PESTICIDES ORGANOPHOSPHORES

Chlorpyrifos éthyl	<0,020	µg/l		2,0		
Dichlorvos	<0,010	µg/l		2,0		

PESTICIDES PYRETHRINOIDES

Cyperméthrine	<0,005	µg/l		2,0		
---------------	--------	------	--	-----	--	--

PESTICIDES STROBILURINES

Azoxystrobine	<0,020	µg/l		2,0		
---------------	--------	------	--	-----	--	--

PESTICIDES SULFONYLUREES

Flazasulfuron	<0,020	µg/l		2,0		
Metsulfuron méthyl	<0,020	µg/l		2,0		
Tribenuron-méthyle	<0,020	µg/l		2,0		

PESTICIDES TRIAZINES

Atrazine	<0,020	µg/l		2,0		
Cybutryne	<0,050	µg/l		2,0		
Métamitrone	<0,020	µg/l		2,0		
Métribuzine	<0,020	µg/l		2,0		
Simazine	<0,020	µg/l		2,0		
Terbuthylazin et ses métabolites	<0,020	µg/l		5,0		
Terbutryne	<0,020	µg/l		2,0		
Flufenacet	<0,020	µg/l		2,0		

PESTICIDES TRIAZOLES

Cyproconazol	<0,020	µg/l		2,0		
Epoxyconazole	<0,020	µg/l		2,0		
Tébuconazole	<0,020	µg/l		2,0		

PESTICIDES TRICETONES

Sulcotrione	<0,050	µg/l		2,0		
-------------	--------	------	--	-----	--	--

PESTICIDES UREES SUBSTITUEES

Chlortoluron	<0,020	µg/l		2,0		
Diuron	<0,020	µg/l		2,0		
Ethidimuron	<0,020	µg/l		2,0		
Fluométuron	<0,020	µg/l		2,0		
Isoproturon	<0,020	µg/l		2,0		
Linuron	<0,020	µg/l		2,0		
1-(3,4-dichlorophényl)-3-méthylurée	<0,020	µg/l		2,0		
1-(3,4-dichlorophényl)-urée	<0,050	µg/l		2,0		
Desméthylisoproturon	<0,020	µg/l		2,0		

PESTICIDES DIVERS

2,6 Dichlorobenzamide	<0,005	µg/l		2,0		
Aclonifen	<0,005	µg/l		2,0		
AMPA	<0,050	µg/l		2,0		
Antraquinone (pesticide)	<0,005	µg/l		2,0		
Bénalaxyl	<0,005	µg/l		2,0		
Bentazone	<0,020	µg/l		2,0		
Bifenox	<0,005	µg/l		2,0		
Bromacil	<0,005	µg/l		2,0		
Chloridazone	<0,005	µg/l		2,0		
Chlorothalonil	<0,010	µg/l		2,0		
Clopyralid	<0,050	µg/l		2,0		
Cyprodinil	<0,005	µg/l		2,0		
Dicofol	<0,005	µg/l		2,0		
Diflufénicanil	<0,005	µg/l		2,0		
Ethofumésate	<0,005	µg/l		2,0		
Fenpropidin	<0,010	µg/l		2,0		
Fluazinam	<0,10	µg/l		2,0		
Glyphosate	<0,050	µg/l		2,0		
Lenacile	<0,005	µg/l		2,0		
Métalaxyle	<0,020	µg/l		2,0		
Métaldéhyde	<0,020	µg/l		2,0		
Norflurazon	<0,005	µg/l		2,0		
Oxadixyl	<0,005	µg/l		2,0		
Pendiméthaline	<0,005	µg/l		2,0		
Prochloraze	<0,020	µg/l		2,0		
Propanil	<0,005	µg/l		2,0		
Piriméthanil	<0,005	µg/l		2,0		
Quimerac	<0,020	µg/l		2,0		
Quinoxyfen	<0,005	µg/l		2,0		
Total des pesticides analysés	<0,500	µg/l		5,0		

PLASTIFIANTS

Phosphate de tributyle	<0,005	µg/l				
------------------------	--------	------	--	--	--	--



ANNEXE 5 :

Analyse d’eau partielle de l’eau brute à l’issue du pompage longue
durée de 8h30 (Laboratoire CARSO)

Rapport d'analyse Page 1 / 3
Edité le : 22/03/2019

Annule et remplace l'édition du 27/02/2019
Veuillez détruire l'exemplaire précédent

ASTREE (ASsistance Technique et Réglementaire Eau et Environnement)
Mme Virginie Journée

240 rue Marcel Belot
45166 OLIVET Cedex.

