

BASSIN DE L'YSIEUX

Périmètres de protection des captages de Marly-La-Ville et Fosses (95)



Phase 1 : Etude hydrogéologique Version 2

Editée en janvier 2012

Sommaire

<i>I</i>	<i>Préambule</i>	8
I.1	Contexte	8
I.2	Objectifs	8
I.3	Bibliographie	8
<i>II</i>	<i>Renseignements généraux</i>	10
II.1	Liste des captages étudiés	10
II.2	Commune de Marly la Ville	10
II.2.1	Localisation	10
II.2.2	Planches graphiques associées	11
II.2.3	Caractéristiques techniques	11
II.2.4	Essai de pompage de Mars 2009	22
II.3	Commune de Fosses	23
II.3.1	Localisation	23
II.3.2	Planches graphiques associées	23
II.3.3	Caractéristiques techniques	23
II.4	Conclusion	30
<i>III</i>	<i>Exploitation et distribution</i>	31
III.1	Exploitation	31
III.2	Distribution	35
III.2.1	Présentation technique du réseau	35
III.2.2	Besoins futurs	36
<i>IV</i>	<i>Contexte naturel</i>	37
IV.1	Contexte géologique	37
IV.1.1	Contexte géologique régional	37
IV.1.2	Contexte structural régional	38
IV.1.3	Lithologie au droit des sites d'études.....	38
IV.2	Contexte hydrogéologique	40
IV.2.1	Contexte régional	40
IV.2.2	Aquifère capté par les ouvrages étudiés.....	41
IV.2.3	Inventaire des points d'eau	41
IV.2.4	Piézométrie	42

IV.2.5 Détermination des zones d'influence, d'appel et de la zone d'alimentation .	51
IV.2.6 Bassin d'alimentation.....	53
IV.2.7 Ressource	54
V Qualité de l'eau.....	56
V.1 Evolution de la qualité de l'eau : Forages de Marly-la-ville	56
V.1.1 Qualité de l'eau	56
V.1.2 Caractéristiques spécifiques	57
V.2 Evolution de la qualité de l'eau : Forages de Fosses	60
V.2.1 Qualité de l'eau	60
V.2.2 Caractéristiques spécifiques	61
VI Evaluation du potentiel de dissolution du plomb.....	65
VI.1 Problématique	65
VI.2 Rappel du contexte réglementaire concernant le plomb.....	66
VI.3 Norme de qualité.....	66
VI.4 Qualité de l'eau distribuée	67
VI.4.1 Captages de Marly-la-Ville.....	67
VI.4.2 Captages de Fosses	67
VII Vulnérabilité de l'aquifère	69
VIII Conclusion de la phase 1	70
VIII.1 Contexte géologique et hydrogéologique	70
VIII.2 Caractéristiques de la ressource et bassin d'alimentation des captages.....	71

Liste des tableaux

Tableau 1: Renseignements généraux concernant les forages de Marly-la-Ville	10
Tableau 2: Liste des annexes associées aux forages de Marly.....	11
Tableau 3: Renseignements généraux concernant les forages de Fosses.....	23
Tableau 4: Liste des annexes associées aux forages de Fosses.....	23
Tableau 5: Récapitulatif des paramètres sur chaque captage	30
Tableau 6: Population recensée depuis 1990 sur les communes de Marly et Fosses.....	31
Tableau 7: Nombre de clients sur la commune de Marly-la-Ville.....	31
Tableau 8: Débits d'exploitation de la DUP pour les puits de Marly-la-Ville et Fosses	32
Tableau 9: Evolution des prélèvements sur les forages de Marly (Déferrisation).....	32
Tableau 10: Evolution des prélèvements sur les forages de Fosses.....	33
Tableau 11: Evolution des consommations en m ³ /an sur Marly et Fosses	33
Tableau 12: Evolution des volumes produits en m ³ /an sur les communes de Marly et Fosses	34
Tableau 13: Evolution du volume introduit dans le réseau et rendement du réseau du Syndicat de Bellefontaine.....	34
Tableau 14: Inventaire des branchements dans le réseau du SIAEP de Bellefontaine	36
Tableau 15: Lithologie des puits de Marly-la-Ville	39
Tableau 16: Lithologie des puits de Fosses.....	39
Tableau 17: Caractéristiques lithologiques des ouvrages	40
Tableau 18: Tableau inventaire des points d'eau	42
Tableau 19: Points d'eau recherchés lors de la campagne de terrain de Novembre 2008 dans le secteur.....	43
Tableau 20: Fluctuations de la nappe au droit du forage de Puisieux-en-France	44
Tableau 21: Fluctuations de la nappe au droit du captage Puits N°1	45
Tableau 22: Fluctuations de la nappe au droit du captage Puits N°2.....	45
Tableau 23: Fluctuations de la nappe au droit du captage Puits N°3.....	46
Tableau 24: Fluctuations de la nappe au droit du captage SAPEFO 1	48
Tableau 25: Fluctuations de la nappe au droit du captage SAPEFO 2	48
Tableau 26: Vitesse d'écoulement effective de la nappe selon le secteur d'étude	50
Tableau 27: Récapitulatif des caractéristiques et rayon d'influence des pompes dans le cadre de la DUP.....	51
Tableau 28: Récapitulatif des résultats des isochrones 50j/100j.....	53

Tableau 29: Calcul du bilan hydrogéologique du bassin d'alimentation des captages de Marly et Fosses	55
Tableau 30: Minéralisation de l'eau brute des forages de Marly-la-Ville	56
Tableau 31 : Caractéristiques générales des eaux brutes des forages de Marly-la-Ville	57
Tableau 32: Minéralisation de l'eau brute issue des forages de Fosses	60
Tableau 33 : Caractéristiques générales des eaux brutes issues des forages de Fosses	60
Tableau 34: Potentiel de dissolution du plomb en fonction du pH	66
Tableau 35: Solubilité théorique du plomb (en µg/l) à 25 °C en fonction du pH et du TAC de l'eau (Modèle de Schock)-Marly-la-Ville.....	67
Tableau 36: Solubilité théorique du plomb (en µg/l) à 25 °C en fonction du pH et du TAC de l'eau (Modèle de Schock)-Fosses	68
Tableau 37 : Vulnérabilité au droit des captages	69

Liste des figures

Figure 1: Coupe technique du Puits N°1	12
Figure 2: Essai de pompage sur le Puits N°1	13
Figure 3: Variation du débit spécifique sur le captage Puits N°1	14
Figure 4: Paramètres d'exploitation du Puits N°1 (1992-2004).....	14
Figure 5: Coupe technique du Puits N°2.....	16
Figure 6: Essai de pompage sur le Puits N°2	17
Figure 7: Variation du débit spécifique du captage Puits N°2	18
Figure 8: Paramètres d'exploitation de Puits N°2 (1992-2004).....	18
Figure 9: Coupe technique du Puits N°3.....	20
Figure 10: Variation du débit spécifique du Puits N°3	21
Figure 11: Paramètres d'exploitation du Puits N°3 (1993-2004).....	21
Figure 12: Coupe technique de SAPEFO 1.....	25
Figure 13: Essai de pompage sur le forage SAPEFO 1.....	26
Figure 14: Variation du débit spécifique de SAPEFO 1	26
Figure 15: Paramètres d'exploitation de SAPEFO 1 (1993-2004)	27
Figure 16: Coupe technique de SAPEFO 2.....	28
Figure 17 : Variation du débit spécifique de SAPEFO 2	29
Figure 18: Paramètres d'exploitation de SAPEFO 2	29
Figure 19: Répartition des branchements par mètre linéaire et par diamètre du réseau SIAEP de Bellefontaine.....	36

Figure 20: Fluctuation de la nappe des Sables de Cuise au droit du captage de Puisieux-en-France	44
Figure 21: Variation de la nappe au droit des captages de Marly-la-Ville-Suivi exploitant....	47
Figure 22: Variation de la nappe au droit des forages de Fosses	49
Figure 23: Détermination des isochrones.....	52
Figure 24: Evolution du fer au droit des Puits N°1, N°2 et N°3	58
Figure 25: Evolution des cyanures sur les puits de Marly	59
Figure 26: Evolution du fer sur les forages SAPEFO 1 et 2	63
Figure 27: Evolution du cyanure sur les forages de Fosses	64

Liste des annexes

(Recueil séparé)

- ANNEXE 1 : Plan de situation des communes et localisation des captages (1/100 000)
- ANNEXE 2 : Planche photo-forages de Marly
- ANNEXE 3 : Plan de situation des forages de Marly-la-Ville et Fosses (1/25 000)
- ANNEXE 4 : Plan cadastral des forages de Marly-la-Ville (1/2 000)
- ANNEXE 5 : Occupation des sols-Forages Marly-la-Ville (1/5 000)
- ANNEXE 6 : Inspection caméra de Puits N°1
- ANNEXE 7 : Inspection caméra de Puits N°2
- ANNEXE 8 : Inspection caméra de Puits N°3
- ANNEXE 9 : Essai de pompage sur Puits N°3 du 24 au 27 mars 2009
- ANNEXE 10 : Planche photos-forages de Fosses
- ANNEXE 11 : Plan cadastral-SAPEFO 1
- ANNEXE 12 : Plan cadastral-SAPEFO 2 (1/2 000)
- ANNEXE 13 : Occupation des sols-Forages de Fosses (1/5 000)
- ANNEXE 14 : Inspection caméra-SAPEFO 1
- ANNEXE 15 : Inspection caméra-SAPEFO 2
- ANNEXE 16 : Schéma du réseau de distribution
- ANNEXE 17 : Réseau d'interconnexions « Est du Val d'Oise »
- ANNEXE 18 : Extrait de la carte géologique (1/100 000)
- ANNEXE 19 : Coupe hydrogéologique Nord-Sud
- ANNEXE 20 : Coupes schématiques hydrogéologiques
- ANNEXE 21 : Piézométrie de la nappe des Sables de Beauchamp
- ANNEXE 22 : Inventaire des points d'eau environnants
- ANNEXE 23 : Carte des points non mesurés
- ANNEXE 24 : Esquisses hydrogéologiques
- ANNEXE 25 : Bassin d'alimentation des forages de Marly/Fosses
- ANNEXE 26 : Isochrones des captages de Marly-la-Ville
- ANNEXE 27 : Isochrones des captages de Fosses
- ANNEXE 28 : Analyses eau brute-Marly-la-Ville
- ANNEXE 29 : Analyses eau brute-Fosses
- ANNEXE 30 : Délimitation du bassin d'alimentation élargi-Phase environnementale

I Préambule

I.1 Contexte

La préservation des ressources en eau potable et de leur qualité passe par l'instauration réglementaire de périmètres de protection autour des ouvrages de captages.

Dans ce contexte, les principaux acteurs de cette procédure sur le département du Val d'Oise se sont associés (Préfecture, Agence de l'Eau Seine-Normandie, Chambre d'Agriculture Interdépartementale d'Ile de France, le Conseil Général) en signant une charte "départementale pour l'instauration des périmètres de protection de captages sur les points d'eaux souterraines destinées à l'alimentation en eau potable du département du Val d'Oise".

Le Conseil Général s'est proposé d'assurer la maîtrise d'ouvrage déléguée de la procédure pour les captages appartenant aux collectivités locales.

Les différents ouvrages concernés dans ce dossier se situent à l'est du département du Val d'Oise.

I.2 Objectifs

Notre mission concerne la réalisation des études préliminaires à l'instauration des périmètres de protection des captages des communes de Fosses et Marly la Ville du bassin versant de l'Ysieux.

Elle s'articule en 3 phases :

- Phase 1 : étude hydrogéologique,
- Phase 2 : étude d'environnement,
- Phase 3 : étude technico-économique.

Le présent document constitue le premier volet de cette étude, relatif à la phase 1.

I.3 Bibliographie

La phase 1 de l'étude est basée sur les rapports suivants :

- n1 : Détermination des potentialités encore mobilisables des nappes d'eaux souterraines du département du Val d'Oise, Octobre 1995, ANTEA et BURGEAP ;
- n2 : Atlas des Nappes aquifères de la région parisienne, 1970, BRGM ;
- n3 : Rapport SONDALP des inspections vidéo des captages d'alimentation en eau potable, Août 2008 ;
- n4 : Diagnostic des forages de Marly-la-ville et de Fosses, Rapport A 12956, étude réalisée pour le SIAEP Bellefontaine, ANTEA, Mai 1998 ;
- n5 : Etat et perspectives des ressources locales, Générale des Eaux, Mai 2001 ;
- n6 : Rapport annuel du délégataire 2007, SIAEP de Bellefontaine ;

- n7 : REP, commune de Saint Witz, étude hydrogéologique pour la demande de renouvellement d'autorisation d'exploiter la carrière des « cotes de Guepelle » mise à jour de juin 2000, BURGEAP.

Les ouvrages suivants ont été consultés :

- n6 : Hydrogéologie, Principes et Méthode, Gilbert CASTANY, édition DUNOD, 1998
- n7 : Périmètre de protection des captages d'eau souterraine destinée à la consommation humaine, Andrée LALLEMAND-BARRES et Jean-Claude ROUX, édition BRGM, 1999

En outre, les organismes suivants ont été contactés :

- Le Conseil Général du Val d'Oise,
- La DDASS 95,
- VEOLIA,
- l'Agence de l'Eau Seine Normandie,
- Météo France Val d'Oise et Oise.

Les sites nationaux suivants ont été consultés :

- Base de données Infoterre du BRGM,
- Le SANDRE,
- L'ADES,
- La Base de données Eaux Souterraines du Bassin Seine Normandie,
- La base de données Hydro

II Renseignements généraux

II.1 Liste des captages étudiés

Les captages étudiés dans le présent dossier sont les suivants :

- Commune de Marly la Ville : Marly la Ville - Puits N° 1 ;
 Marly la Ville - Puits N° 2 ;
 Marly la Ville - Puits N° 3.
- Commune de Fosses : SAPEFO 1 ;
 SAPEFO 2 ;

II.2 Commune de Marly la Ville

II.2.1 Localisation

Tableau 1: Renseignements généraux concernant les forages de Marly-la-Ville

Dénomination courante	N° de l'indice du BRGM	Coordonnées LAMBERT I cartographique actualisées	Référence cadastrale	Nom du propriétaire des captages et du terrain du PPI
Marly la Ville - Puits N° 1	0153-4X-0002	X : 612 186,904 m Y : 154 863,546 m Z : 81,94 m NGF	Section AD Numéro 0028	Syndicat de Bellefontaine
Marly la Ville - Puits N°2	0153-4X-0033	X : 611 970,49 m Y : 154 807,003 m Z : 82 m NGF	Section ZA Numéro 0109	
Marly la Ville - Puits N°3	0153-4X-0048	X : 612 103,012 m Y : 154 822,587 m Z : 82 m NGF	Section ZA Numéro 0024	

Le Puits N°1 est situé sur la parcelle des locaux de Véolia à MARLY, la parcelle est clôturée. Le puits est à proximité de la route et la parcelle est entourée de maisons individuelles.

Le Puits N° 2 et N°3 sont situés dans le parc Salvador Allende au milieu d'un espace vert. Il n'existe aucune clôture entourant ces deux puits.

II.2.2 Planches graphiques associées

Tableau 2: Liste des annexes associées aux forages de Marly

Captages	Plan de situation de la commune 1/100 000 ^{ème}	Planche photo	Plan de situation 1/25 000 ^{ème}	Plan cadastral (localisation des clôtures)	Occupation des sols
Captages de Marly-la-Ville	Annexe 1	Annexe 2	Annexe 3	Annexe 4	Annexe 5

II.2.3 Caractéristiques techniques

II.2.3.1 Puits N°1

II.2.3.1.1 Réalisation et caractéristiques techniques de l'ouvrage

L'ouvrage a été réalisé en 1953 par la société HUILLET. Il a été équipé comme suit (Figure 1) :

- de 0 à 10,30 m/TN (Terrain Naturel) : Avant puits cuvelage en béton armé de diamètre 2 000 m depuis 0,9 m au dessus-du TN,
- de 10,30 à 20,80 m/TN : Cuvelage métallique de diamètre 1 700 mm.
- de 10,30 à 31,75 m/TN : Tube captant avec trois rangées de filtres CUAU

Un rechemisage de l'ouvrage a été effectué en 1988 à l'aide d'un tube de PVC de diamètre 400 mm équipés de filtres CUAU à la base. La profondeur de l'ouvrage atteint 35,50 m/TN (Figure 1).

Le puits capte les Sables de l'Yprésien. En 1953, le niveau statique se situait à 3 m/TN soit 78,94 m NGF. En novembre 2008, le niveau « statique » mesuré par l'exploitant, est de 7,80 mètres par rapport à la tête de forage (+0,9 m/TN), soit 75,1 m NGF, après 35 minutes d'arrêt de la pompe. Le temps d'arrêt de la pompe avant la mesure n'est pas suffisant pour considérer la nappe comme totalement au repos.

II.2.3.1.2 Etat de l'ouvrage

La société SONDALP a réalisé une inspection vidéo du captage afin d'établir un bilan général de l'état du captage (Annexe 6). Cette inspection a été effectuée en août 2008, en période de pompage. Le niveau dynamique était de 21,45 m /sol soit 60,49 m NGF.

Selon l'inspection, les traces du niveau statique seraient à 5,32 m/TN soit 76,62 m NGF.

L'inspection a montré d'importants dépôts de rouille sur les parois du tube. Il a été constaté que l'ouvrage n'était pas vertical notamment dans les 15 premiers mètres du tube.

La société SONDALP préconise une régénération de l'ouvrage avec une désinfection par eau de javel ou oxygénée afin d'éliminer les bactéries, un brossage pour nettoyer les parois et un traitement à l'acide chlorhydrique.

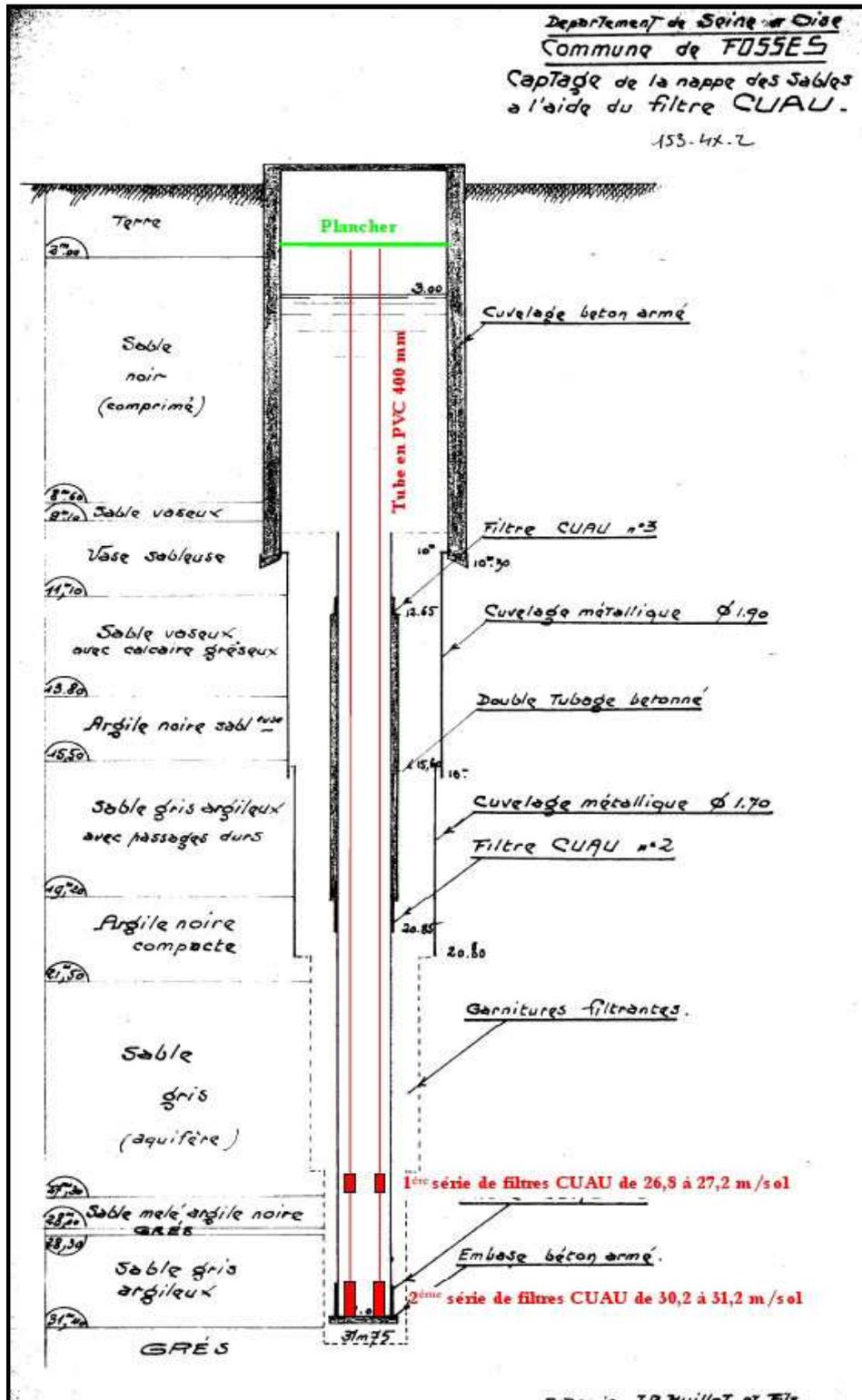
D'après les photos issues de l'inspection caméra, le tube est tapissé de dépôts ferrugineux et les filtres CUAU sont peu colmatés (première série de filtres). Le fond de l'ouvrage n'ayant

pas été inspecté, il est impossible de savoir si le fond de l'ouvrage est comblé et si la deuxième série de filtres est en partie colmatée ou non. Il semble y avoir peu de floccs bactériens. Les principales concrétions sont de nature ferrugineuse (Cf qualité de l'eau).

L'état du massif filtrant et de la pompe ne sont pas connus.