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 3 pages.
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (*).

Identification dossier :	LSE19-21854	Référence contrat :	LSEC17-7088
Identification échantillon :	LSE1902-37577-1		
Nature:	Eau de ressource souterraine		
Origine :	Longue Durée		
	Fromont Captage		
Dept et commune :	77 FROMONT		
Prélèvement :	Prélevé le 12/02/2019 à 16h10 Réceptionné le 13/02/2019		
	Prélevé par le client ASTREE / JOURNE		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 13/02/2019

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Analyses physicochimiques							
Analyses physicochimiques de base							
Conductivité électrique brute à 25°C	492	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888			1
TA (Titre alcalimétrique)	0.00	° f	Potentiométrie	NF EN 9963-1			#
TAC (Titre alcalimétrique complet)	23.00	° f	Potentiométrie	NF EN 9963-1			#
Cations							
Ammonium	< 0.05	mg/l NH4+	Spectrophotométrie au bleu indophénol	NF T90-015-2	4		1
Calcium dissous	93.9	mg/l Ca++	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885			1
Magnésium dissous	4.0	mg/l Mg++	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885			1
Sodium dissous	6.3	mg/l Na+	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885	200		1
Potassium dissous	2.0	mg/l K+	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885			1
Ammonium	0.0000	mEq/l	Spectrophotométrie au bleu indophénol	NF T90-015-2			
Calcium dissous	4.6950	mEq/l	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885			
Magnésium dissous	0.3292	mEq/l	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885			
Potassium dissous	0.0512	mEq/l	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885			
Somme des cations	5.35	mEq/l	Calcul				

.....

Paramètres analytiques		Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité
Anions							
Bicarbonates		281.0	mg/l HCO3-	Potentiométrie	NF EN 9963-1		#
Chlorures		13.9	mg/l Cl-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	200	#
Sulfates		6.7	mg/l SO4--	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	250	#
Nitrates		26.6	mg/l NO3-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	100	#
Nitrites		< 0.02	mg/l NO2-	Spectrophotométrie	NF EN 26777		1
Orthophosphates		0.06	mg/l PO4--	Spectrophotométrie automatisée	selon NF EN ISO 6878		#
Chlorures		0.3915	mEq/l	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1		
Sulfates		0.1394	mEq/l	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1		
Nitrates		0.4290	mEq/l	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1		
Orthophosphates		0.0019	mEq/l	Spectrophotométrie automatisée	selon NF EN ISO 6878		
Somme des anions		5.56	mEq/l	Calcul			
Validation de la balance		1.925	%	Calcul			
Métaux							
Sélénium dissous		5.47	µg/l Se	ICP/MS après filtration	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		1
COV : composés organiques volatils							
Solvants organohalogénés							
Trichloroéthylène		< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
Pesticides							
Total pesticides							
Somme des pesticides identifiés	TTRIAZ	< 500	ng/l	Calcul		5000	
Pesticides azotés							
Amétryne	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Atrazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Atrazine 2-hydroxy	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Atrazine déséthyl	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Cyanazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Desmetryne	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Hexazinone	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Metamitron	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Prometon	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Prometryne	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Propazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Sebuthylazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Secbumeton	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Terbumeton	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Terbumeton déséthyl	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Terbuthylazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Terbuthylazine déséthyl	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Terbutryne	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#
Triétazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000	#

Edité le : 22/02/2019

Identification échantillon : LSE1902-37577-1

Destinataire : ASTREE (ASsistance Technique et Réglementaire Eau et Environnement)

Paramètres analytiques		Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	
Simetryne	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000		#
Dimethametryne	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000		#
Propazine 2-hydroxy	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000		#
Triétazine déséthyl	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000		#
Sébutylazine déséthyl	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000		#
Sébutylazine 2-hydroxy	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000		#
Simazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000		#
Atrazine déisopropyl	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	2000		#
Composés divers								
Divers								
Perchlorate		3.31	µg/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET183	15	4	#

TTRIAZ

PESTICIDES TRIAZINES PAR ID/HPLC/MS/MS

ABSENCE DU LOGO COFRAC

1 L'absence du logo Cofrac provient d'un délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives.

Phosphates : stabilisation réalisée au laboratoire dans les 36 heures.

Camélia ALCARAZ
Technicienne de Laboratoire



ANNEXE 6 :

Analyse d’eau partielle de l’eau brute à l’issue du pompage longue
durée de 8h30 (Laboratoire LDA 77)

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le Ministère chargé de
l'Environnement (essais repérés (E)) dans les conditions de l'arrêté du 27
octobre 2011 et par le Ministère chargé de la Santé (essais repérés (S)).