L'ouvrage, malgré les concrétions du tube, semble en bon état.

Figure 1: Coupe technique du Puits N°1



II.2.3.1.3 Essais

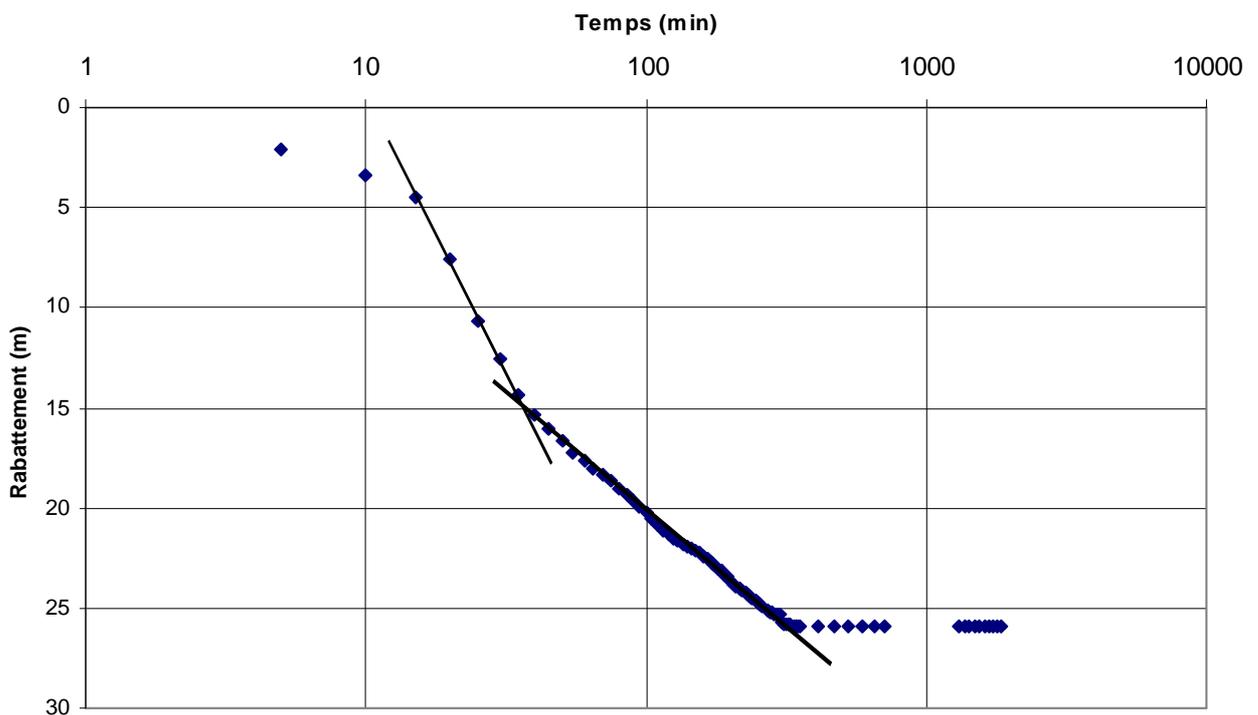
Un pompage continu a été effectué sur le forage le 15 octobre 1953. L'interprétation des résultats a été faite selon la méthode de Jacob sur la descente du niveau d'eau (Figure 2).

L'essai de pompage a permis de voir un changement de faciès latéral dans le secteur. En effet, la rupture de la pente indique un changement de transmissivité. La transmissivité est de $2,0 \cdot 10^{-4}$ m²/s pour la première partie de la courbe (T1) et de $4 \cdot 10^{-4}$ m²/s (T2). La transmissivité (T1) est strictement représentative des caractéristiques au droit de l'ouvrage de l'aquifère. La valeur (T2) intègre les conditions aux limites au voisinage de l'ouvrage.

En outre, au bout de 5h30 de pompage, le niveau dynamique s'est stabilisé.

Cette stabilisation du niveau peut avoir deux origines : elle peut traduire la présence d'un front d'alimentation (rivière l'Ysieux à proximité). Cependant lors de l'essai, le débit n'est pas resté constant et est passé progressivement de 90 m³/h à 75 m³/h à la fin de l'essai, entraînant ainsi une stagnation du niveau de la nappe et l'horizontalité du niveau observée. Cette diminution de débit a pu être volontaire afin de ne pas dénoyer les filtres Cuau qui se trouvent à 26,8 m/TN.

Figure 2: Essai de pompage sur le Puits N°1



Lors de la réalisation de l'ouvrage, celui-ci a été testé à différents débits. Le débit spécifique de l'ouvrage est d'environ 4 m³/h/m. Depuis 1993, le débit spécifique de l'ouvrage est suivi (Figure 3) et est compris entre 1 et 2 m³/h/m ; l'ouvrage a perdu de sa productivité depuis sa création. Cette baisse de productivité peut être due au colmatage des filtres ou du massif filtrant par d'importants dépôts de rouille.

Figure 3: Variation du débit spécifique sur le captage Puits N°1

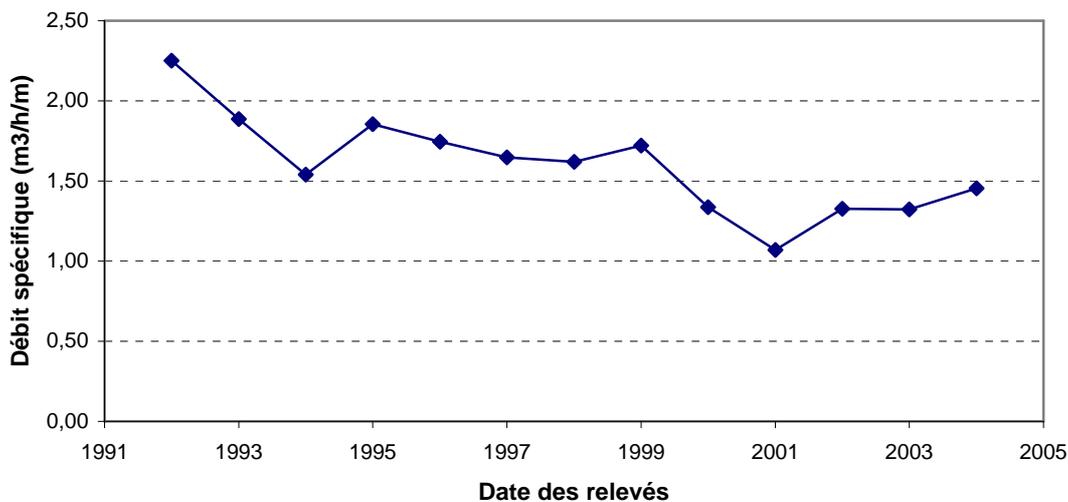
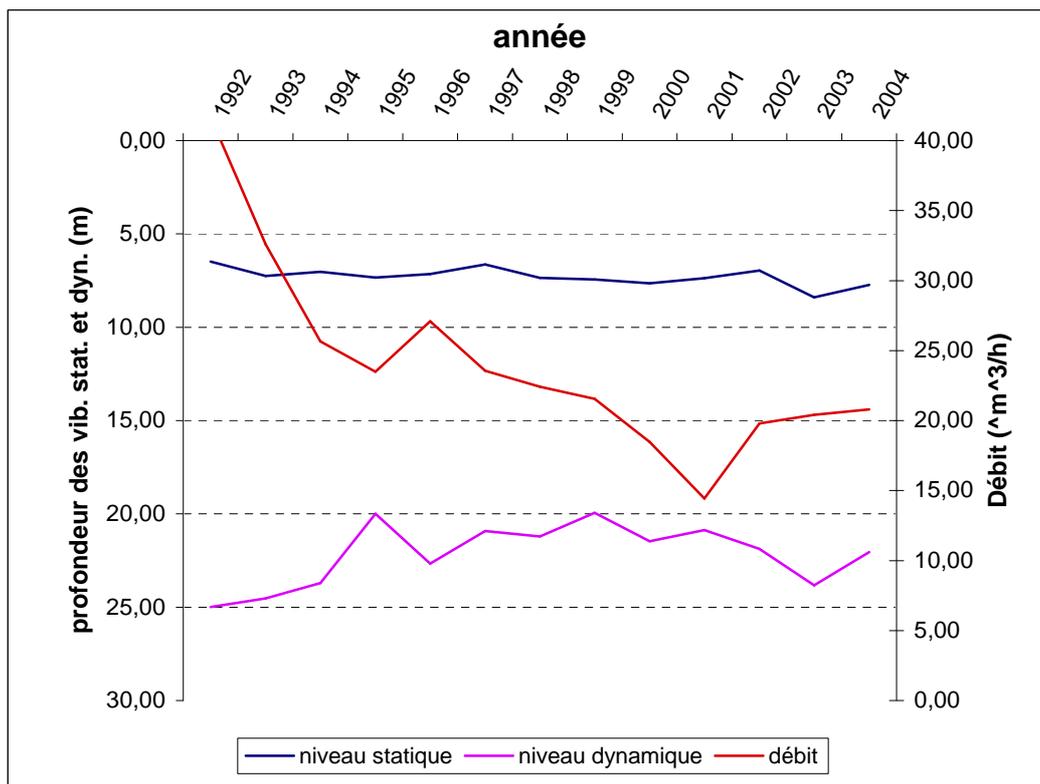


Figure 4: Paramètres d'exploitation du Puits N°1 (1992-2004)



Le rechemisage effectué sur le Puits P1 en 1988 a entraîné des pertes de charges quadratiques importantes dans l'ouvrage (*Réf n5*). Le débit de l'ouvrage ne peut guère dépasser 20 m³/h sous peine de dénoyer la crépine.

II.2.3.2 Puits N°2

II.2.3.2.1 Réalisation et caractéristiques techniques de l'ouvrage

L'ouvrage a été réalisé en 1969 par la société HUILLET. Il a été équipé comme suit (Figure 5) :

- de 0 à 21,50 m/TN : Avant puits cuvelage en béton armé de diamètre 2 000 m, remontant jusqu'à 0,50 m au-dessus du TN.
- à 9,50 m/TN : Télescopage entre le cuvelage en béton et le tube plein.
- de 9,50 à 38,50 m/TN : Tube captant avec rangées de filtres CUAU

Le puits capte les Sables de l'Yprésien.

Le niveau statique lors de la foration en 1969 est de 1,30 m/TN soit 80,7 m NGF. En novembre 2008, le niveau « statique » mesuré par l'exploitant, se situait à 7,20 m par rapport à la tête de forage (+0,5 m/TN), soit 75,3 m NGF après 30 minutes d'arrêt de la pompe. Le temps d'arrêt avant la mesure du niveau n'est pas suffisant pour considérer la nappe comme totalement au repos.

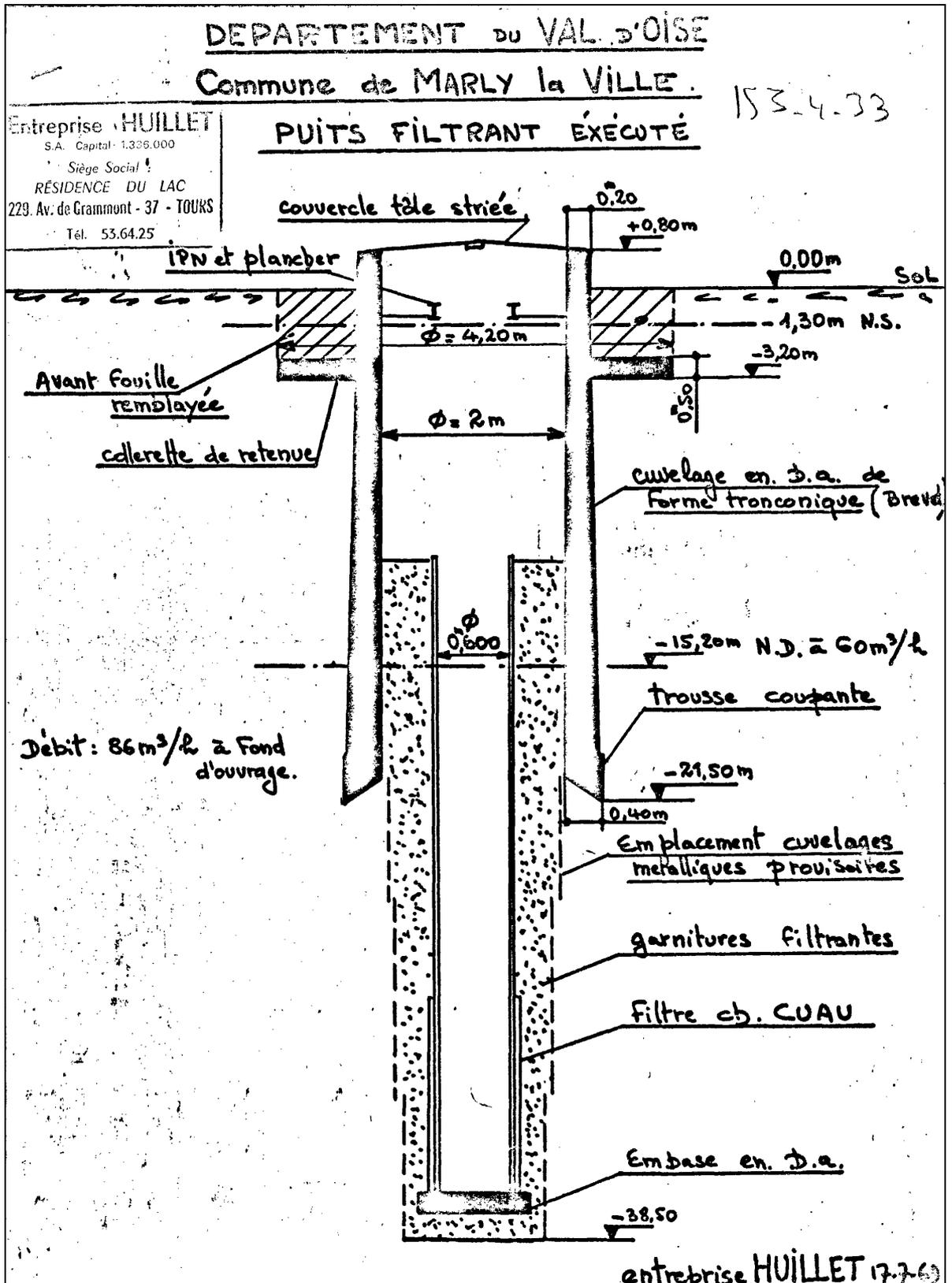
II.2.3.2.2 Etat de l'ouvrage

Une inspection vidéo a été faite par la société SONDALP en août 2008 (Annexe 7), en période d'arrêt du pompage (durée de l'arrêt inconnu). Le niveau était de 6,50 m/TN soit 75,5 m NGF.

Celle-ci montre un important dépôt bactérien à partir de 11,15 m/TN. Compte-tenu de la nature du tube (amiante ciment), il n'est pas possible de réaliser un traitement chimique à l'acide chlorhydrique. Les régénérations proposés par la société SONDALP consistent en une désinfection de l'ouvrage suivi d'un brossage des parois et un jetting afin de décolmater les ouvertures.

D'après les photos issues de l'inspection caméra, le tube plein est tapissé de dépôts bactériens, les filtres CUAU sont fortement colmatés. L'eau apparaît trouble du fait de la présence de floccs bactériens. La présence de ces bactéries est dû à la concentration en fer de l'eau brute. La pompe elle-même est colmatée créant alors une diminution de rendement de celle-ci. Un nettoyage de cet ouvrage s'impose, ainsi qu'un décolmatage ou un changement de pompe.

Figure 5: Coupe technique du Puits N°2



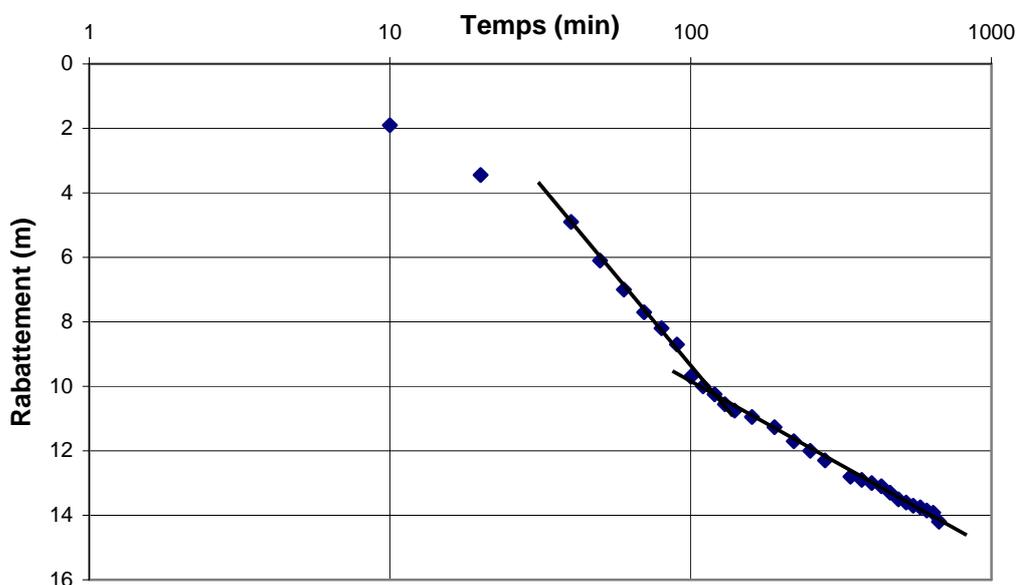
Source BRGM

II.2.3.2.3 Essais

Un pompage continu a été effectué sur le forage en 1969. L'interprétation des résultats a été faite selon la méthode de Jacob sur la descente du niveau d'eau (Figure 6).

De même que dans le Puits N°1, l'essai de pompage a permis de voir un changement de faciès latéral dans le secteur. En effet la rupture de la pente indique un changement de transmissivité. La transmissivité est de $2,6.10^{-4}$ m²/s pour la première partie de la courbe et de l'ordre de $5,3.10^{-4}$ m²/s, transmissivités qui restent du même ordre que pour le puits N°1. Dans cet essai, la stagnation du niveau dynamique n'est pas retrouvée, le débit de la pompe est resté constant.

Figure 6: Essai de pompage sur le Puits N°2



Depuis 1993, le débit spécifique de l'ouvrage est suivi, il est compris entre 2 et 4 m³/h/m et augmente depuis 2001 (Figure 6).

De 1997 à 1999, le débit d'exploitation est le même (environ 16 m³/h) pour un rabattement de l'ordre de 8 mètres.

En 2003, le débit baisse légèrement (environ 13 m³/h) pour un rabattement de l'ordre de 4 mètres.

Figure 7: Variation du débit spécifique du captage Puits N°2

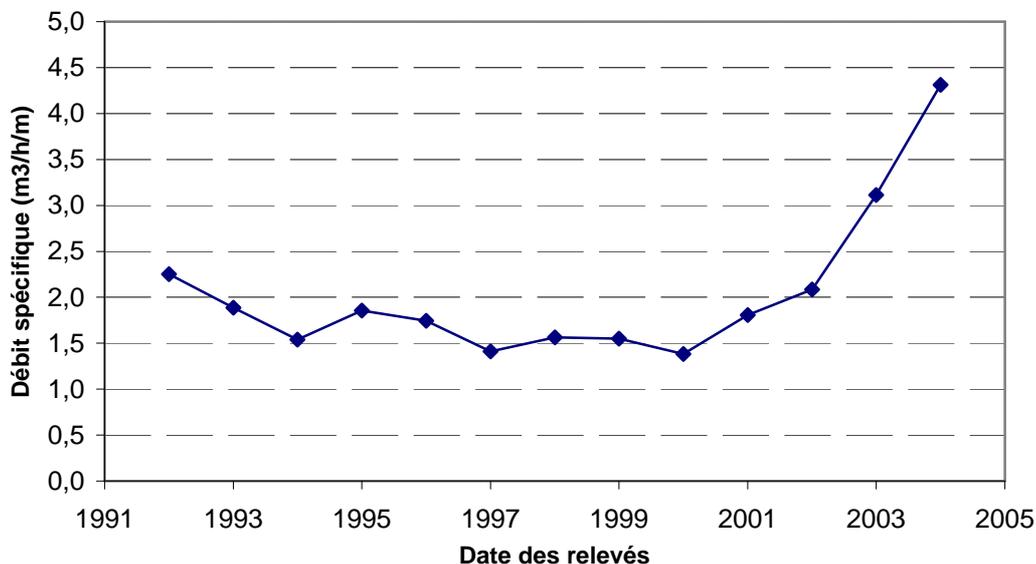
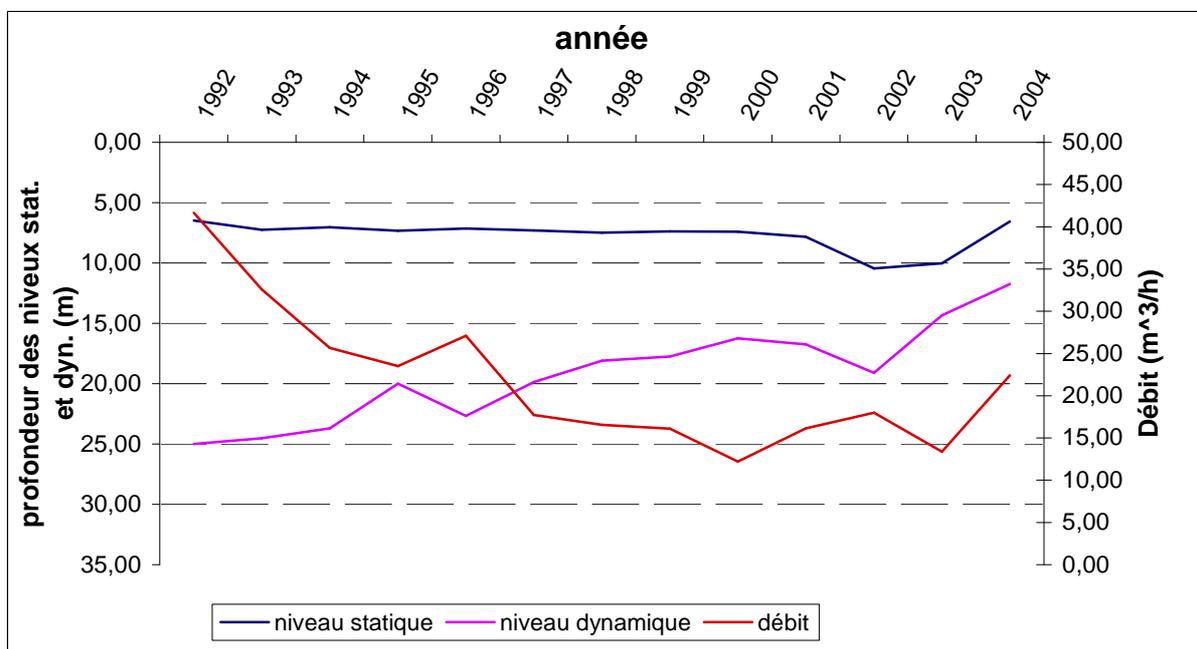


Figure 8: Paramètres d'exploitation de Puits N°2 (1992-2004)



II.2.3.3 Puits N°3

II.2.3.3.1 Réalisation et caractéristiques techniques de l'ouvrage

L'ouvrage a été réalisé en 1988 par la société ILE DE FRANCE FORAGES. Il a été équipé comme suit (Figure 9) :

- de 0 à 1,5 m/TN : Cuvelage en béton armé de diamètre 1 800 mm, remontant jusqu'à 1,5 mètre au-dessus du TN ;
- 1,5 à 18 m/TN : Tube plein avec à 18 mètres, un bouchon d'argile ;
- 18 à 35,00 m/TN : Tube captant PVC diamètre 500 entouré de massif filtrant ; avec rangées de filtres CUAU à partir de 22 m/TN.