Accréditation N°1-1140
(portée disponible sur
www.cofrac.fr)

L'accréditation de la section Laboratoires du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais repérés (*). Ce rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à l'analyse. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Pour déclarer ou non la conformité aux spécifications, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. Les incertitudes de mesure sont disponibles sur demande.

Client :

ASTREE

240 Rue Marcel Belot
45160 OLIVET

Destinataire :

ASTREE
Mme Virginie JOURNE
240 Rue Marcel Belot
45160 OLIVET

Rapport d'analyse

Version 1 du 08/03/2019

Dossier : E1902-067

Référence commande : Devis N°E1812015

Echantillon : E1902-067001

Echantillon prélevé par : Fabrice COURBE_2 le 12/02/2019 / 15:35:00

Date et heure de réception : 12/02/2019 - 16:40:00

Description : Captage

Prélèvement sous accréditation : Oui

Commune : FROMONT

Site : Forage communal

Nature : Eau brute souterraine

Date début analyse au laboratoire : 12/02/2019 - 17:05:39

Origine : Prélèvements ponctuels

Lieu du prélèvement : Eau brute

Observation :

Les prélèvements réalisés par le laboratoire répondent aux exigences des référentiels : FD T 90-520 et NF EN ISO 19458.

Prise en charge de l'échantillon (1)

Paramètre	Résultat	Unités	Critère Qualité	Incertitude	Méthode
(*) Minéralisation à l'acide nitrique (pour analyse des métaux)	Non				Méth.int NF EN ISO15587-2

Paramètres physico-chimiques (1)

Paramètre	Résultat	Unités	Critère Qualité	Incertitude	Méthode
(*) (S) Conductivité mesurée à 20°C	460	µS/cm			NF EN 27888
(*) (ES) Conductivité à 25°C (correction mathématique)	513	µS/cm			NF EN 27888
(*) Alcalinité totale	4.51	mmol H+/L			NF EN ISO 9963-1
(*) (ES) Titre alcalimétrique complet	22.6	°f			NF EN ISO 9963-1
(*) (E) Hydrogénocarbonates	275	mg/L			NF EN ISO 9963-1
(*) (ES) Chlorures	12	mg/L			NF EN ISO 10304-1
(*) (ES) Sulfates	6	mg/L			NF EN ISO 10304-1
(*) (ES) Perchlorates	3.4	µg/l			Méthode interne
(*) (ES) Nitrates	27	mg NO3/L			NF EN ISO 10304-1
(*) (ES) Nitrites	<0.01	mg NO2/L			NF EN ISO 10304-1

Balance ionique - Anions (1)

Paramètre	Meq/l	Résultat	Unités	Critère Qualité	Incertitude	Méthode
(*) (E) Hydrogénocarbonates	4,51	275	mg/L			NF EN ISO 9963-1
(*) (ES) Chlorures	0,34	12	mg/L			NF EN ISO 10304-1
(*) (ES) Nitrates	0,44	27	mg NO3/L			NF EN ISO 10304-1
(*) (ES) Nitrites	0,00	<0.01	mg NO2/L			NF EN ISO 10304-1
(*) (ES) Sulfates	0,12	6	mg/L			NF EN ISO 10304-1

Total Meq/l : 5,41

Balance ionique - Cations (1)

Paramètre	Meq/l	Résultat	Unités	Critère Qualité	Incertitude	Méthode
(*) (ES) Calcium	4,29	86	mg/L			NF EN ISO 11885
(*) (ES) Magnésium	0,33	4.0	mg/L			NF EN ISO 11885
(*) (ES) Sodium	0,26	6.5	mg/L			NF EN ISO 11885
(*) (ES) Potassium	0,05	2.0	mg/L			NF EN ISO 11885

Total Meq/l : 4,93

Alcalins, Alcalino-terreux, Métaux, Métalloïdes (1)

Paramètre	Résultat	Unités	Critère Qualité	Incertitude	Méthode
(*) (E) Sélénium	7.1	µg/l			NF EN ISO 17294-2
(*) (ES) Calcium	86	mg/L			NF EN ISO 11885
(*) (ES) Potassium	2.0	mg/L			NF EN ISO 11885
(*) (ES) Magnésium	4.0	mg/L			NF EN ISO 11885
(*) (ES) Sodium	6.5	mg/L			NF EN ISO 11885

1) Sauf demande particulière du client, pour les eaux superficielles, les analyses des alcalins, alcalino-terreux, métaux et métalloïdes sont réalisées sur eau filtrée à 0,45µm. 2) Pour les eaux résiduaires, ces analyses sont systématiquement réalisées après digestion acide de l'échantillon (échantillon minéralisé). 3) Enfin, pour les autres types d'eaux, les analyses sont réalisées sur échantillon brut si la turbidité est inférieure ou égale à 1,5 FNU, et sur échantillon minéralisé dans le cas contraire.