Le puits capte les Sables de l'Yprésien.

Le niveau statique lors de la foration en 1988 est de 4,18 m/TN soit 77,82 m NGF. En novembre 2008, le niveau « statique » mesuré par l'exploitant, se situait à 8,10 m par rapport à la tête de forage (+1,5 m/TN), soit 75,4 m NGF après 30 minutes d'arrêt de la pompe. Le temps d'arrêt n'est pas suffisant pour considérer la nappe comme totalement au repos.

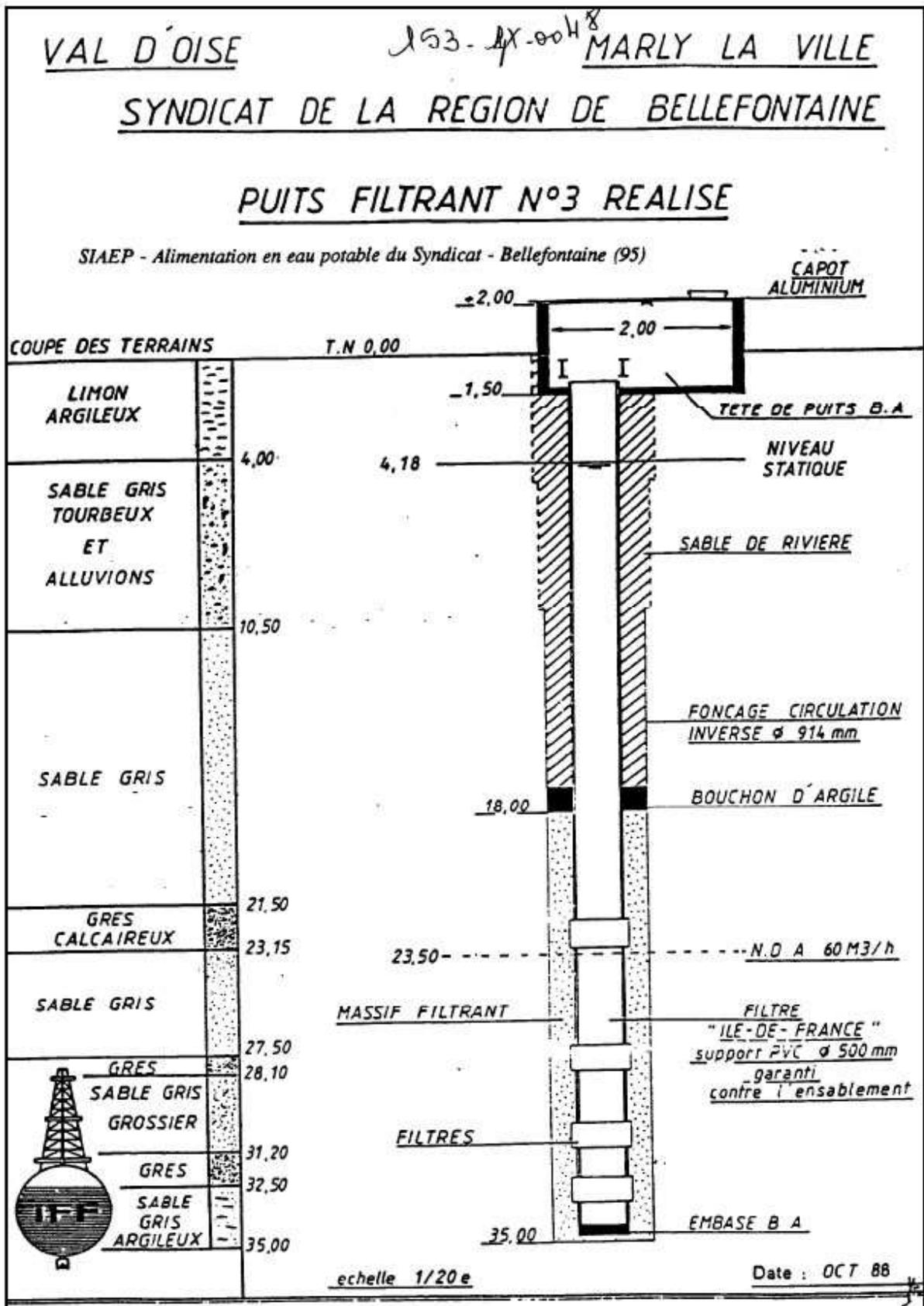
II.2.3.3.2 Etat de l'ouvrage

Une inspection vidéo a été faite par la société SONDALP en août 2008 (Annexe 8). Celle-ci s'est effectuée alors que le captage était à l'arrêt (durée de l'arrêt inconnue). Le niveau de la nappe était de 7,09 m/TN soit 74,9 m NGF.

Celle-ci montre un tube globalement propre avec quelques dépôts bactériens. Les filtres sont peu ou pas colmatés. La présence d'un trou dans le tube PVC vers 0,35 m/repère caméra soit 1,55 m/TN (au-dessus du niveau statique) a été constatée.

L'ouvrage est en bon état général.

Figure 9: Coupe technique du Puits N°3



II.2.3.3 Débits spécifiques

En 1988, un pompage d'essai a été réalisé. Cet essai a permis l'estimation de la transmissivité de la nappe $T= 3.4 \cdot 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$ (calculs non vérifiés par nos soins en l'absence des courbes d'essais). Le coefficient d'emménagement fut quand à lui estimé à $S=0,9 \cdot 10^{-3}$.

Depuis 1993, le débit spécifique de l'ouvrage est suivi et est compris entre 2 et 4 $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ (Figure 10) et baisse de façon régulière. Depuis 2002 et la mise en place de l'automatisation, les performances du puits s'améliorent.

Le débit du puits reste relativement constant depuis sa création. En 2002, des sondes piézométriques ont été installées. Celles-ci ont pour but de garder le niveau dynamique à une cote constante. Ainsi, c'est le débit de la pompe qui varie si le niveau d'eau monte ou diminue. Ce système a permis un gain de l'ordre de 2 ou 3 m^3/h de moyenne.

Figure 10: Variation du débit spécifique du Puits N°3

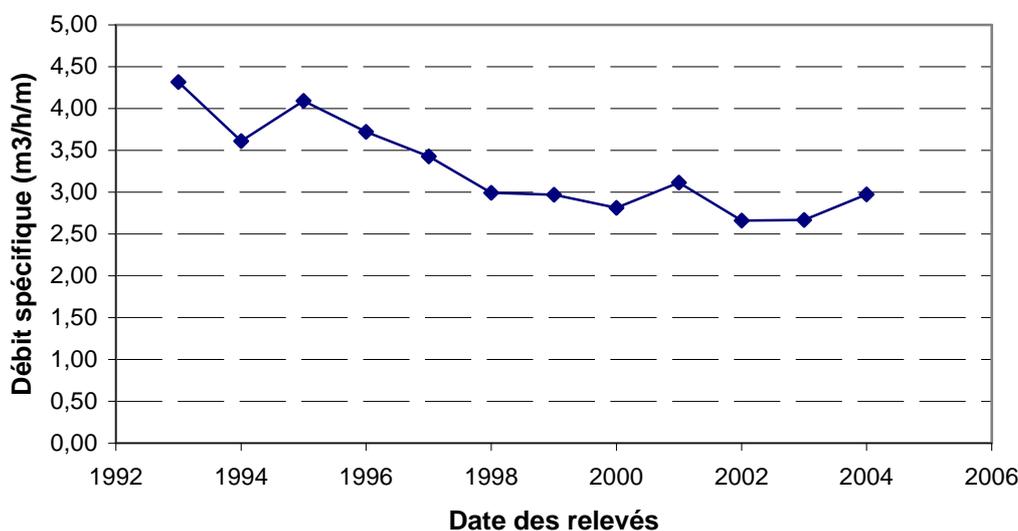
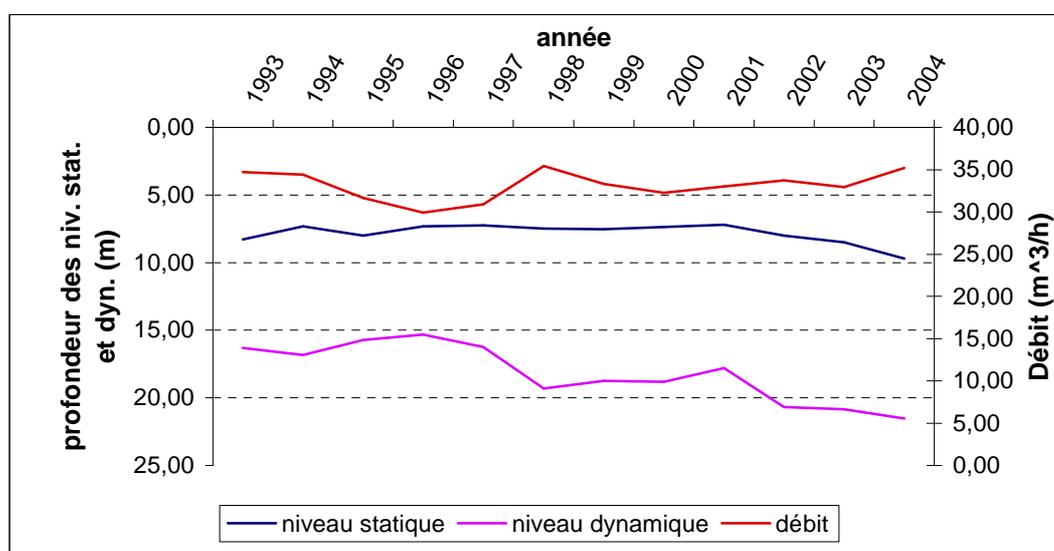


Figure 11: Paramètres d'exploitation du Puits N°3 (1993-2004)



II.2.3.4 Conclusion sur l'état des ouvrages

Depuis leur création, les caractéristiques d'exploitation des Puits N°1 et 2 ont chuté (*réfn4 et n5*). Les ouvrages sont exploités à un débit inférieur à celui prévu initialement (40 à 50 m³/h pour le Puits N°1 et 40 à 65 m³/h pour le Puits N°2). Seul le Puits N°3 est exploité au débit d'exploitation prévu (environ 35 m³/h). En outre, les valeurs des débits spécifiques sont inférieures aux valeurs théoriques calculées pour une exploitation de l'aquifère Yprésien (5 m³/h/m environ).

En général, la chute de la productivité peut être expliquée par le colmatage des ouvertures du tube captant, le colmatage de la pompe ou du massif filtrant.

II.2.4 Essai de pompage de Mars 2009

Un essai de pompage a été effectué du 24 au 27 Mars 2009 (Annexe 9), dans l'objectif de calculer les transmissivités et le coefficient d'emmagasinement.

Cet essai a été réalisé sur le Puits N°3 avec suivi de niveau sur les Puits N°1 et 2 qui ont été mis à l'arrêt durant l'essai.

Tous les ouvrages ont été arrêtés trois heures avant l'essai de pompage.

Durant l'essai, le débit sur P3 a varié entre 28 et 32 m³/h.

Il apparaît que les niveaux statiques en fin d'essai sur chaque ouvrage sont supérieurs aux niveaux statiques initiaux ; le niveau de la nappe lors du commencement de l'essai n'avait pas atteint son niveau statique.

Dès la mise en pompage sur le Puits N°3, un rabattement rapide se produit sur les dix premières minutes, suivi par une remontée légère mais régulière du niveau d'eau. Le niveau de la nappe semble se ré-équilibrer suite à l'arrêt des pompes sur le Puits N°1 et N°2. Cette remontée du niveau d'eau se retrouve sur les Puits N°1 et 2. Seul le Puits N°1 semble, au début, ressentir le pompage d'essai avant que le niveau d'eau remonte.

L'interprétation de la transmissivité a été faite selon la méthode de Jacob sur la descente du niveau d'eau (avant la remonté progressive du niveau).

La transmissivité est alors de $1,36 \cdot 10^{-4}$ m²/s. Cette valeur confirme les transmissivités trouvées lors des anciens essais de pompage effectués sur les autres puits du secteur.

Les conditions de réalisation de l'essai ne permettent pas de calculer un coefficient d'emmagasinement.

II.3 Commune de Fosses

II.3.1 Localisation

Tableau 3: Renseignements généraux concernant les forages de Fosses

Dénomination courante	N° de l'indice du BRGM	Coordonnées LAMBERT I cartographique actualisées	Référence cadastrale	Nom du propriétaire des captages et du terrain du PPI
SAPEFO 1	0153-4X-0044	X: 612 937,836 m Y: 155 917,963 m Z : 122 m NGF	Section AD Numéro 0293	Syndicat de Bellefontaine
SAPEFO 2	0153-4X-0045	X : 612 290 m Y : 155 550 m Z°: 121 m NGF	Section AC Numéro 0276	

Les deux puits sont situés sur une parcelle clôturée. A l'ouest de SAPEFO 1 se trouve un collège, et au Nord des zones agricoles (Le Champ Renaud). Le puits SAPEFO 2 est situé dans un secteur résidentiel.

II.3.2 Planches graphiques associées

Tableau 4: Liste des annexes associées aux forages de Fosses

Nom courant du captage	Plan de situation de la commune 1/100 000 ^{ème}	Planche photo	Plan de situation 1/25 000 ^{ème}	Plan cadastral	Occupation des sols
SAPEFO 1	Annexe 1	Annexe 10	Annexe 3	Annexe 11	Annexe 13
SAPEFO 2				Annexe 12	

II.3.3 Caractéristiques techniques

II.3.3.1 SAPEFO 1

II.3.3.1.1 Réalisation et caractéristiques techniques de l'ouvrage

L'ouvrage a été réalisé en 1970 par la société HUILLET. Il a été équipé comme suit (Figure 12) :

- de 0 à 36,00 m/TN : Avant puits cuvelage en béton armé de diamètre 2 000 m remontant jusqu'à 0,5 mètres au-dessus du TN,
- de 36,00 à 68,00 m/TN : Tube captant avec filtres CUAU, de diamètre 600 mm

Le puits capte les Sables de l'Yprésien.

Le niveau statique lors de la foration en 1970 est de 40,40 m/TN soit 81,6 m NGF. En novembre 2008, le niveau « statique » mesuré par l'exploitant, se situait à 44,70 m par rapport à la tête du puits (+0,5 m) soit 77,8 m NGF, après 40 minutes d'arrêt de la pompe. Le temps d'arrêt de la pompe avant la mesure n'est pas suffisant pour considérer la nappe comme totalement au repos.

II.3.3.1.2 Etat

En 1993, suite à une inspection vidéo, une opération de réhabilitation par brossage mécanique suivi d'un traitement à l'acide a été effectuée.

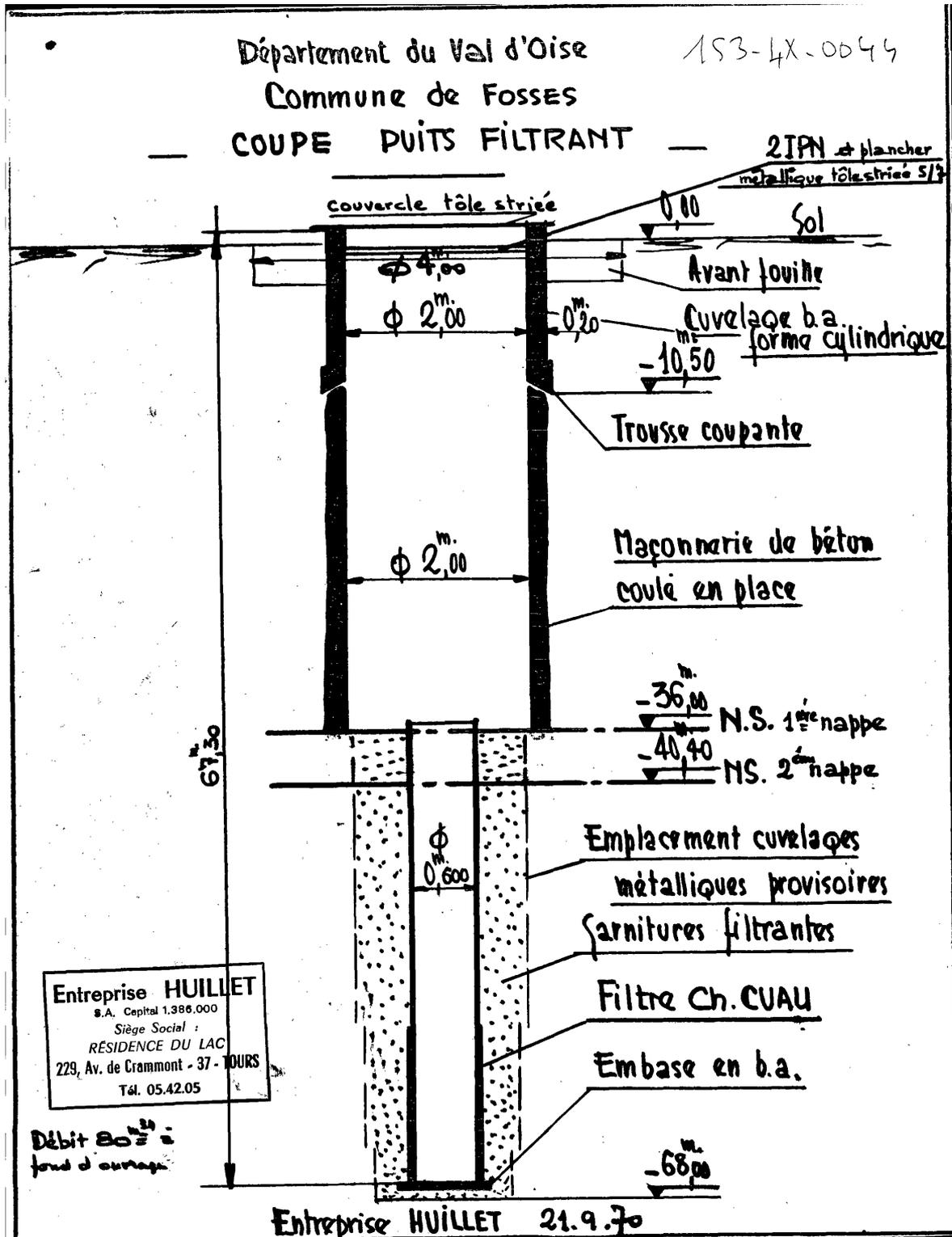
Une inspection vidéo a été faite par la société SONDALP en août 2008 (Annexe 14) lorsque le forage était en pompage. Le niveau dynamique était situé à 48,39 m/TN soit 72,61 m NGF.

Celle-ci montre d'importants dépôts bactériens et ferrugineux à partir de 55,2 m/TN. La première série de filtres est très colmatée voire obstruée par des concrétions et des amas bactériens alors que les deux suivantes le sont moins. La présence de bulles de gaz s'échappant au niveau de la dernière rangée de la première série de filtres a été constatée.

Les régénérations possibles de l'ouvrage préconisées de SONDALP sont une désinfection, suivi d'un brossage et d'un jetting pour décolmater les ouvertures.

Ces dépôts bactériens sont dus à la nature ferrugineuse de l'eau brute. Un nettoyage du tube devrait être effectué.

Figure 12: Coupe technique de SAPEFO 1

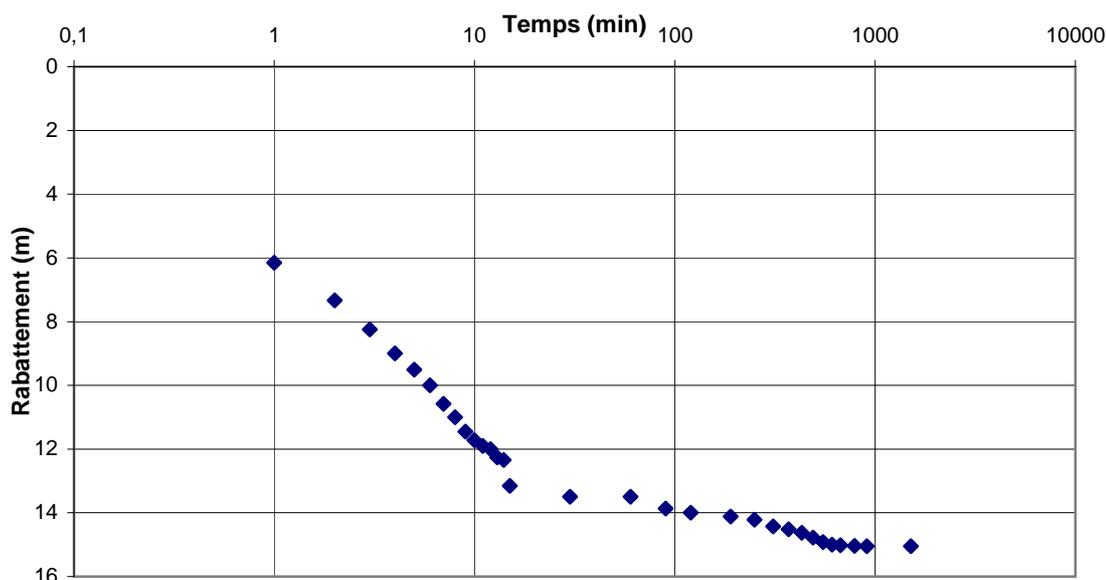


II.3.3.1.3 Essais

Un pompage continu a été réalisé sur le forage en 1970. L'interprétation des résultats a été faite selon la méthode de Jacob sur la descente du niveau d'eau (Figure 13).

L'essai de pompage a permis de voir un changement de faciès latéral dans le secteur. La transmissivité est de $4,6 \cdot 10^{-4}$ m² /s pour la première partie de la courbe (T1) et $3,2 \cdot 10^{-3}$ m² /s pour (T2). La première transmissivité est du même ordre que pour les forages situés à Marly-la-Ville. La deuxième transmissivité traduit la présence d'un niveau plus perméable.

Figure 13: Essai de pompage sur le forage SAPEFO 1



Le débit spécifique est suivi depuis 1993 et est compris entre 2,5 et 1,8 m³/h/m (Figure 14). Le débit spécifique baisse de façon régulière. Cette diminution peut être due à l'obstruction importante des ouvertures des filtres par des concrétions ferrugineuses.

Figure 14: Variation du débit spécifique de SAPEFO 1

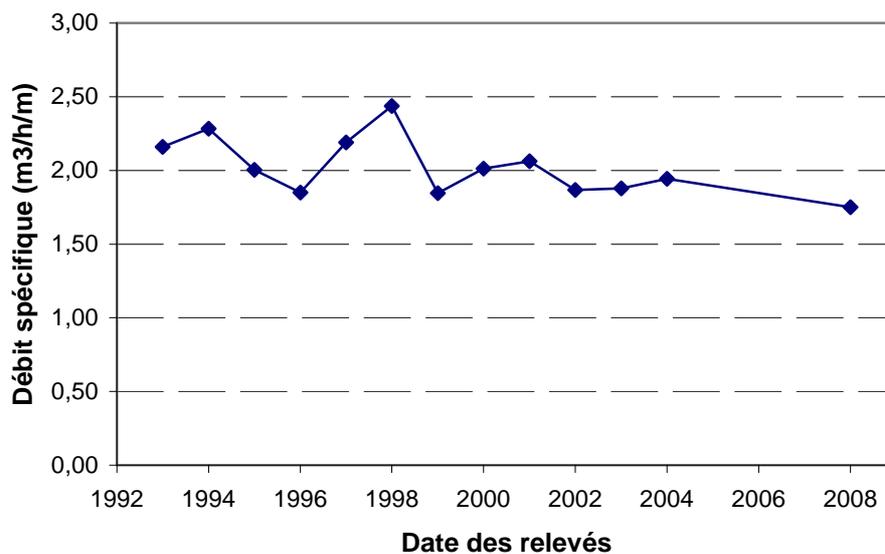
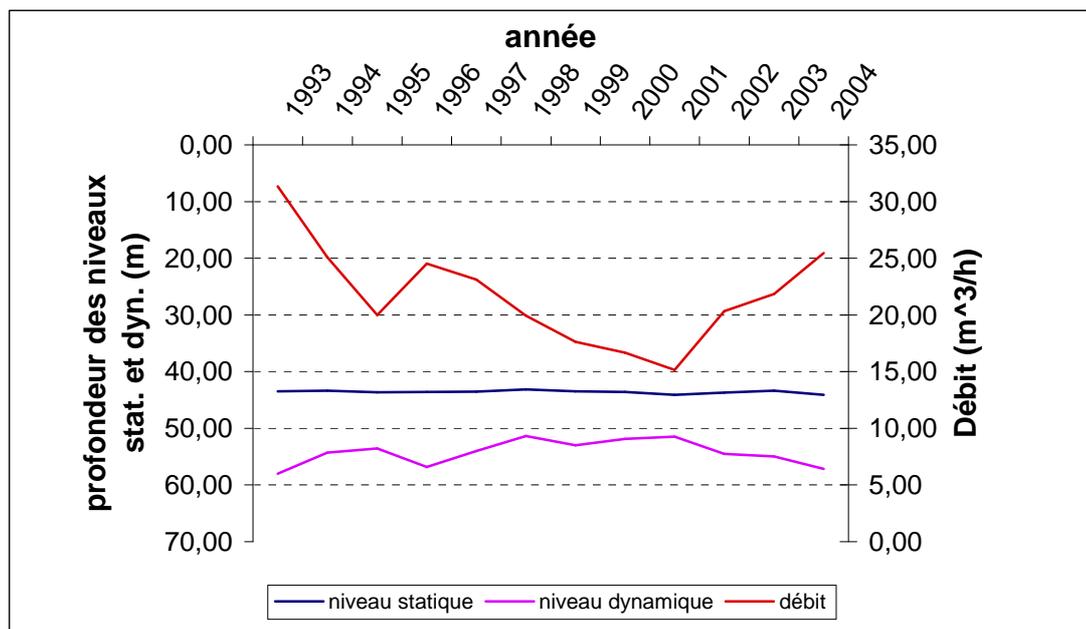


Figure 15: Paramètres d'exploitation de SAPEFO 1 (1993-2004)



II.3.3.2 SAPEFO 2

II.3.3.2.1 Réalisation et caractéristiques techniques de l'ouvrage

L'ouvrage a été réalisé en 1971 par la société HUILLET. Il a été équipé comme suit (Figure 16) :

- de 0 à 37,50 m/TN : Avant puits cuvelage en béton armé de diamètre 2 000 m remontant jusqu'à 0,25 mètres au-dessus du TN,
- de 37,50 à 67,00 m/TN : Tube captant avec filtres CUAU, de diamètre 600 mm

Le puits capte les Sables de l'Yprésien. Le niveau statique lors de la foration en 1971 est de 37,50 m/TN soit 83,5 m NGF. Cette valeur est toutefois qualifiée de « variable » sur la coupe technique de l'époque.

En novembre 2008, le niveau « statique » mesuré par l'exploitant, se situait à 43,40 mètres par rapport à la tête de forage (+0,25 m/TN) soit 77,85 m NGF après 45 minutes d'arrêt du pompage. Le temps d'arrêt de la pompe n'est pas suffisant pour considérer la nappe comme au repos.

II.3.3.2.2 Etat

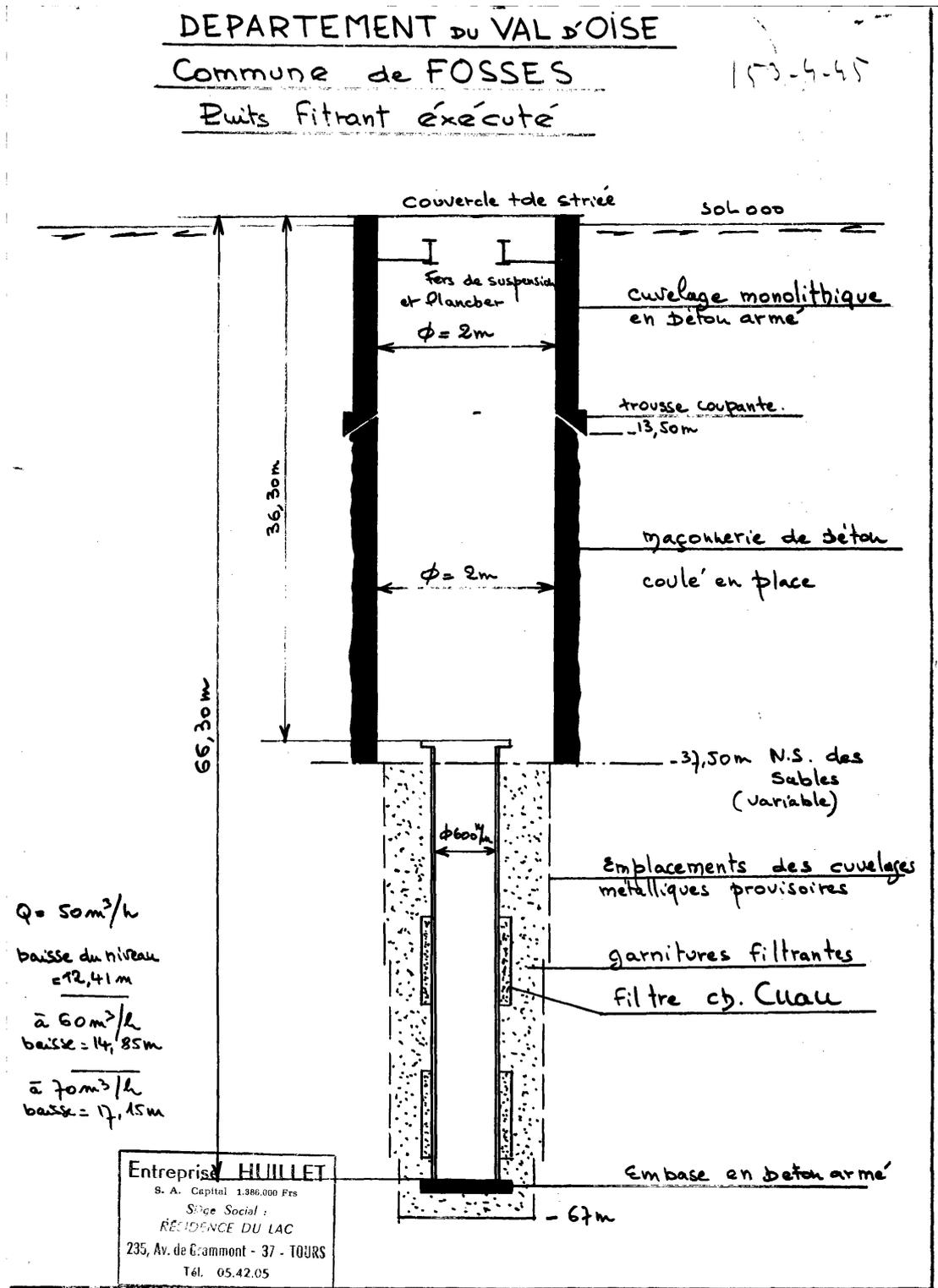
En 1992, un brossage a été réalisé à l'aide d'un hérisson métallique suivi d'un traitement chimique.

Une inspection vidéo a été faite par la société SONDALP en Août 2008 lorsque le forage était en pompage (Annexe 15). Le niveau dynamique était situé à 44,71 m/TN soit 76,29 m NGF.

Celle-ci montre d'importants dépôts bactériens à partir de 47,58 m/TN. La première série de filtres est colmatée par des concrétions et dépôts bactériens. Un dégazage est observé au niveau de certaines ouvertures de cette première série de filtres. La seconde série de filtres est également très colmatée par de nombreux filaments bactériens.

La régénération de l'ouvrage nécessiterait une désinfection, suivi d'un broissage et d'un jetting pour décolmater les ouvertures. Cependant, les opérations de régénération sont rarement efficaces sur les filtres CUAU. Un remplacement des filtres CUAU par du fil enroulé est à envisager.

Figure 16: Coupe technique de SAPEFO 2



II.3.3.2.3 Débits spécifiques

Lors de l'essai par palier après la foration de l'ouvrage, le débit spécifique était de l'ordre de 4 m³/h/m. Depuis 1993, le débit spécifique de l'ouvrage est suivi, et est compris entre 2,5 et 4 m³/h/m (Figure 17).

Figure 17 : Variation du débit spécifique de SAPEFO 2

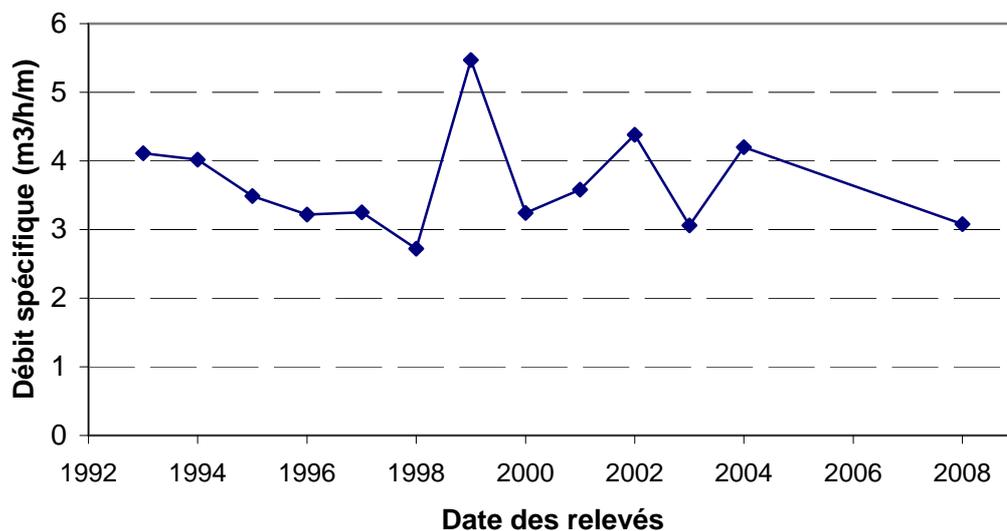
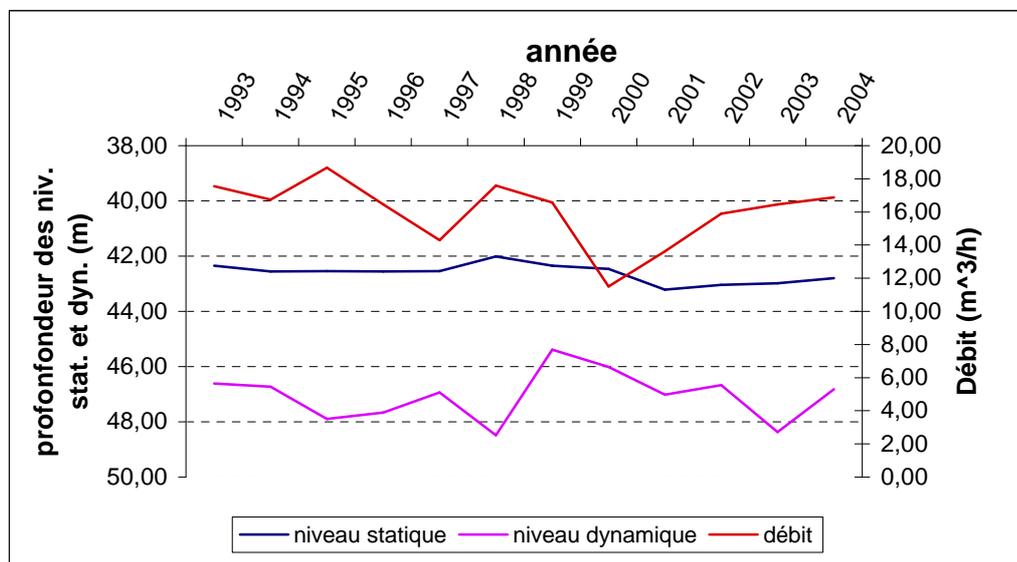


Figure 18: Paramètres d'exploitation de SAPEFO 2



II.4 Conclusion

Au niveau de Marly-la-Ville, les essais de pompage mettent en évidence un changement de faciès latéral traduit par un niveau plus perméable.

La transmissivité dans le secteur d'études, d'après les essais de pompage effectués sur les différents ouvrages est comprise entre 1 et $5 \cdot 10^{-4}$ m²/s. La productivité moyenne des ouvrages est comprise entre 1 et 5 m³/h/m pour les ouvrages. Celle-ci pourrait être augmentée en remplaçant les filtres CUAU par du fil enroulé.

Tableau 5: Récapitulatif des paramètres sur chaque captage

Forage	Puits N°1	Puits N°2	Puits N°3	SAPEFO 1	SAPEFO 2
Niveau statique foration (m/TN)	3,0	1,30	4,18	40,40	37,50
Débit spécifique (m ³ /h/m)	1<Q/s<2	2<Q/s<4	2<Q/s<4	1,8<Q/s<2,5	2,5<Q/s<4
Transmissivité (T1) (m ² /s)	2,0.10 ⁻⁴	2,6.10 ⁻⁴	1,36 10 ⁻⁴ (essai de Mars 2009)	4,6.10 ⁻⁴	
Transmissivité (T2) (m ² /s)	4,0.10 ⁻⁴	5,3.10 ⁻⁴		3,2 10 ⁻³	

NB : d'après la bibliographie : la transmissivité de l'Yprésien est comprise entre $1 \cdot 10^{-4}$ et $7 \cdot 10^{-3}$ m²/s.

La valeur de la transmissivité calculée lors de l'essai de pompage de Mars 2009 sur Puits N°3 est de l'ordre de grandeur des transmissivités calculées sur les autres puits. De ce fait, les valeurs de (T1), représentative des caractéristiques de l'aquifère au droit du site de la mesure, seront utilisées pour les calculs des isochrones.

Le coefficient d'emménagement n'ayant pu être calculé avec les données de l'essai de 2009, la valeur considérée dans la suite de l'étude est celle estimée dans le secteur par le BRGM soit $0,9 \cdot 10^{-3}$.

III Exploitation et distribution

III.1 Exploitation

La commune de Marly-la-Ville est alimentée par trois forages : Puits N°1, Puits N°2 et Puits N°3. La commune de Fosses est alimentée par deux forages : SAPEFO 1 et SAPEFO 2. L'eau captée provient des Sables de l'Yprésien.

Le Syndicat Intercommunal des Eaux de Bellefontaine en a confié l'exploitation en affermage à la société VEOLIA jusqu'en 2014. Le périmètre du service contient les communes de Bellefontaine, Lassy, Le Plessis Luzarches ainsi que Fosses et Marly-la-Ville.

La population des deux communes de Marly et Fosses est rappelée dans le tableau ci-après (*Source Insee*). Depuis 1999, la population des deux communes a diminué d'environ 2%.

Tableau 6: Population recensée depuis 1990 sur les communes de Marly et Fosses

	1990	1999	2006
Marly-la-Ville	5 128	5 696	5 609
Fosses	9 620	9 998	9 802

En 2007 sur l'ensemble du syndicat :

- Nombre d'habitants desservis : 16 542
- Nombre d'abonnés : 5 265
- Nombre de branchements : 5 284
- Nombre d'installations de production : 2
- Nombre de réservoirs : 4
- Longueur de canalisations : 118 km

L'évolution du nombre d'habitants desservis et le nombre d'abonnés est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 7: Nombre de clients sur la commune de Marly-la-Ville

	2006	2007
Abonnés sur Marly	1 989	1 990
Abonnés sur Fosses	2 926	2 972
Abonnés sur l'ensemble du syndicat	5 218	5 265

En 2007, 38% des abonnés du Syndicat résident sur la commune de Marly-la-Ville, 56% sur la commune de Fosses, soit 94% des abonnés du Syndicat qui se trouvent sur ces deux communes.

Les débits d'exploitation que l'exploitant propose dans le cadre de la DUP sont les suivants :

Tableau 8: Débits d'exploitation de la DUP pour les puits de Marly-la-Ville et Fosses

	Puits N°1	Puits N°2	Puits N°3	Sapefo 1	Sapefo 2
Débit horaire maximal (m ³ /h)	40	40	40	30	20
Débit journalier maximal (m ³ /j)	800	800	960	720	480
Débit annuel maximal (m ³ /an)	292 000	292 000	350 000	262 000	175 200

Le tableau ci-après montre l'évolution des prélèvements sur les captages de Marly sur les trois dernières années. L'augmentation des prélèvements s'établit autour de 10% pour le Puits N°1, autour de 3% pour le Puits N°2 et autour de 63% pour le Puits N°3 entre 2006 et 2008.

Tableau 9: Evolution des prélèvements sur les forages de Marly (Déferrisation)

Année	Puits 1			Puits 2			Puits 3		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Volume prélevé annuel (m ³ /an)	117 788	126 870	129 646	109 721	109 370	112 743	152 349	238 444	248 915
Volume prélevé moyen (m ³ /j)	324	349	386	301	300	336	419	655	741
Volume prélevé maximal (m ³ /j)	1 218	490	441	449	Compteur HS	460	827	820	1 196

En 2008, pour le Puits N°1, le volume de prélèvement moyen est de 386 m³/j avec un débit moyen d'exploitation de 20 m³/h et un temps de fonctionnement moyen de la pompe de 19 heures. Le débit maximal de la pompe est de 45 m³/h.

Pour le Puits N°2, le volume de prélèvement moyen est de 336 m³/j avec un débit moyen d'exploitation de 19 m³/h et un temps de fonctionnement moyen de la pompe de 19 heures. Le débit maximal de la pompe est de 24 m³/h.

Pour le Puits N°3, le volume de prélèvement moyen est de 741 m³/j avec un débit moyen d'exploitation de 38 m³/h et un temps de fonctionnement moyen de la pompe de 20 heures. Le débit maximal de la pompe est de 60 m³/h.

Le tableau ci-après montre l'évolution des prélèvements sur les captages de Fosses sur les trois dernières années. La diminution des prélèvements s'établit autour de 29% pour le SAPEFO 1, autour de 20% pour SAPEFO 2 sur ces années.