Composés organohalogénés volatils, hydrocarbures aromatiques monocycliques et Naphtalène (1)

Paramètre	Résultat	Unités	Critère Qualité	Incertitude	Méthode
(*) 1,1,1,2-Tétrachloroéthane	<0.1	µg/l			NF EN ISO 15680
(*) 1,1,1-Trichloroéthane	<0.1	µg/l			NF EN ISO 15680
(*) 1,1,2,2-Tétrachloroéthane	<0.1	µg/l			NF EN ISO 15680
(*) (E) 1,1,2-Trichloroéthane	<0.1	µg/l			NF EN ISO 15680
(*) 1,1-Dichloroéthane	<0.1	µg/l			NF EN ISO 15680
(*) 1,1-Dichloroéthène	<0.1	µg/l			NF EN ISO 15680
(*) 1,1-Dichloropropène	<0.1	µg/l			NF EN ISO 15680
(*) 1,2,4,5-Tétrachlorobenzène	<0.3	µg/l			NF EN ISO 15680
(*) 1,2,4-Trichlorobenzène	<0.3	µg/l			NF EN ISO 15680
(*) 1,2-Dichlorobenzène	<0.1	µg/l			NF EN ISO 15680
(*) (ES) 1,2-Dichloroéthane	<0.1	µg/l			NF EN ISO 15680
(*) 1,2-Dichloropropane	<0.1	µg/l			NF EN ISO 15680
(*) 1,3,5-Trichlorobenzène	<0.3	µg/l			NF EN ISO 15680
(*) 1,3,5-Triméthylbenzène	<0.1	µg/l			NF EN ISO 15680

(*)	1,3-Dichlorobenzène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	1,3-Dichloropropane	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	1,4-Dichlorobenzène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	1,2,4-Triméthylbenzène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	1,2,3-Trichlorobenzène	<0.3	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	1,2,3-Trichloropropane	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	1,2-Dibromo-3-chloropropane	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*) (E)	1,2-Dibromoéthane	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	2,2-Dichloropropane	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	2-Chlorotoluène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	3-Chloroprène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	3-Chlorotoluène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	4-Chlorotoluène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	4-Isopropylbenzène (p-cymène)	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*) (ES)	Benzène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Bromochlorométhane	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*) (ES)	Bromodichlorométhane	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*) (ES)	Bromoforme	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*) (ES)	Chloroforme	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*) (E)	Cis-1,2-dichloroéthène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Cis-1,3-dichloropropène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*) (ES)	Dibromochlorométhane	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Dibromométhane	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*) (E)	Dichlorométhane	<1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Ethylbenzène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Hexachlorobutadiène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Hexachloroéthane	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Isopropylbenzène (cumène)	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	M+P- Xylène	<0.2	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Monobromobenzène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Monochlorobenzène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Naphtalène	<0.3	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	n-butylbenzène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	n-propylbenzène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	O-Xylène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Sec-butylbenzène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Styrène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Tert-butylbenzène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*) (ES)	Tétrachloroéthylène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*) (E)	Tétrachlorure de carbone	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*) (E)	Toluène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Trans-1,3-dichloropropène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*)	Trans-1,2-dichloroéthène	<0.1	µg/l		NF EN ISO 15680
(*) (ES)	Trichloroéthène	0.24	µg/l		NF EN ISO 15680

Produits phytosanitaires sur eau filtrée (1)

Paramètre	Résultat	Unités	Critère Qualité	Incertitude	Méthode
(*) (ES) Acétochlore	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Alachlore	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Atrazine	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Atrazine-2-Hydroxy	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Azoxystrobine	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (S) Benoxacor	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Bromacil	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Carbendazime	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (S) Carbétamide	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Chloridazone	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) Chlorprophame	<0.08	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Chlortoluron	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Cyproconazole	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Cyprodinil	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Déisopropyl atrazine	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Demethyl Diuron	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Déséthyl atrazine	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Déséthylterbutylazine	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Diflufénicanil	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Diuron	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Epoxiconazole	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Ethidimuron	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (S) Ethofumésate	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (S) Imidaclopride	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Isoproturon	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (S) Isoxaben	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Lénacile	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Linuron	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Métamitron	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Métazachlore	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Metconazole	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (S) Métobromuron	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Métolachlore	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Napropamide	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Oxadiazon	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (S) Oxadixyl	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Pendiméthaline	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Pirimicarbe	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (E) Prochloraz	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Propiconazole	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Simazine	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+