Tableau 10: Evolution des prélèvements sur les forages de Fosses

Année	SAPEFO 1			SAPEFO 2		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Volume prélevé annuel (m ³ /an)	149 860	144 143	106 826	109 681	114 076	88 026
Volume prélevé moyen (m ³ /j)	412	396	318	301	313	262
Volume prélevé maximal (m ³ /j)	1 069	520	487	726	476	439

En 2008, le volume de prélèvement moyen est de 318 m³/j avec un débit moyen d'exploitation de 14 m³/h et un temps de fonctionnement moyen de la pompe de 23 heures pour SAPEFO 1. Le débit maximal de la pompe est de 60 m³/h.

Pour SAPEFO 2, le volume de prélèvement moyen est de 262 m³/j avec un débit moyen d'exploitation de 12 m³/h et un temps de fonctionnement moyen de la pompe de 22 heures. Le débit maximal de la pompe est de 26 m³/h.

Les pompes des puits SAPEFO 1 et 2 sont soumises à un colmatage important du fait de particules ferrugineuses entraînant une diminution du rendement et sont remplacées environ tout les ans en moyenne. Lorsque cela est possible, la pompe fait l'objet d'une réhabilitation.

Le tableau suivant récapitule la consommation des abonnés sur une période de trois ans. La consommation sur le réseau du Syndicat tend à diminuer au cours des années. Cette diminution s'établit autour de 1% pour les trois dernières années.

Tableau 11: Evolution des consommations en m³/an sur Marly et Fosses

	2005	2006	2007
Volume consommé total sur Marly (m ³ /an)	295 080	289 288	293 211
Volume consommé total sur Fosses (m ³ /an)	448 858	439 665	438 125
Total sur le Syndicat (m ³ /an)	804 465	781 217	794 394

En 2007, 37% du volume total vendu sur l'ensemble du Syndicat est consommé par Marly-la-Ville, 55% est consommé sur Fosses. Ainsi 92% du volume vendu par le Syndicat est consommé par les communes de Marly-la-Ville et Fosses, conformément à la répartition de la population.

Le volume de production est défini par le volume prélevé sur le captage, corrigé des eaux utilisées pour l'usine de traitement des eaux. Le tableau qui suit résume les volumes produits par les captages de Marly et Fosses depuis cinq ans.

Tableau 12: Evolution des volumes produits en m³/an sur les communes de Marly et Fosses

	2003	2004	2005	2006	2007
Volume prélevé annuel sur les 3 captages de Marly (m ³)	517 121	543 720	469 458	486 667	474 684
Volume prélevé annuel sur les 2 captages de Fosses (m ³)	285 001	291 698	251 967	259 541	258 219
Volume prélevé total (m ³)	802 122	835 418	721 425	746 208	732 903
Besoins usine total (m ³)					11 899
Volume produit total (m ³)	802 122	835 418	721 425	746 208	721 004

NB : 486 667 m³ ne correspond pas à la somme des volumes prélevés sur les trois captages en 2006

Les communes, en plus du volume prélevé par ces ouvrages, complètent leur alimentation en eau potable par de l'eau provenant de l'usine de traitement d'Annet-sur-Marne. En 2007, cet apport concerne 16 % du volume introduit dans le réseau. Le rendement du réseau est calculé en fonction du volume consommé et du volume introduit total (Tableau 13).

Le rendement est supérieur à 90% depuis 2005. Il a légèrement baissé en 2007 mais il reste correct.

Tableau 13: Evolution du volume introduit dans le réseau et rendement du réseau du Syndicat de Bellefontaine

	2003	2004	2005	2006	2007
Volume produit annuel (m ³)	802 122	835 418	721 425	746 208	721 004
Volume acheté (m ³)	123 316	133 230	120 446	61 078	140 228
Volume introduit total (m ³)	932 144	968 648	841 871	807 286	861 232
Volume consommé sur le réseau su Syndicat	837 145	829 448	804 465	781 217	794 394
Rendement du réseau (%)	89,8	85,6	95,6	96,8	92,2

III.2 Distribution

III.2.1 Présentation technique du réseau

(Cf annexe 16)

Inventaire des installations:

- 5 installations de pompage : 3 forages de Marly et 2 forages de Fosses
- 2 installations de production :
 1. Déferrisation Marly d'une capacité de production de 1 000 m³/j
 2. Déferrisation Fosses d'une capacité de production de 2 000 m³/j
- 2 installations de reprise, une vers Fosses et une vers Marly, de 130 m³/h chacune
- 4 réservoirs : 1 bache de 500 m³ et 1 réservoir 1 500 m³ à Marly et 2 réservoirs de 500 m³ et 1 00 m³ à Fosses.

Les cinq forages sont équipés d'un système anti-intrusion ainsi que d'un compteur volumétrique installé au refoulement des ouvrages.

L'eau pompée au niveau des trois forages de Marly est dirigée vers la station de traitement située sur la parcelle du Puits N°1. L'eau brute passe dans des bassins d'oxydation par membrane avant d'être amenée dans les bassins de filtres à sable. L'eau traitée est amenée vers la bache 500 de Marly (située sur la parcelle du Puits 1). Lorsque la concentration en fer dans les bassins est trop élevée, le lavage se déclenche automatiquement.

L'eau pompée au niveau des deux forages de Fosses est dirigée vers la station de déferrisation située dans le château d'eau situé sur la parcelle de SAPEFO 1 (Fosses 1 500). Le procédé de déferrisation consiste en une installation fonctionnant en sous-pression, comportant en amont des tours de filtration à sable, une tour d'oxydation remplie de pouzzolane et d'air. Les filtres sont lavés une fois par semaine. Lors des lavages, les forages cessent de pomper. Le détassement du sable se fait d'abord à l'air suivi d'une phase « air plus eau » puis se termine par un rinçage à grand débit. L'ensemble est automatisé.

L'eau traitée au niveau du Puits N°1 est envoyée par refoulement vers le château d'eau de Fosses (Fosses 500) d'une part et vers le château d'eau de Marly (Marly 1 500) d'autre part. Le réseau Fosses 500 alimente le réseau de Bellefontaine, le Plessis-Luzarche, Lassy ainsi que Fosses village. Le château d'eau Fosse 1 500 stocke l'eau traitée des forages de Fosses et alimente l'ensemble de Fosses. Le réseau Marly 1 500 alimente le SIAEP Nord-Ecouen et l'ensemble de Marly.

Plusieurs interconnexions existent notamment deux interconnexions de secours, une en provenance de Lassy de 40 m³/h et une autre en provenance de Survilliers de 60 m³/h.

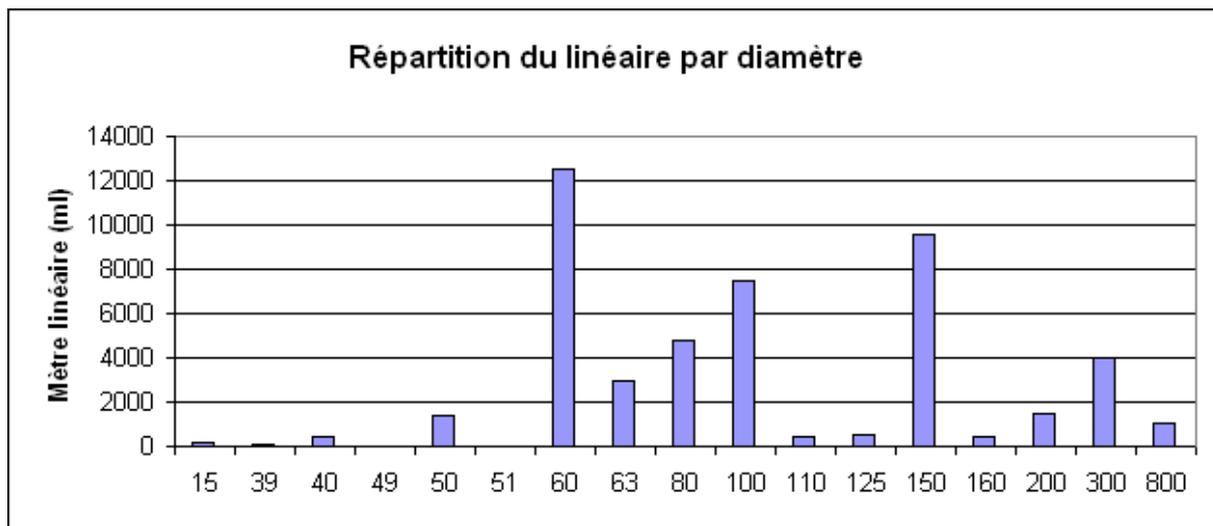
En outre, le réseau de Marly est connecté au réseau Nord (DN 400) d'où provient l'eau d'Annet-sur-Marne (Annexe 17), au niveau de St Witz à raison de 40 à 360 m³/h selon les besoins.

En 2007, la longueur totale du réseau est de 118 km dont 86,1 kilomètres linéaires de canalisations et 312,7 kilomètres linéaires de branchements.

L'essentiel du réseau est constitué de canalisations en fonte et fibres ciment, la partie terminale est faite, quant à elle, de conduites de petit diamètre en polyéthylène (Figure 19)

Depuis 2006, les branchements en plomb du réseau sont progressivement remplacés (Tableau 14). En 2009, l'exploitant a prévu de remplacer 200 branchements en plomb.

Figure 19: Répartition des branchements par mètre linéaire et par diamètre du réseau SIAEP de Bellefontaine.



Source rapport technique 2007 Véolia

Tableau 14: Inventaire des branchements dans le réseau du SIAEP de Bellefontaine

	2003	2004	2005	2006	2007
Nombre de branchement	5 122	5 157	5 265	5 276	5 284
Dont branchements en plomb	1 930	1 901	1 749	1 740	1 740
Nombre de branchements plomb supprimés		29	152	9	0

III.2.2 Besoins futurs

Cette information a été demandée par nos soins. Nous n'avons reçu aucune réponse de la part de la collectivité, du Syndicat et de l'exploitant.

IV Contexte naturel

IV.1 Contexte géologique

IV.1.1 Contexte géologique régional

La série stratigraphique concernée se situe au Nord-Est de Paris. Implanté au cœur du Bassin Parisien, ce secteur présente une succession de terrains sédimentaires de l'ère TERTIAIRE et plus particulièrement de l'EOCENE, reposant sur la Craie du CRETACE supérieur.

D'après les cartes géologiques de Dammartin-en-Goële et de l'Isle Adam (Annexe 18), la lithologie comprend les formations suivantes, de la plus récente à la plus ancienne :

- **Formations superficielles et quaternaires** : les Alluvions modernes (limons argileux, sableux, parfois tourbeux) et les Limons des plateaux (sableux ou argileux selon substratum)
- **Calcaires de Saint-ouen** : formation épaisse de 5 à 15 mètres, constituée de calcaires compacts, à grains très fins et alternant avec des marnes.
- **Sables de Mortefontaine** : formation peu épaisse (moins de un mètre) constitués de sables fins, plus ou moins indurés dont la base peut être calcaire ou légèrement marneuse.
- **Calcaire de Ducy, Sables d'Ezainville, Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers** : Les Calcaires de Ducy montrent des marno-calcaires peu épais (0,3 à 1,5 mètres). Les sables d'Ezainville présentent des sables plus ou moins marneux. Leur épaisseur varie de quelques dizaines de centimètres à 2,5 mètres. Les Sables de Beauchamp, épais de 8 à 15 mètres, sont composés de sables fins quartzeux. La formation des Sables d'Auvers, d'une épaisseur de 6 à 8 mètres, présente des sables blancs entrecoupés de dalles gréseuses plus ou moins irrégulières.
- **Marnes et Caillasses, Calcaire grossier** (e5 – Lutétien) : les Marnes et Caillasses, (5 à 10 mètres d'épaisseur), présentent une alternance de calcaires durs, dolomitiques, fissurés et de marnes calcaro-dolomitiques. Des passées de gypse peuvent être localement présentes. La formation du « Calcaire grossier » (épaisseur de 30 à 40 mètres), est constituée au sommet de calcaires cristallins ou siliceux durs reposant sur des calcaires à miliolites en bancs (épaisseur environ de 20 mètres contenant de la glauconie à leur base et parfois des niveaux de marnes. Ils reposent à leur tour sur des calcaires sableux pouvant former des bancs gréseux, localement glauconieux. Un niveau de sables calcaires glauconieux et assez grossiers termine cette formation.
- **Cuisien (Yprésien Supérieur)** : Les sables sous-jacents aux Argiles de Laon constituent l'essentiel de la formation et se caractérisent par des sables fins, micacés, glauconieux et des sables plus grossiers à stratification oblique. Ce niveau peut atteindre une épaisseur de 40 mètres.
- **Sables du Soissonnais, Fausse glaise, Argiles plastiques (Sparnacien-Yprésien Inférieur)** : les sables du Soissonnais sont des sables grisâtres à grain moyen, contenant des lits argileux ou ligniteux. Ils sont souvent confondus avec les sables

du Cuisien. La formation des Fausses glaises se caractérise par un niveau d'argile noire renfermant des passées fossilifères et quelques niveaux sableux ou ligniteux intercalés. Le niveau des Argiles plastiques présente des argiles bariolées, entrecoupées de passées ligniteuses et renfermant fréquemment des cristaux de gypse. L'ensemble de cet étage atteint 10 à 20 mètres d'épaisseur.

- **Craie (Campanien)** : cette formation de craie blanche contient des bancs de grands silex. Elle est fossilifère et très diaclasée.

IV.1.2 Contexte structural régional

(cf Annexe 19)

Les terrains sont affectés d'un prolongement régulier de direction générale NE-SW en partie orientale, perturbés par des accidents tectoniques, synclinaux et anticlinaux.

Le secteur d'étude, se trouve sur l'anticlinal de Bray qui passe par Survilliers. Cet accident tectonique permet l'affleurement des Sables de Cuise dans la vallée de l'Ysieux ainsi que le contact entre le Calcaire du Lutétien et les Sables de Cuise.

IV.1.3 Lithologie au droit des sites d'études

Les Annexes 19 et 20 illustrent le contexte géologique et hydrogéologique du secteur.

Les coteaux des plateaux sont essentiellement constitués des formations du Lutétien. Les sables de Beauchamp couronnent les plateaux sur une faible épaisseur en amont des secteurs des captages (Bourg de Marly, Bois Maillard, Nord de Fosses). La nappe contenue dans les sables de Beauchamp n'est pas présente au niveau des forages de Fosses et de Marly. Le fond de vallée est constitué par les Sables de Cuise qui affleurent sur une épaisseur de 10 à 15 mètres. Les assises sous-jacentes n'affleurent pas dans le secteur mais sont reconnues au niveaux des différents sondages dans le secteur.

Les différents faciès des coupes des forages reflètent les différentes coupes géologiques du secteur. Elles montrent en outre la présence de façon irrégulière d'une intercalation argileuse dans les Sables de Cuise. Celle-ci est notamment observée au niveau de SAPEFO 1. Toutefois ce passage argileux de faible épaisseur et discontinu (a priori non reconnu sur SAPEFO 2) ne constitue pas un écran imperméable. Son influence sur les écoulements s'en trouve réduit et très localisé.

La lithologie au droit des captages a pu être appréciée à partir des coupes géologiques des captages dressées lors de leur foration.

Tableau 15: Lithologie des puits de Marly-la-Ville

Forage	Puits N°1	Puits N°2	Puits N°3
Lithologie	0-2 m : Terre Végétale	0-0,40 m : Terre végétale	0-4,00 m : Limon argileux
	2-8,60 m : Sables noir comprimés	0,40-2,0 m : Argile	4,00-10,50 m : Sable gris tourbeux et alluvions
	2,60-8,10 m : Sables vaseux	2,0-2,4 m : Argile sableuse	10,50-21,50 m : Sable gris
	8,10-11,10 m : Vase sableuse	2,4-4,0 m : Vase molle	21,50 m-23,15 m : Grès calcaireux
	11,10-13,80 m : Sable vaseux avec calcaire gréseux	4,0-6,4 m : Argile grise vaseuse	23,15-27,50 m : Sable gris
	13,80-15,50 m : Argile noire sableuse	6,4-8,7 m : Argile jaunâtre fluente	27,50-28,10 m : Grès
	15,50-19,20 m : Sable gris argileux, passage dur	8,7-9,10 m : Argile grise, rognons calcaire	28,10-31,20 m : Sable gris grossier
	19,20-21,50 m : Argile noire compacte	9,10-14,5 m : Sable argileux gris foncé	31,20-32,50 m : Grès
	21,50-27,30 m : Sable gris	14,5-18,7 m : Sable gris	32,50-35,00 m : Sable gris argileux
	27,30 à 28,00 m : Sable et argile noire	18,7-18,9 m : Sable gréseux	
	28,00-28,30 m : grès	18,9-19,85 m : Grès dur	
	28,30-31,4 m : Sable gris argileux	19,85-28,30 m : sable gris	
	31,4-31,75 m : Grès	28,30-28,95 m : Sable blanc aggloméré	
		28,95-34,40 m : Sable gris +/- argileux et dur	
	34,40-37,80 m : Sable fin		
	37,80-38,5 m : Argile plastique		

Tableau 16: Lithologie des puits de Fosses

Forage	SAPEFO 1	SAPEFO 2
Lithologie	0-3,30 m : Limon sableux	0-2,80 m : Limon gris-marron
	3,30-4,30 m : Grès	2,80-26,60 m : Calcaire gris-marron
	4,30-22,30 m : Calcaire	26,60-43,20 m : Sable gris-vert fin
	22,30-36,00 m : Sable fin glauconieux	43,20-47,40 m : Calcaire tendre (? -erreur)
	36,00-37,00 m : Argile gris	47,40-67,00 m : Sable +/- cohérent vert et fin
	37,00-68,00 m : Sable gris-vert glauconieux, grès	

Le tableau suivant résume les principales caractéristiques des ouvrages de captage.

Tableau 17: Caractéristiques lithologiques des ouvrages

Forage	Puits N°1	Puits N°2	Puits N°3	SAPEFO 1	SAPEFO 2
Profondeur (m/TN)	31,75	38,50	35,00	68,00	67,00
Niveau statique foration (m/TN)	3,00	1,30	4,18	40,40	37,50
Nappe captée	Sables de l'Yprésien				
Epaisseur mouillée de l'aquifère/ NS de l'ouvrage	34	36	33	52	49
Epaisseur faciès sus-jacents(m)	2,00	9,10	4,00	19,80	26,60
Faciès sus-jacents	0,00 à 2,00 : Terre végétale	0,00 à 0,40 : Terre végétale 0,40 à 9,10 : Argile	0,00 à 4,00 : Limons argileux	0,00 à 3,30 : Limons sableux 3,30 à 19,80 : Calcaire (Lutétien)	0,00 à 2,80 : Limons 2,80 à 26,60 : Calcaire (Lutétien)

IV.2 Contexte hydrogéologique

IV.2.1 Contexte régional

Dans le secteur d'étude, il existe plusieurs aquifères susceptibles d'être exploités.

- La nappe alluviale repose sur les Sables de Beauchamp dont la nappe se confond avec celle des alluvions,
- L'aquifère de l'Eocène Supérieur renferme une nappe qui se développe dans les formations du Bartonien (Sables de Monceau, Sables de Beauchamp). Localement cette nappe peut être libre, en équilibre avec les cours d'eau voisins. Elle peut aussi être captive en raison de la présence de niveaux tourbeux, en particulier dans les vallées. D'après l'*Atlas des aquifères de la région parisienne*, le mur d'extension de cette nappe se situe à l'Est de SAPEFO 1 au niveau du Champ Renaud. La nappe de Beauchamp aurait alors un écoulement du Sud-Ouest vers le Nord-Est au niveau de Survilliers et du Nord-Nord-Est vers le Sud-Sud-Ouest au niveau du plateau de Marly (Annexe 21).
- L'aquifère de l'Eocène inférieur concerne les Calcaires du Lutétien, les Marnes et Caillasse et les Sables de Cuise. La nappe qu'il renferme repose sur le niveau imperméable des argiles du Sparnacien. Cette nappe est la plus productive du secteur, elle sert à couvrir les besoins en eau potable des collectivités ainsi que les besoins en eau industrielle des entreprises.

- L'aquifère de la Craie ne représente pas une ressource continue.

IV.2.2 Aquifère capté par les ouvrages étudiés

Parmi les aquifères cités ci-dessus, seul l'aquifère de l'Eocène inférieur est sollicité par les ouvrages de Marly et de Fosses.

Cet aquifère s'étend sur 2 963 km² (Source Agence de l'Eau Seine-Normandie) et plusieurs départements sont concernés (l'Oise, Paris, Yvelines, Seine-Saint-Denis, Val d'Oise, Seine et Marne et Val de Marne). L'aquifère est limité au Sud par la Marne, au Sud-Ouest par la Seine. Le bassin versant hydrogéologique de la vallée de l'Ysieux serait d'environ 94 km².

L'aquifère est constitué d'un ensemble calcaire à perméabilité de fissures (Lutétien) et d'un ensemble sableux à perméabilité d'interstices (Yprésien). Le substratum de la nappe est constitué par les Argiles du Sparnacien (Yprésien inférieur) qui sépare cette nappe de celle de la Craie. Seule la partie inférieure de l'aquifère est captée. L'épaisseur mouillée des Sables de l'Yprésien peut atteindre 40 mètres.

La nappe est libre et sub-affleurante dans le secteur, la source de St-Ladre est une résurgence de la nappe des Sables de Cuise.

Le caractère réducteur que l'on retrouve dans la chimie de l'eau de la nappe est liée à une différence de perméabilité entre les Sables de Cuise et la formation du Lutétien. La base du Lutétien est formée de galets grossiers et génère des écoulements plus rapides au sein de cette formation. Cette différence de perméabilité verticale entre ces deux formations induit un transfert réduit entre les Sables de Cuise et Le Calcaire du Lutétien. Les Sables de Cuise sont moins soumis aux échanges avec l'atmosphère et sont donc mieux protégés que les formations sus-jacentes du Lutétien (SAPEFO 1 et 2).

Le caractère réducteur peut être également du, au niveau des vallées, à la présence de limons et d'argiles (Puits N°1, N°2 et N°3), limitant les échanges entre les formations géologiques inférieures et l'atmosphère.

IV.2.3 Inventaire des points d'eau

Un inventaire des ouvrages a été réalisé à partir de la Base de données d'Infoterre du BRGM, des données de l'Agence de l'Eau et enfin lors de la visite de terrain effectué en Novembre 2008. Les caractéristiques hydrogéologiques, le sens d'écoulement ou la présence d'une crête piézométrique, ont été prises en compte pour cet inventaire ; l'accent a été essentiellement mis sur les ouvrages situés à l'amont hydraulique des captages. Une carte y est associée (Annexe 22).

Tableau 18: Tableau inventaire des points d'eau

Indice	Commune	Nature	Utilisation
01534X0017/F	Marly	Forage	Eau domestique
01534X0018	Marly	Forage	
01534X0006	Fosses	Puits	Eau collective
01534X0029	Fosses	Forage	Eau agricole
01534X0002	Fosses		Eau
01534X0004	Fosses		Eau collective
01534X0005	Fosses		
01541X0008	Fosses		
01534X0086	St Ladre	Forage	Eau domestique ?

IV.2.4 Piézométrie

IV.2.4.1 Etude de la surface piézométrique

En l'absence de niveau imperméable intermédiaire, la nappe est continue entre les formations du Lutétien et de l'Yprésien.

Pour établir la piézométrie du secteur, plusieurs sources sont disponibles :

- la carte piézométrique du Lutétien et du Cuisien régionale (BRGM) ;
- l'Atlas des aquifères de la région parisienne (BRGM) ;
- les études hydrogéologiques dans le secteur : études CPGF Horizon et études ANTEA.

Selon la carte piézométrique générale de la nappe de l'Yprésien et du Lutétien, il existerait une crête piézométrique au Nord entre Puisieux-en-France et Marly-La-Ville ainsi qu'à l'Est de Marly et Fosses.

Une campagne de terrain visant à établir une piézométrie actualisée du secteur a été réalisée dans le cadre de cette étude le 24 et 25 Novembre 2008. Cependant les ouvrages sont peu nombreux et accessibles (propriétés privés ; ouvrages comblés, scellés, exploités) ou non trouvés, les quelques données recueillies ne permettent pas de réaliser une carte piézométrique significative et exploitable (Annexe 23).

Tableau 19: Points d'eau recherchés lors de la campagne de terrain de Novembre 2008 dans le secteur

Point	Secteur	Situation
01541X0001	Zone industrielle Fosse-St Witz	Non trouvé
01541X0019	ZAC de la Pépinière	Non trouvé
01541X002	Carrière St Witz	Non accessible
01541X0056	Entrepôts ZAC Moimont II	Non accessible
01534X0017	Dans la rue de la maire de Marly	Non trouvé
01534X0016	Dans la cours d'un particulier	Non accessible
01534X0001	Château d'eau de Marly	Non trouvé
01534X0020	Puisieux en France le Village	Non accessible
01534X0049	Puisieux en France le Village	Non accessible
01534X0042	La Grande plaine-commune de Villeron	Non accessible
piézomètre	Hameau de Saint Ladre, en contrebas de la décharge de la Genestraye	Trouvé-fond envasé ?

La carte piézométrique générale de la nappe de l'Yprésien et du Lutétien a toutefois permis de tracer une esquisse piézométrique dans le secteur (Annexe 24).

Le sens d'écoulement de la nappe diffère d'un point à l'autre de la vallée de l'Ysieux qui la draine. Au niveau des forages de Marly, l'écoulement de la nappe se fait du Sud-Est vers le Nord-Ouest. Au niveau des forages de Fosses, l'écoulement est du Nord-Est vers le Sud-Ouest. Le gradient hydraulique reste homogène et de l'ordre de 1%.

L'évolution dans le temps et dans l'espace de la crête piézométrique située à l'Est des communes est inconnue. Au vu de ces variations, cette crête peut se situer plus à l'Est au niveau de Survilliers. Dans le souci de prendre en compte l'ensemble des éléments relatif à la protection de la ressource, le périmètre d'étude notamment pour la phase environnementale sera agrandi et englobera la zone industrielle de Survilliers-Saint Witz située plus à l'Est des forages.

IV.2.4.2 Fluctuations piézométriques

IV.2.4.2.1 Piézomètre de Puisieux-en-France

Le forage (N°BSS : 0153-4X-0049) situé sur la commune de Puisieux-en-France (représenté sur l'Annexe 24b) et proche du bassin versant de l'Ysieux capte les Sables de l'Yprésien. Les chroniques réalisées sur cet ouvrage permettent de déterminer les fluctuations de la nappe.

Tableau 20: Fluctuations de la nappe au droit du forage de Puisieux-en-France

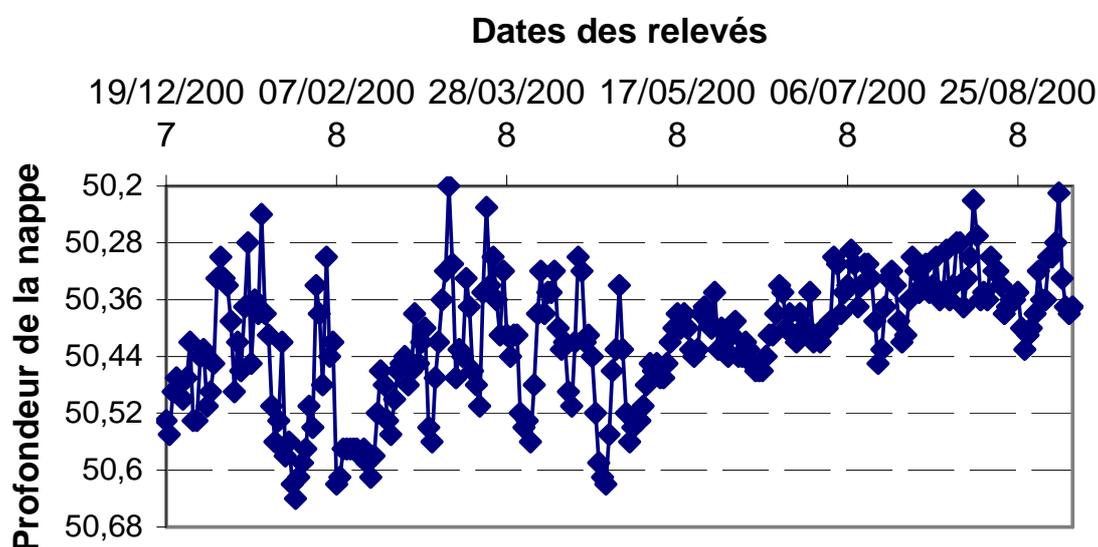
Etat de la nappe	Niveau de la nappe m/ sol	Niveau de la nappe en m NGF	Variation du niveau de nappe en m	Dates mesures
Actuel	50,42	80,31	-	02/12/2008
Plus Hautes Eaux (mesurées sur 14 ans)	49,62	81,11	+ 0,8	31/01/1995
Plus Basses Eaux (mesurées sur 14 ans)	50,82	80,31	- 0,4	17/12/2007

Source SANDRE

D'après ces données, il apparaît que les fluctuations de la nappe des Sables de Cuise soient de l'ordre du mètre, dans un secteur proche de la crête piézométrique, situation analogue à celle des ouvrages de Marly et de Fosses.

En ce qui concerne l'année 2008, d'après les mesures effectuées sur le piézomètre de Puisieux-en-France, la nappe de l'Yprésien a connu une amplitude de l'ordre de 0,44 m (Figure 20).

Figure 20: Fluctuation de la nappe des Sables de Cuise au droit du captage de Puisieux-en-France



IV.2.4.2.2 Suivi du niveau statique sur les forages de l'étude

Les fluctuations au droit des captages ont pu être appréhendées, grâce au suivi du niveau statique de l'exploitant.

Fluctuation au niveau des forages de Marly-la-ville

Tableau 21: Fluctuations de la nappe au droit du captage Puits N°1

Etat de la nappe	Niveau de la nappe m/ sol	Variation du niveau de nappe en m
Niveau statique lors de la foration	3,00	-
Niveau « statique » actuel (nov 2008)	6,9	-
Plus Hautes Eaux (mesurées sur 11 ans)	6,49	+ 0,41
Plus Basses Eaux (mesurées sur 11 ans)	8,39	- 1,49

Le plus haut niveau observé sur Puits N°1 fut lors de la foration. Depuis, la nappe a baissé d'environ 4 mètres.

En considérant le niveau de la nappe actuel, les fluctuations entre Hautes Eaux et Basses Eaux de 1992 à 2004 sont de près de 1,5 m (Tableau 20, Figure 21) pour le Puits N°1.

Tableau 22: Fluctuations de la nappe au droit du captage Puits N°2

Etat de la nappe	Niveau de la nappe m/ sol	Variation du niveau de nappe en m
Niveau statique lors de la foration	1,8	-
Niveau « statique » actuel (nov 2008)	6,20	-
Plus Hautes Eaux (mesurées sur 11 ans)	6,49	+0,29
Plus Basses Eaux (mesurées sur 11 ans)	10,46	- 4,26

Le niveau d'eau de la nappe a baissé de 4,5 mètres depuis l'année de foration du Puits N°2.

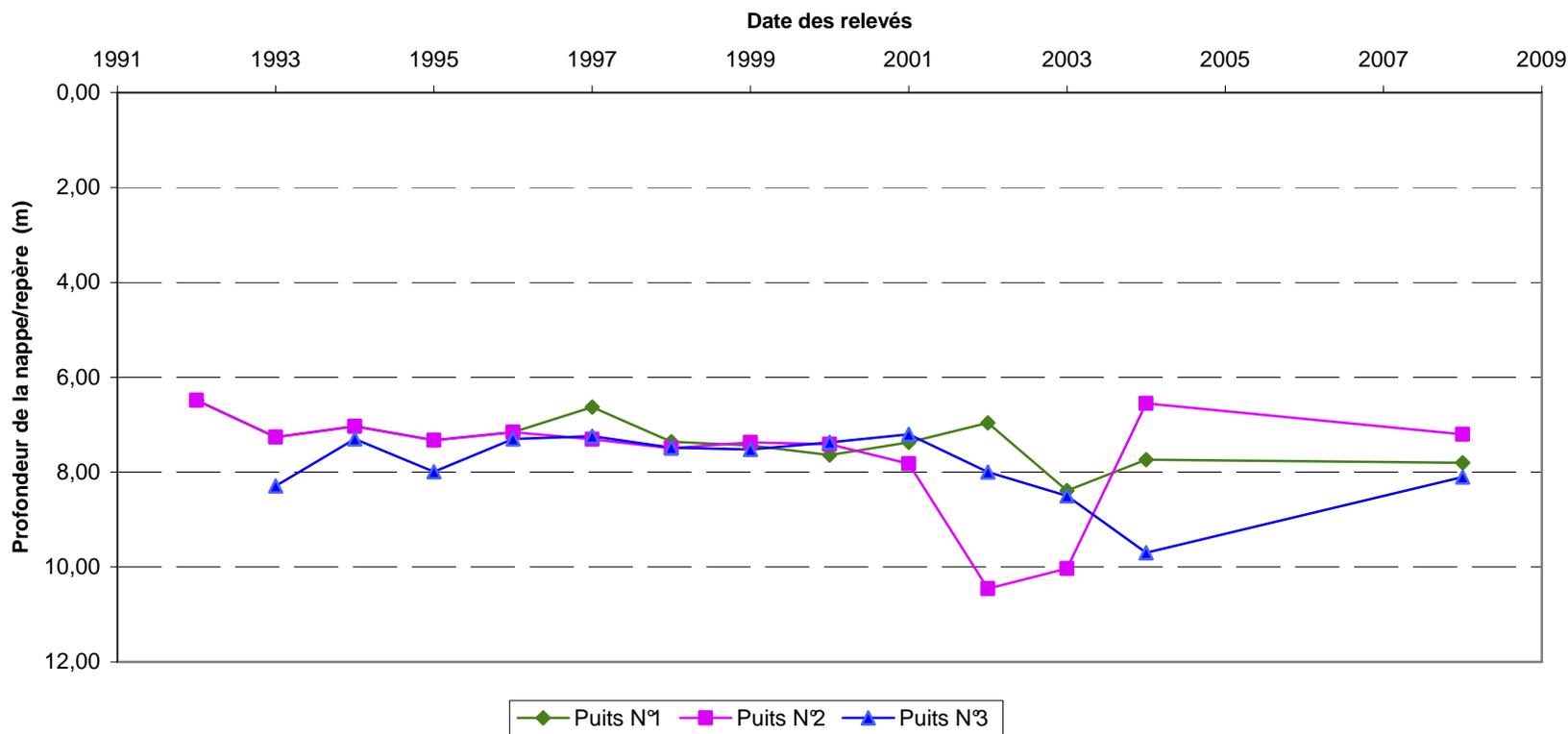
En considérant le niveau de la nappe actuel, les fluctuations entre Hautes Eaux et Basses Eaux de 1992 à 2004 y sont de l'ordre de 4,5 mètres (Tableau 21, Figure 21).

Tableau 23: Fluctuations de la nappe au droit du captage Puits N°3

Etat de la nappe	Niveau de la nappe m/ sol	Variation du niveau de nappe en m
Niveau statique lors de la foration	4,18	-
Niveau statique actuel (nov 2008)	6,6	-
Plus Hautes Eaux (mesurées sur 4 ans)	7,20	+0,6
Plus Basses Eaux (mesurées sur 4 ans)	9,70	- 3,1

Le niveau de la nappe a baissé d'environ 3 mètres depuis la réalisation du Puits N°3. En considérant le niveau statique en novembre 2008, les fluctuations au droit du captage sont d'environ 3 mètres (Tableau 22, Figure 21).

Figure 21: Variation de la nappe au droit des captages de Marly-la-Ville-Suivi exploitant



Fluctuations au niveau des captages de Fosses

Tableau 24: Fluctuations de la nappe au droit du captage SAPEFO 1

Etat de la nappe	Niveau de la nappe m/ sol	Variation du niveau de nappe en m
Niveau statique lors de la foration	41,00	-
Niveau « statique » actuel (nov 2008)	44,20	-
Plus Hautes Eaux (mesurées entre 1998-2004)	43,15	+ 1,05
Plus Basses Eaux (oct 2008)	45,90	- 1,7

Le niveau de la nappe a baissé de 3 mètres depuis l'année de la foration du puits SAPEFO 1. Au droit de l'ouvrage, les fluctuations entre Hautes Eaux et Basses Eaux sont de l'ordre de 1,7 mètres (Tableau 23, Figure 22).

Tableau 25: Fluctuations de la nappe au droit du captage SAPEFO 2

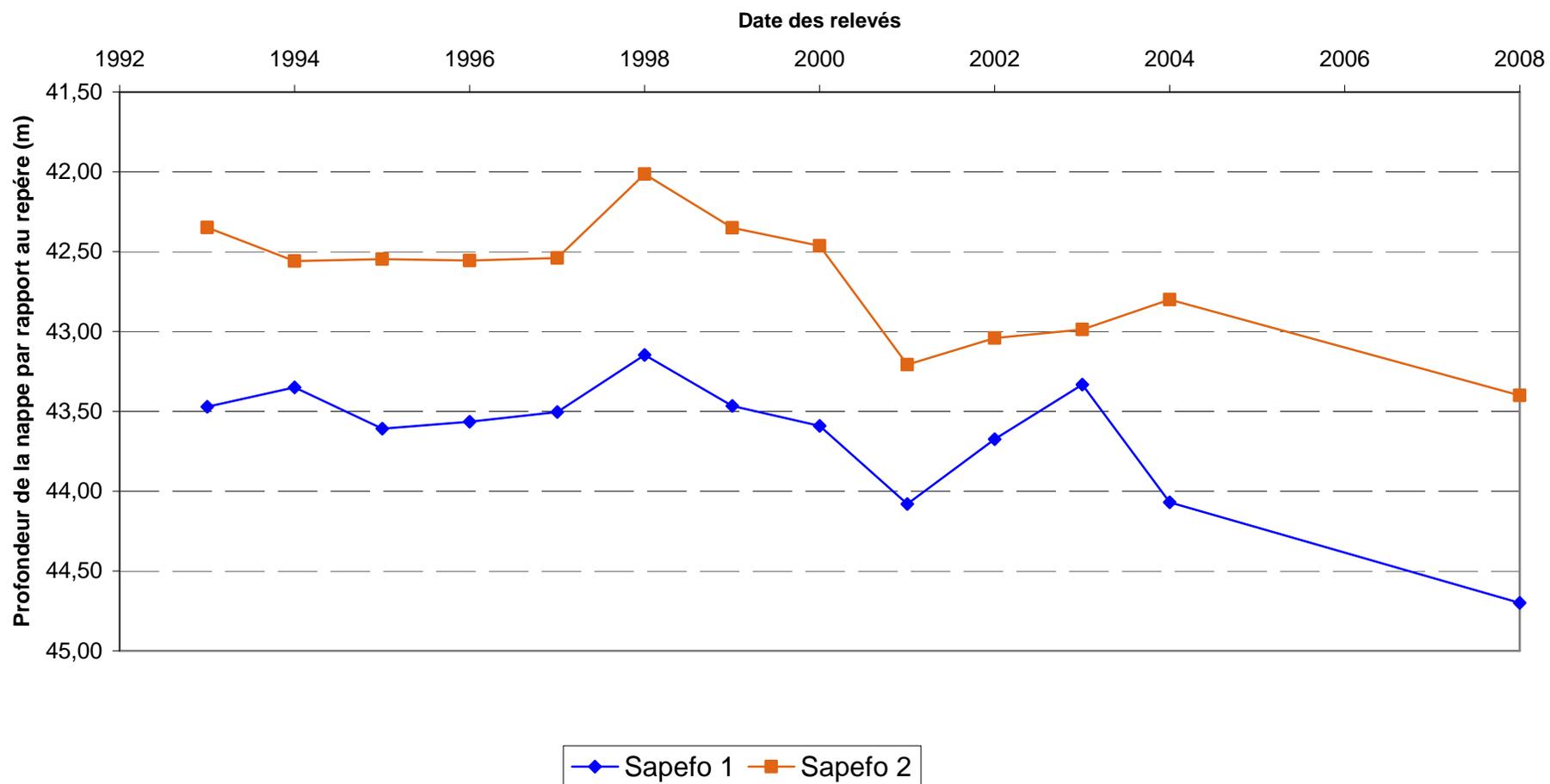
Etat de la nappe	Niveau de la nappe m/ sol	Variation du niveau de nappe en m
Niveau statique lors de la foration	39,20	-
Niveau « statique » actuel (nov 2008)	43,15	-
Plus Hautes Eaux (mesurées entre 1993 et 2004)	42,01	+ 1,14
Plus Basses Eaux (nov 2008)	43,15	-

Le niveau de la nappe a baissé d'environ de 4 mètres depuis la création de SAPEFO 2. Au droit de l'ouvrage, les fluctuations entre Hautes Eaux et Bases Eaux sont de l'ordre de 1 mètre (Tableau 24, Figure 22).

La nappe dans le secteur de Puisieux-en-France, ainsi qu'au niveau des forages de Fosses connaît des fluctuations assez faibles du fait de la proximité de la crête piézométrique. Les fluctuations des forages de Marly peuvent être tempérés par la présence de l'Ysieux qui draine la nappe.

Le niveau de la nappe a baissé de façon importante depuis 1955, jusqu'à environ 5 mètres. Cette baisse pourrait être liée à une exploitation importante de l'aquifère.

Figure 22: Variation de la nappe au droit des forages de Fosses



IV.2.4.3 Paramètres hydrodynamiques

Les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe ont été appréciées à l'aide des données issues des essais de pompages réalisés sur les forages.

Le sens d'écoulement varie selon la position des ouvrages en fonction de l'axe de drainage. Au niveau des forages de Marly, l'écoulement de la nappe se fait du Sud-Est vers le Nord-Ouest. Au niveau des forages de Fosses, l'écoulement est Nord-Est vers le Sud-Ouest. La nappe est drainée par la rivière l'Ysieux. Le gradient hydraulique est de l'ordre de 1%.

L'analyse des données a permis de déterminer une transmissivité comprise dans le secteur entre $1,3 \cdot 10^{-4}$ m²/s et $5,3 \cdot 10^{-4}$ m²/s, avec des zones plus perméables de l'ordre de $3 \cdot 10^{-3}$ m²/s, correspondant aux conditions aux limites au voisinage des captages. La perméabilité est comprise entre $7,2 \cdot 10^{-6}$ m/s à $4 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Concernant le coefficient d'emmagasinement, celui-ci a été estimé à $9 \cdot 10^{-4}$.

La vitesse d'écoulement effective (U) est définie par la relation :

$$U = \frac{K \cdot i}{\omega}$$

Avec : K : perméabilité en m/s

i : gradient

ω : porosité efficace

Tableau 26: Vitesse d'écoulement effective de la nappe selon le secteur d'étude

	Secteur Marly-Fosses	
K (m/s)	$7,2 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-6}$
i (%)	1	1
ω (%)	5	5
U (mm/h)	5,2	2,9
ω (%)	2	2
U (mm/h)	13	7,2

Selon les paramètres retenus, la vitesse effective est comprise entre 5 et 13 mm/h, témoin d'un écoulement lent de la nappe.

La différence de perméabilité verticale entre les formations du Lutétien et du Cuisien induit un confinement des sables de Cuise et entraîne des écoulements plus rapides au-dessus qu'en dessous limitant ainsi les transferts du calcaire du Lutétien vers les Sables de Cuise.

IV.2.5 Détermination des zones d'influence, d'appel et de la zone d'alimentation

IV.2.5.1 Zone d'influence

La zone d'influence correspond à la zone dans laquelle les niveaux sont rabattus par le pompage.