(*) (S) Spiroxamine	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Tébuconazole	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (S) Terbuméton	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Terbutylazine	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (ES) Thiabendazole	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (E) Boscalid	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (E) Dimétachlore	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (E) Fenpropidine	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) Fenpropimorphe	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) Fenuron	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) Fluxapyroxade	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (E) Imazamox	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (E) Monuron	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) Nicosulfuron	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) (E) Propyzamide	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) Quinmerac	<0.02	µg/l			Méthode interne LCMSMS+
(*) Sébuthylazine	<0.01	µg/l			Méthode interne LCMSMS+

Liste de diffusion

Raison sociale : ASTREE

Nom : JOURNE

(1) : Approbation Chimie -
Djamila LADSOUS

Approbation Direction : Djamila LADSOUS

La conclusion est couverte par l'accréditation si tous les paramètres analysés relatifs à cette conclusion sont couverts par l'accréditation.

Si le client assure lui-même le prélèvement, les conditions de prélèvement, de conservation et d'acheminement des échantillons qui peuvent influencer les résultats d'analyses relèvent de sa responsabilité exclusive.

Conformément à la loi « Informatique et Libertés » du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès, de modification, de rectification et de suppression des données qui vous concernent.

Pour exercer votre droit d'accès, adressez-vous à la Direction des Systèmes d'Information du Département de Seine et Marne, rue des Saints Pères, 77010 MELUN CEDEX

mairie de fromont

De: VIE Laurence <laurence.vie@departement77.fr>
Envoyé: lundi 28 septembre 2020 16:07
À: TS_COMMUNE_00192
Objet: suite réunion du 28/09
Pièces jointes: Estimatif - SIAEP Fromont.xls; id77-catalogue-offres-2020-2021.pdf; PPT - Etat des lieux syndicat Burcy Fromont Rumont.pdf

Bonjour madame Dutoit,

Suite à la réunion de ce matin, je vous transmets en PJ :

- L'estimatif à insérer dans le dossier pour la consultation administrative
- Une plaquette explicative ID77
- La présentation de ce matin

Vous trouverez par ailleurs les rapports de l'étude Astree (phase 1,2 et 3) en téléchargement sur la plateforme Wettransfer en suivant ce lien : <https://we.tl/t-gNoySRt2jf>

Cordialement,



Toutes l'actualité de l'eau
en Seine-et-Marne sur :
www.eau.seine-et-marne.fr

Laurence VIÉ
Chargée de mission eau potable et protection de la ressource
Direction de l'Eau, de l'Environnement et de l'Agriculture
Service de l'Eau Potable et des Milieux Aquatiques - SEPOMA
HOTEL DU DÉPARTEMENT
CS 50377 | 77 010 MELUN CEDEX
tél. : 01.64.14.76.23 / mobile : 06.31.01.30.16

SEINE-ET-MARNE.FR



Ce message est la propriété du Département de Seine-et-Marne

Nom du Captage : Fromont1 – BSS : 02938X0004

ESTIMATIF

Ci-dessous : les frais à engager pour la procédure DUP de définition des périmètres de protection du captage de Fromont, détermination de l'AAC et de la vulnérabilité intrinsèque.

ETUDES

Phase 1

Première visite de l'hydrogéologue agréé	500.00 € HT
Étude et travaux préalables aux investigations	35 000.00 € HT
Intervention de l'hydrogéologue agréé pour la définition des périmètres de protection	1 500.00 € HT

Phase 2 (estimatif)

Réalisation du plan et des états parcellaires	2 500.00 € HT
Reprographie des dossiers d'enquête conjointe	100.00 € HT
Notification d'ouverture d'enquête	20*10€ 200.00 € HT
Publicité dans la presse	2 500.00 € HT
Commissaire enquêteur	1 200.00 € HT
Recherche origine de propriété	20*40€ 800.00 € HT
Notification de l'arrêté de déclaration d'utilité publique	20*10€ 200.00 € HT

TOTAL HT	44 500.00 € HT
-----------------	-----------------------

* sur la base de 20 propriétaires de parcelles comprises dans les périmètres de protection immédiate et rapprochée.