Elle peut être calculée à partir de l'équation de Jacob :

$$R = 1,5 \sqrt{\frac{T \cdot t}{S}}$$

Avec T : transmissivité en m²/s

S : coefficient d'emmagasinement

t : temps de pompage en s

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques retenus pour le calcul des rayons d'influence fictif du pompage.

Tableau 27: Récapitulatif des caractéristiques et rayon d'influence des pompages dans le cadre de la DUP

Forage	Transmissivité retenue (m ² /s)	Coefficient d'emmagasinement retenu	Temps de pompage (h)	Rayon d'influence (m)
Puits N°1	2.10 ⁻⁴	0,0009	20	190
Puits N°2	2,6.10 ⁻⁴		20	216
Puits N°3	1,36.10 ⁻⁴		24	171
SAPEFO 1	4,6.10 ⁻⁴		24	315
SAPEFO 2	4,6.10 ⁻⁴		24	315

NB : en l'absence de données de pompage sur SAPEFO 2, on considère que sa transmissivité est du même ordre de grandeur que SAPEFO 1.

IV.2.5.2 Isochrones

L'isochrone définit l'ensemble des points situés autour du captage à partir desquels l'eau met le même temps t pour atteindre le captage. La distance du captage à un temps t (50 jours/100 jours) est définie par la formule de Wyssling selon les caractéristiques de l'écoulement de la nappe (Figure 23)

$$S_0 = \frac{+l + \sqrt{l \cdot (l + 8x_0)}}{2} \text{ et } S_u = \frac{-l + \sqrt{l \cdot (l + 8x_0)}}{2}$$

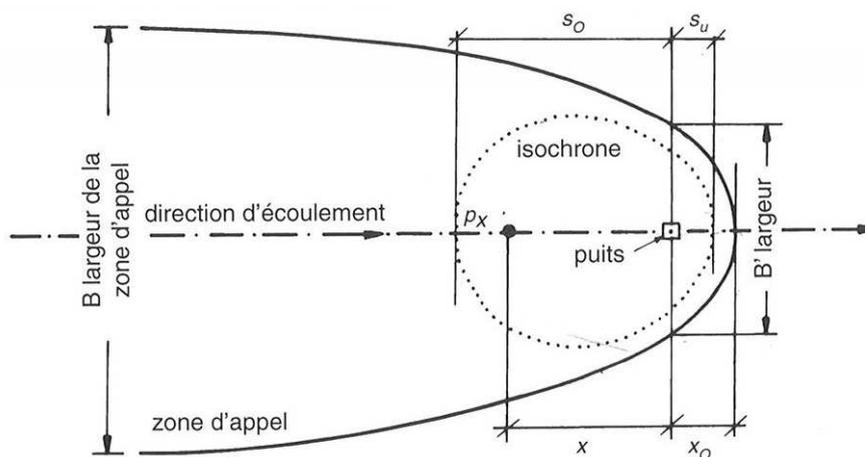
$$\text{et } l = U \cdot t \text{ et } x_0 = \frac{Q}{2\pi \cdot K \cdot b \cdot i}$$

Avec U : vitesse effective en m/s
 t : temps souhaité ici 50 jours
 Q : débit d'exploitation (m^3/s)
 K : perméabilité en m/s
 b : épaisseur de l'aquifère en m
 i : gradient en %

S_0 correspond à la distance en amont du captage depuis le puits jusqu'à la distance correspondant au temps t souhaité en m.

S_u correspond à la distance en aval du captage, sur l'axe d'écoulement depuis le puits jusqu'à la distance correspondant au temps t souhaité.

Figure 23: Détermination des isochrones



NB : La valeur de S_0 est la valeur indiquée dans la table Bassin d'alimentation (MapInfo)

Le tableau suivant résume les caractéristiques des isochrones pour chaque captage. Les isochrones sont calculées sur la base des débits de la DUP.

Tableau 28: Récapitulatif des résultats des isochrones 50j/100j

Forage	jours	Porosité efficace	S ₀	S _u
Puits N°1	100	0,02	225	200
	50		156	144
	50	0,05	97	92
Puits N°2	100	0,02	222	191
	50		154	138
	50	0,05	95	89
Puits N°3	100	0,02	224	207
	50		157	148
	50	0,05	98	95
SAPEFO 1	100	0,02	169	131
	50		115	90
	50	0,05	70	63
SAPEFO 2	100	0,02	147	106
	50		99	79

Sur les annexes 26 et 27, les isochrones représentées sont celles calculées avec la porosité la plus faible car elles donnent les distances les plus grandes.

IV.2.6 Bassin d'alimentation

La zone d'appel est la partie de la zone d'influence pour laquelle les lignes de courant se dirigent vers le forage. La zone d'appel est comprise dans l'aire d'alimentation du captage. Celle-ci se prolonge en amont jusqu'à la limite du système (crête piézométrique, limite de l'aquifère). La zone d'appel est d'autant plus importante que les polluants introduits dans cette zone sont susceptibles d'atteindre le puits de pompage. Les ouvrages sont situés en tête de bassin, la zone d'appel correspond alors au bassin d'alimentation des ouvrages délimité par les crêtes piézométriques.

Les bassins d'alimentation représentés sur l'annexe 25 sont déterminés d'après la carte piézométrique. La surface du bassin d'alimentation est d'environ 1 km² pour les forages de Fosses et d'environ 4,7 km² pour les forages de Marly. Les deux bassins sont contigus.

Les limitations de ces bassins peuvent plus ou moins évoluer selon les fluctuations de la piézométrie et les variations des crêtes piézométriques. Il est probable que le rabattement

induit par le pompage de ces forages influe légèrement sur la crête piézométrique et entraîne ainsi une extension de l'aire d'alimentation vers l'Est.

Cependant, la situation des ouvrages en tête de bassin versant hydrogéologiques la proximité des crêtes piézométriques et les faibles fluctuations observées devraient limiter ces évolutions possibles.

IV.2.7 Ressource

IV.2.7.1 Bilan du bassin de l'Ysieux

Selon une étude effectuée par Antéa et Burgéap (*réf n1*), le bassin de l'Ysieux est un bassin très sollicité par les prélèvements anthropiques. En période sèche, les prélèvements (environ 5,5 millions de m³/an) sont équivalents à la recharge de la nappe. Le taux de déstockage (environ 1,4 millions de m³/an) en année moyenne est le plus élevé de tous les bassins du Val d'Oise. Ce système est donc surexploité mais peut cependant accueillir localement de nouveaux captages dans le secteur aval du fait de la réalimentation par l'Oise.

Selon cette même étude, les débits potentiellement prélevables par ouvrage dans le secteur sont inférieurs à 50 m³/h en fonction de leur situation sur le bassin de l'Ysieux. La productivité des captages dépend exclusivement du contexte hydrogéologique et notamment de l'épaisseur mouillée de l'aquifère : plus celle-ci est importante, plus le débit potentiellement prélevable augmente. Dans le secteur Marly-Fosses, il serait potentiellement possible de prélever au maximum 20 m³/h par ouvrage du fait de la diminution de l'épaisseur mouillée. Plus au Sud de Marly-la-Ville, sur les hauteurs de la commune, il serait potentiellement possible de prélever de 20 à 50 m³/h par ouvrage.

IV.2.7.2 Bilan hydrologique du bassin d'alimentation des captages de Marly et Fosses

Le bilan hydrologique d'un bassin d'alimentation de captage a pour but d'évaluer les quantités d'eau pénétrant sur l'aire du bassin d'alimentation et dans son sous-sol (les entrées) et les quantités d'eau émises par ce même périmètre et son sous-sol (les sorties).

Le bilan est calculé pour l'ensemble des bassins d'alimentation de Marly et Fosses pour l'année 2006. Le secteur ainsi défini correspond à la tête du bassin versant de l'Ysieux en amont du secteur de St Ladre. L'année 2006 est une année humide.

La principale alimentation en eau du bassin est constituée par les pluies efficaces : la fraction des précipitations qui s'abattent sur le bassin non reprise par l'évapotranspiration et soumises à l'infiltration ou au ruissellement vers le milieu naturel.

La pluie efficace a été calculée pour chaque mois de l'année 2006 grâce aux données de la station de Creil (77). Le cumul annuel de pluie efficace en 2006 est de 244,6 mm.

L'exutoire principal du bassin hydrogéologique est constitué par le cours d'eau de l'Ysieux qui draine les ruissellements et la nappe ainsi que ses sources dont on ne connaît pas le débit.

Le débit de l'Ysieux est mesuré à la station de Plessis Luzarches, plusieurs kilomètres à l'aval du bassin d'alimentation des captages. Le débit spécifique moyen est de 3,28 l/s/km² soit 18,69 l/s pour le bassin d'alimentation considéré.

Les prélèvements AEP, industriels ou agricoles sont d'autant de points d'extraction de l'eau de nappe. Ces prélèvements ont été recueillis auprès de l'Agence Seine Normandie et

recoupés avec les informations des exploitants. Sur le bassin d'alimentation prédéfini, d'après les données de l'Agence de l'Eau, il n'y a aucun prélèvement agricole ou industriel.

Tableau 29: Calcul du bilan hydrogéologique du bassin d'alimentation des captages de Marly et Fosses

Entrées		Sorties	
Pluie efficace soit (en ratio spécifique)	244,6 mm 7,76 l.s ⁻¹ .km ⁻²	Prélèvements aux captages soit :	639 399 m ³ 20,28 l/s
Surface du bassin défini	5,7 km ²	Autres prélèvements (Ysieux) soit	673 056 m ³ 21,34 l/s
Débit d'entrée	44,21 l/s	Débit de sortie	41,62 l/s
Bilan			
Débit entrée – débit sortie		2,59 l/s	

La différence entre les entrées et les sorties est de 2,6 l/s soit moins de 6%, ce qui est très correct. Le bassin d'alimentation délimité par la piézométrie pour les captages de Fosses et Marly ne présente pas d'incohérence au vu de l'estimation du bilan hydrologique.

Toutefois, l'équilibre de ce bilan repose sur une situation d'année humide. Lors d'années plus sèches (cumul annuel de pluie efficace inférieure à 230 mm) , le bilan hydrologique devient négatif montrant un déséquilibre en faveur des sorties et donc un début de déficit hydrogéologique.

Ce constat confirme celui de l'étude Antée-Burgéap et la situation proche de la surexploitation du système en période sèche.

V Qualité de l'eau

V.1 Evolution de la qualité de l'eau : Forages de Marly-la-ville

V.1.1 Qualité de l'eau

Concernant la qualité des eaux, nous disposons de deux analyses effectuées en avril 2004 et novembre 2008 pour le Puits N°1, en octobre 2004, pour le Puits N°2 et de deux analyses effectuées en juin 2004 et 2005 pour le Puits N°3. Ces analyses sont annexées au rapport (Annexe 28).

Sur le plan bactériologique, les analyses montrent une absence d'entérocoques et d'Escherichia Coli sur les captages, l'eau brute est conforme à la prescription réglementaire.

Le tableau suivant indique les concentrations des éléments majeurs lors de la dernière analyse effectuée sur les forages. Les trois captages présentent des caractéristiques voisines, concernant la chimie de l'eau brute. Il s'agit d'une eau bicarbonatée calcique sulfatée, légèrement magnésienne et sodique.

Tableau 30: Minéralisation de l'eau brute des forages de Marly-la-Ville

Paramètres	Unité	Concentration			Limite de qualité
		Puits N°1	Puits N°2	Puits N°3	
Chlorure	mg/l	40,0	38,0	41,0	200
Sulfates	mg/l	132,0	111,0	118,0	250
Calcium	mg/l	156,0	151,0	152,0	
Potassium	mg/l	2,6	2,1	2,7	
Magnésium	mg/l	17,0	9,7	24,0	
Sodium	mg/l	15,0	7,8	12,0	200

NB : Les limites de qualité sont issues de l'Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R.1321-2,R.1321-3, R.1324-7 et R.1321-38 du code de la santé publique

Les analyses des trois forages montrent un problème de turbidité (Tableau 29). Le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) est de l'ordre de 33°F. L'eau est qualifiée de dure.

La faible teneur en oxygène dissous indique le caractère réducteur de l'aquifère dans le secteur des forages.

Une analyse des paramètres indicateurs de radioactivité a été effectuée en 2005 sur le Puits N°3 et en Novembre 2008 pour les Puits N°1 et N°2. L'eau brute est conforme aux normes en vigueur.

Tableau 31 : Caractéristiques générales des eaux brutes des forages de Marly-la-Ville

Paramètres	Unité	Puits N°1	Puits N°2	Puits N°3	
				Analyse 2004	Analyse 2005
Turbidité	NFU				18,60
	NTU	19,00	26,20	29,1	
pH	Unité pH	7,15	7,15	7,25	7,20
Conductivité	µS/cm	806,00	789,00	829,00	706,00
TAC	°F	31,00	33,00	34	34,00
Teneur en O ₂ dissous	mg/l	0,99	2,40	1,1	1,40

V.1.2 Caractéristiques spécifiques

V.1.2.1 Fer

La teneur en fer dans les forages a fait l'objet d'un suivi depuis 1999 (Figure 24). Elle s'avère importante (1 000 et 3 000 µg/l) et largement supérieure à la référence de qualité qui est de 200 µg/l. Cette teneur importante en fer peut avoir pour origine naturelle la présence d'un niveau géologique (dépôts argileux-limoneux notamment) riche en fer mais aussi peut être liée aux conditions réductrices de la nappe dans le secteur des forages. Ce dépassement en fer n'est pas problématique pour la consommation tant que l'eau subit une déferrisation efficace avant d'être mise en distribution.

Cette teneur en fer importante explique les valeurs élevées de turbidité des analyses de l'eau brute.

V.1.2.2 Nitrates

Les concentrations en nitrates sont suivies depuis 1989. La teneur en nitrate est très faible, inférieure à 2 mg/l et est liée au caractère réducteur du milieu.

V.1.2.3 Phytosanitaires

Les concentrations en phytosanitaires (Atrazine et ses métabolites et autres phytosanitaires) sont inférieures à 0,05 µg/l (9 mesures depuis 1992).

V.1.2.4 Cyanures

Les analyses effectuées sur les forages de Marly (Figure 25) ne révèlent pas la présence de cyanures à l'exception de mesures ponctuelles très faibles (7 µg/l, en 1997 et 13 µg/l en 1999 pour le Puits N°1, 5 µg/l en 1997 et 2000 pour le Puits N°2 et 5 µg/l en 1997 et 1999 pour le Puits N°3) et bien inférieures au seuil de la norme (50 µg/l).

Figure 24: Evolution du fer au droit des Puits N°1, N°2 et N°3

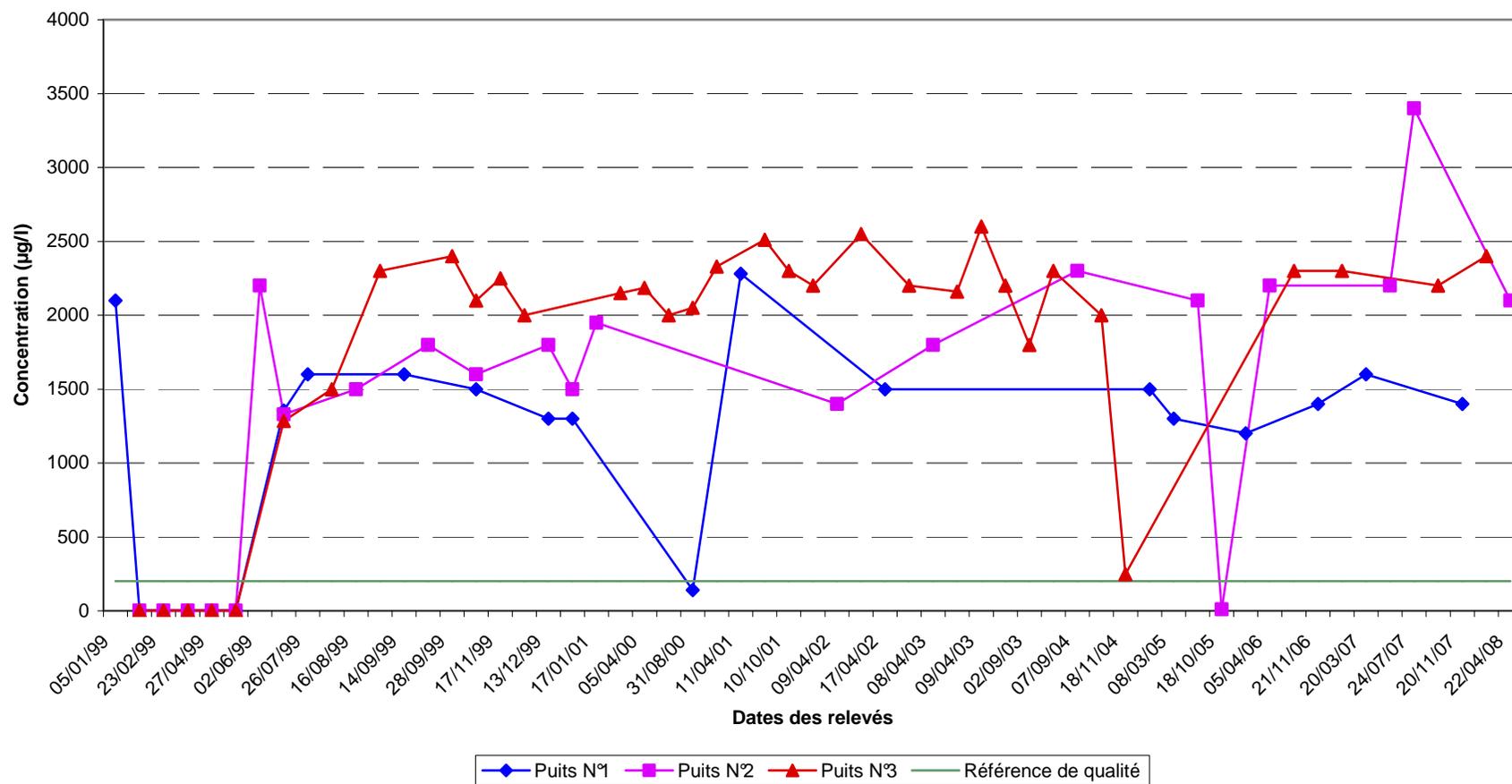
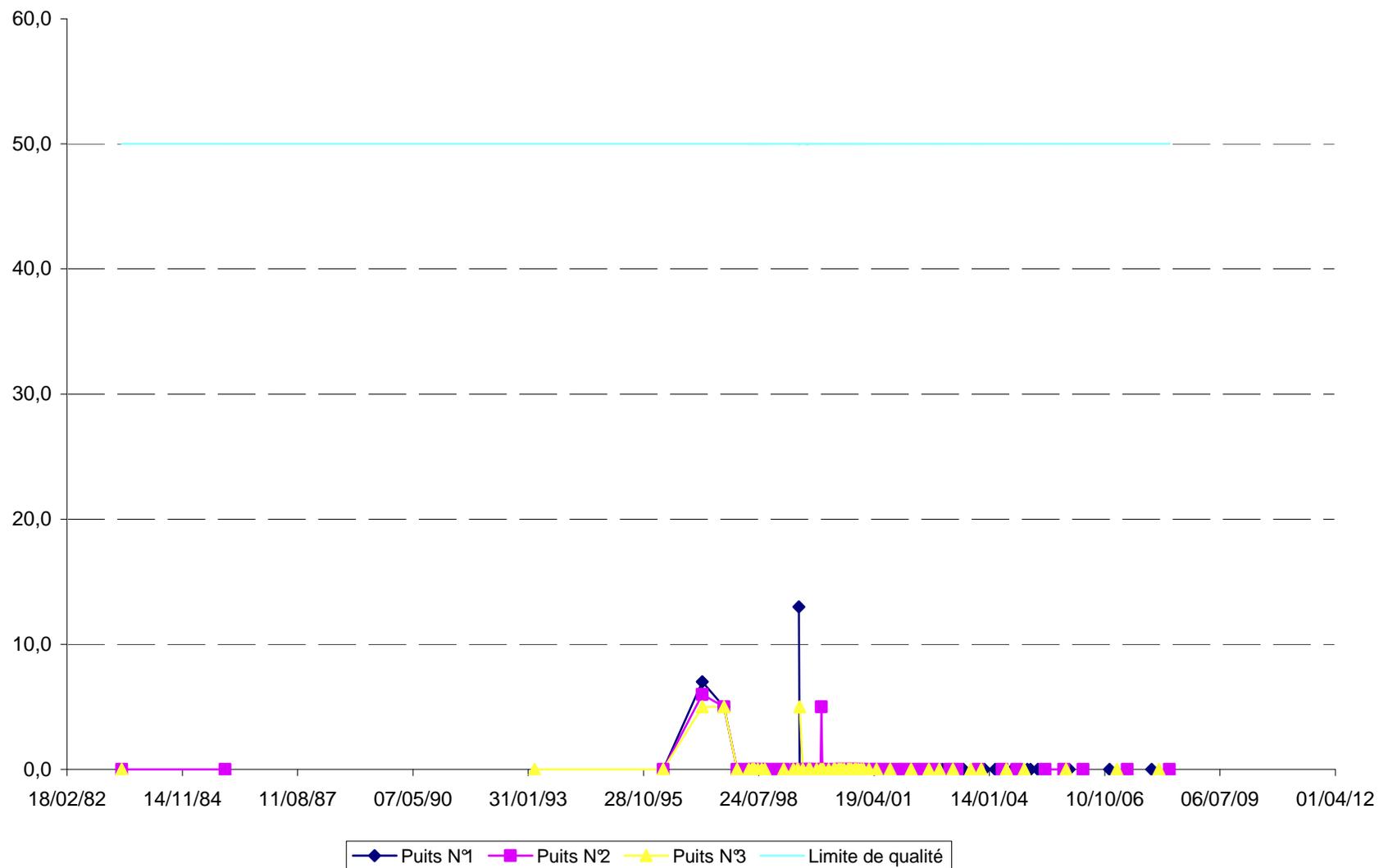


Figure 25: Evolution des cyanures sur les puits de Marly



V.2 Evolution de la qualité de l'eau : Forages de Fosses

V.2.1 Qualité de l'eau

Concernant la qualité des eaux, nous disposons de trois analyses effectuées en mai 2005, octobre 2007 et novembre 2008 pour le SAPEFO 1 et de trois analyses effectuées en novembre 2005, mai 2007 et novembre 2008. Ces analyses sont annexées au rapport (Annexe 29).

Sur le plan bactériologique, les analyses montrent une absence d'entérocoques et d'Escherichia Coli sur le captage, l'eau brute est conforme à la prescription réglementaire.

Le tableau suivant indique les concentrations des éléments majeurs lors de la dernière analyse complète effectuée sur les forages. Les deux captages présentent des caractéristiques voisines, concernant la chimie de l'eau brute. Il s'agit d'une eau bicarbonatée sulfatée calcique, magnésienne.

Tableau 32: Minéralisation de l'eau brute issue des forages de Fosses

Paramètres	Unité	Concentration				Limite de qualité
		SAPEFO 1		SAPEFO 2		
		Analyse 2005	Analyse 2007	Analyse 2005	Analyse 2007	
Chlorure	mg/l	42,0	48,0	31,0	30,0	200
Sulfates	mg/l	176,0	192,0	97,0	97,0	250
Calcium	mg/l	192,0	175,0	139,0	150,0	
Potassium	mg/l	1,5	1,1	1,2	1,2	
Magnésium	mg/l	19,0	16,0	18,0	18,0	
Sodium	mg/l	7,4	8,0	6,6	6,0	200

Tableau 33 : Caractéristiques générales des eaux brutes issues des forages de Fosses

Paramètres	Unité	SAPEFO 1		SAPEFO 2	
		An 2005	An 2007	An 2005	An 2007
Turbidité	NFU	0,85	0,39	3,40	1,30
pH	Unité pH	7,15	7,10	7,15	7,20
Conductivité	µS/cm	918,00	925,00	742,00	742,00
TAC	°F	29,00	30,00	29,00	45,00
Teneur en O ₂ dissous	mg/l	3,8	1,70	1,20	1,30

La faible teneur en oxygène dissous traduit le caractère réducteur de l'aquifère dans le secteur des forages.

Une analyse des paramètres indicateurs de radioactivité a été effectuée en 2005 sur SAPEFO 1 ET 2. L'eau brute est conforme aux normes en vigueur.

V.2.2 Caractéristiques spécifiques

V.2.2.1 Fer

La teneur en fer dans les forages a fait l'objet d'un suivi depuis 1999. Celle-ci est voisine de la limite de qualité qui est de 200 µg/l sur les deux forages, avec un pic important en septembre 1999 de 3 300 µg/l sur SAPEFO 2 (Figure 26), qui peut-être liée à une venue de sable importante.

V.2.2.2 Nitrates

La teneur en nitrate est très faible, inférieure à 5 mg/l et est liée au caractère réducteur du milieu.

V.2.2.3 Cyanures

Sur les forages de Fosses (Figure 27), la présence constante de cyanures est constatée dans les eaux prélevées à partir de 1998 ; auparavant entre 1982 et 1998 seules 6 mesures ont été effectuées. Il n'est pas possible d'après le peu de mesures avant 1998 de dire avec précision à quelle date sont apparus ces cyanures.

Les teneurs à partir de 1998 sont comprises entre 10 et 21 µg/l, ce qui reste inférieur à la norme de 50 µg/l. Une seule valeur est supérieure (77 µg/l) à la limite de qualité, le 06/09/1999. Des travaux ont été effectués à cette période sur SAPEFO 1, il y aurait pu avoir remobilisation des cyanures. Cette valeur peut être également un artefact ; on constate à la même date une mesure nulle sur SAPEFO 2. Deux autres mesures en 2000 et 2001 donne une concentration nulle en cyanure.

Cette situation ne se retrouve pas sur les captages de Marly.

Cette présence en continu de cyanures pourrait être due à la présence, en amont hydraulique des forages, d'une zone industrielle, mais également mais peut être lié également aux activités agricoles au Nord des forages de Fosses.

Lors de la phase environnementale, un inventaire des activités anciennes ou actuelles aux alentours susceptibles d'utiliser des cyanures sera effectué sur le bassin d'alimentation élargi, englobant la zone industrielle de Fosses-St Witz et Survilliers.

V.2.2.4 Phytosanitaires

Sur les forages de l'étude, des mesures ont été effectuées sur l'eau brute des captages de l'étude, depuis 1989 (8 à 9 mesures selon le captage). L'Atrazine et ses métabolites sont inférieurs à 0,05 µg/l.

V.2.2.5 Conclusion sur la qualité des eaux

Les eaux issues de ces différents captages présentent le même faciès physico-chimique, ce sont des eaux bicarbonatées calciques sulfatées, légèrement magnésiennes et fortement minéralisées.

Une eau dure a l'avantage de protéger les canalisations de la corrosion et dans le cas de canalisations en plomb, le dépôt de calcaire protège les tuyaux et limite ainsi la contamination de l'eau par le plomb ; en contre-partie l'eau dure peut poser des problèmes d'entartrage des canalisations d'eau chaude.

Sur les forages de Marly-la-Ville, le fer est présent en quantité très importante et largement supérieure à la limite de qualité. En outre, la turbidité mesurée est très élevée liée à la précipitation du fer. La présence de fer est révélatrice des conditions réductrices de l'aquifère au niveau de ce secteur.

Sur les forages de Fosses, le fer est en quantité moindre que sur les captages de Marly mais la teneur reste en général voisine voire supérieure à la limite de qualité.

La présence constante de cyanures à teneur inférieure à la limite de qualité est constatée sur les forages de Fosses. A l'amont hydraulique de ces forages, se trouve une zone industrielle qui pourrait être à l'origine de ces teneurs en cyanures. L'évolution de la situation de la crête piézométrique n'étant pas connue, il n'est pas impossible alors que celle-ci s'établisse temporairement plus à l'est . Le bassin d'alimentation pourrait alors englober la zone industrielle de Survilliers.

Dans le souci de prendre en compte l'ensemble des éléments relatif à la protection de la ressource, le périmètre d'étude, pour la phase environnementale, sera agrandi et s'étendra à la zone industrielle de Survilliers-Saint Witz.

Figure 26: Evolution du fer sur les forages SAPEFO 1 et 2

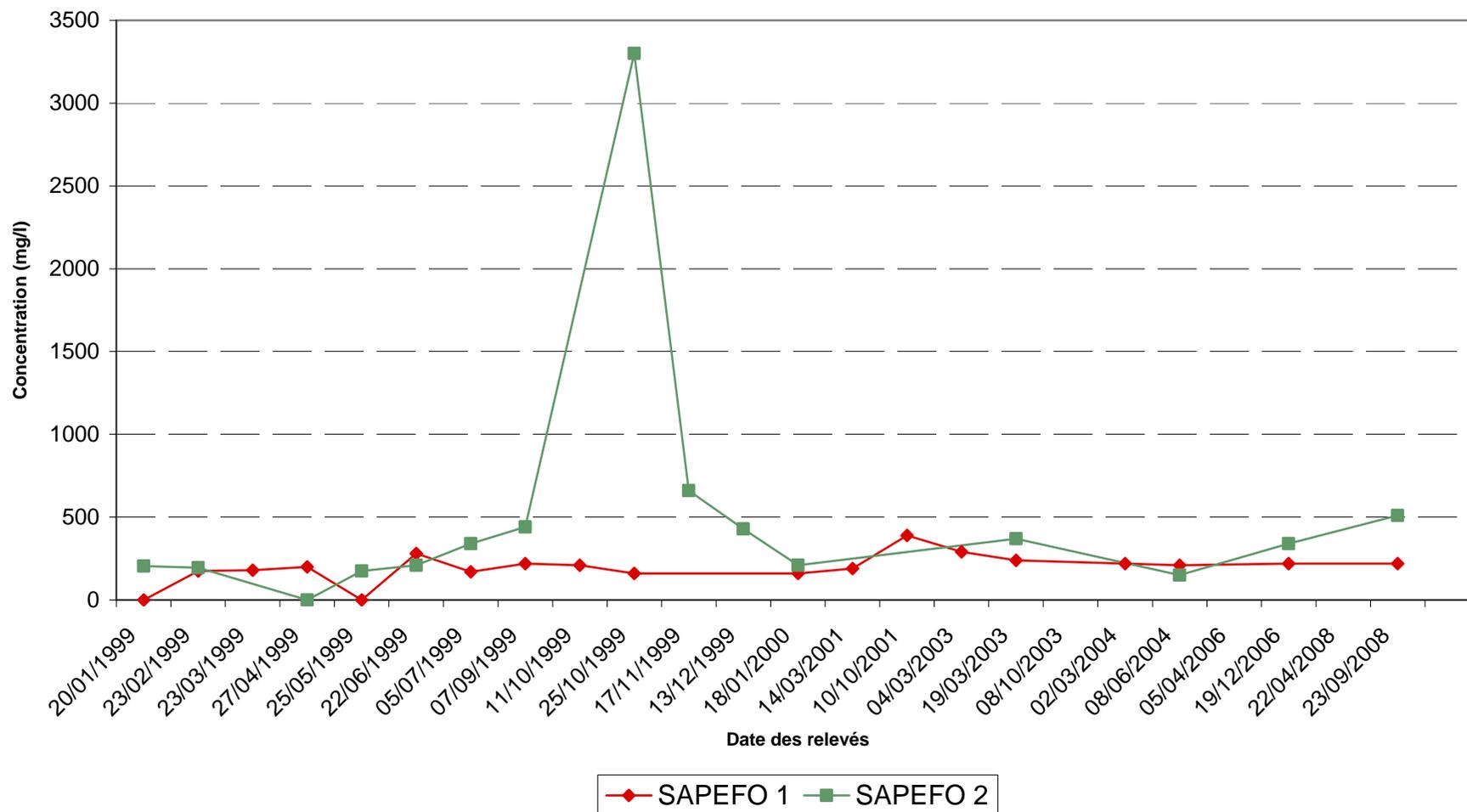
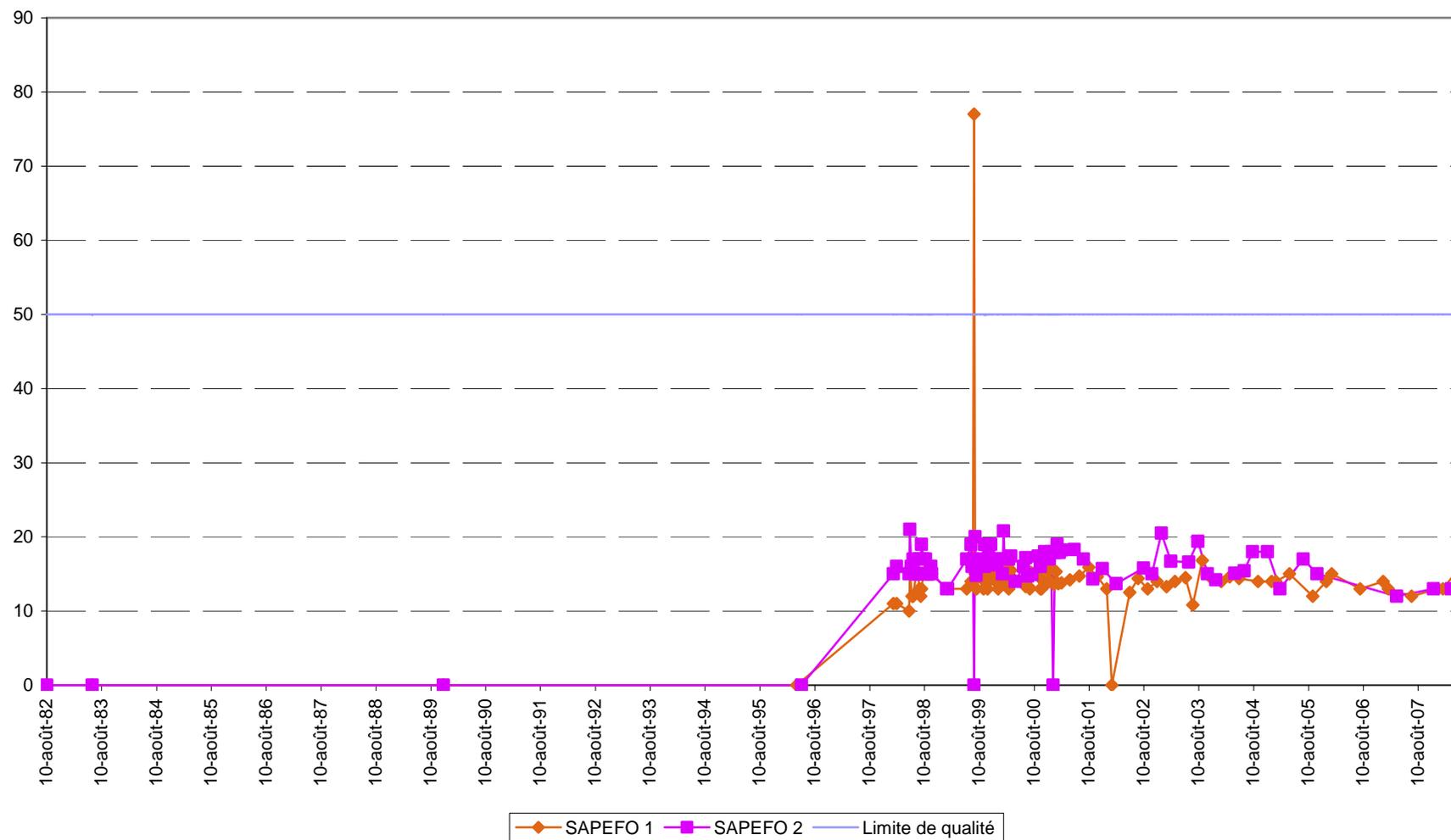


Figure 27: Evolution du cyanure sur les forages de Fosses



VI Evaluation du potentiel de dissolution du plomb

VI.1 Problématique

La présence du plomb dans les eaux de distribution publique provient assez rarement de la ressource, sauf contamination spécifique locale, mais est presque toujours liée aux effets de dissolution après un contact prolongé d'une eau agressive avec un réseau de distribution dont les matériaux contiennent du plomb.

A la sortie des captages ou des installations de traitement, la concentration en plomb dans l'eau est normalement toujours inférieure aux seuils de détection analytique. C'est au cours de son transport, au contact des matériaux des réseaux de distribution, que l'eau peut se charger en plomb.

Les canalisations en plomb constituent bien évidemment la source principale de plomb. De telles canalisations sont présentes uniquement :

- au niveau des branchements, entre le réseau public et le réseau intérieur de distribution ;
- dans les installations privées de distribution.

Pour les branchements, le plomb a été utilisé couramment jusque dans les années 1960 et, dans certains cas jusqu'en 1995, date de l'interdiction formelle d'utilisation de ce matériau au contact de l'eau potable (décret d'avril 1995).

Dans les installations privées de distribution, le plomb a été utilisé jusque dans les années 1940. (La probabilité de trouver des canalisations en plomb dans des immeubles construits après 1945/1950 est très faible voire nulle).

En revanche, le plomb n'a jamais été utilisé pour les canalisations publiques en amont des branchements. Il ne peut être présent dans les ouvrages publics qu'au niveau de joints d'étanchéité (anciennes canalisations en fonte grise) qui ne sont normalement pas en contact avec l'eau.

D'autres matériaux, présents essentiellement dans les installations privées de distribution contiennent également du plomb :

- l'acier galvanisé : le zinc de galvanisation peut contenir jusqu'à 1% de plomb,
- le laiton et les alliages cuivreux (robinetterie, vannes..) peuvent contenir jusqu'à 5 à 6 % de plomb,
- les soudures dites à l'étain, utilisées pour l'assemblage des réseaux en cuivre, contiennent environ 60 % de plomb (l'utilisation de ces soudures est interdite depuis 1996),
- Les PVC peuvent contenir des stabilisants à base de sels de plomb (l'utilisation de ces stabilisants est interdite en France, mais des PVC de fabrication étrangère peuvent en contenir).

La présence de plomb dans ces matériaux explique que l'on observe parfois des concentrations significatives en plomb dans l'eau en l'absence de toute canalisation en plomb.

Le plomb peut être présent dans l'eau soit sous forme dissoute soit sous forme particulaire (écailles de carbonate ou d'hydroxy-carbonate de plomb se détachant des parois). La forme dissoute est généralement majoritaire mais la forme particulaire peut conduire de façon sporadique à des concentrations ponctuellement élevées.

VI.2 Rappel du contexte réglementaire concernant le plomb

- Circulaire DGS n° 309 du 3 mai 2002 définissant les orientations du ministère de la santé et les actions à mettre en oeuvre par les DDASS, DRASS et SCHS dans le domaine de la lutte contre l'intoxication par le plomb pour l'année 2002,
- Circulaire DGS/SD 7 A n° 2002/592 du 6 décembre 2002 concernant l'application de l'arrêté du 4 novembre 2002 relatif à l'évaluation du potentiel de dissolution du plomb dans l'eau pris en application de l'article 36 du décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles,

VI.3 Norme de qualité

Les nouvelles dispositions réglementaires du Code de la santé publique fixent les limites de qualité du plomb dans l'eau au robinet du consommateur à :

- 25 µg/l, à l'heure actuelle,
- 10 µg/l, à partir de fin 2013.

Le potentiel de dissolution du plomb dans l'eau est une notion conventionnelle permettant de caractériser la dissolution du plomb dans l'eau en fonction des caractéristiques de l'eau au point de mise en distribution. Le potentiel de dissolution du plomb dans l'eau ne permet pas de prévoir la teneur réelle en plomb à un moment donné en un point de puisage particulier. En effet, la teneur réelle en plomb au robinet du consommateur dépend de nombreux paramètres notamment de la présence de branchements publics en plomb et/ou de canalisations intérieures en plomb, des conditions de soutirage en eau, de la structure du réseau intérieur et de la présence de canalisations en plomb à proximité d'une source de chaleur.

La méthode d'évaluation du potentiel de dissolution du plomb dans l'eau est basée sur la mesure du pH pour des raisons de simplicité, du faible coût de mise en oeuvre et de la pertinence des résultats obtenus. Le potentiel de dissolution du plomb dans l'eau est caractérisé par quatre classes : potentiel de dissolution du plomb faible, moyen, élevé ou très élevé. Le tableau ci-après caractérise le potentiel de dissolution du plomb en fonction des classes de pH.

Tableau 34: Potentiel de dissolution du plomb en fonction du pH

Classe de référence de pH	Caractérisation du potentiel de dissolution du plomb
$\text{pH} \leq 7$	Potentiel de dissolution du plomb très élevé
$7,0 < \text{pH} \leq 7,5$	Potentiel de dissolution du plomb élevé
$7,5 < \text{pH} \leq 8,0$	Potentiel de dissolution du plomb moyen
$8,0 < \text{pH}$	Potentiel de dissolution du plomb faible

VI.4 Qualité de l'eau distribuée

VI.4.1 Captages de Marly-la-Ville

Tous les paramètres mesurés sont conformes aux normes de potabilité imposées par la réglementation. L'eau distribuée par le réseau est de bonne qualité bactériologique et physico-chimique. L'eau distribuée (mesure dans la zone de distribution) présente un potentiel de dissolution élevé à moyen lié au pH majoritairement compris entre 7,4 et 8,04 avec un TAC compris entre 23 et 34°F.

La température et le TAC peuvent également jouer au niveau du potentiel de dissolution du plomb. La température est une grandeur difficilement appréhendable du fait de sa variabilité relative.

L'influence du TAC est donnée par un modèle thermodynamique (Modèle de Schock).

Tableau 35: Solubilité théorique du plomb (en µg/l) à 25 °C en fonction du pH et du TAC de l'eau (Modèle de Schock)-Marly-la-Ville

		pH									
		6.0	6.2	6.4	6.6	6.9	7.2	7.5	8.0	8.5	9.0
TAC (°F)	30	548	422	342	292	250	230	221	215	161	141
	20	587	447	359	304	256	233	223	186	135	109
	15	627	473	376	315	263	237	225	169	120	93
	10	706	524	410	337	276	245	227	149	104	77
	8	765	562	435	354	286	252	215	140	97	70
	6	863	626	477	382	302	262	201	130	89	64
	4	1060	754	561	439	335	259	187	119	80	57
	2	1650	1137	813	609	396	251	174	107	71	50
	1	2826	1903	1319	866	459	273	181	107	70	50
	0.5	5165	3385	1969	1182	595	335	212	119	78	58

 plages de valeurs pour les captages étudiés

Une corrélation peut être établie entre le calcul théorique et la pratique entre la solubilité du plomb à 25°C ([Pb]max) et les concentrations moyennes ([Pb]moyen) mesurées au robinet des consommateurs pour des réseaux comportant des canalisations en plomb.

Cette relation est la suivante : $[Pb]_{moyen} = 0,09 [Pb]_{max}$

Dans les plages de valeur du pH et du TAC des eaux issues du captage, et selon la théorie empirique, une teneur en plomb moyenne de 17 à 21 µg/l peut être obtenue pour des canalisations en plomb.

Sur le terrain, les analyses spécifiques au paramètre plomb montrent toute absence de plomb dans l'eau, aussi bien au niveau de la ressource qu'au niveau de l'eau distribuée.

VI.4.2 Captages de Fosses

Tous les paramètres mesurés sont conformes aux normes de potabilité imposées par la réglementation. L'eau distribuée par le réseau est de bonne qualité bactériologique et physico-chimique. L'eau distribuée (mesure dans la zone de distribution) présente un potentiel de dissolution élevé à moyen lié au pH majoritairement compris entre 7,3 et 7,6 avec un TAC compris entre 29 et 34°F.

La température et le TAC peuvent également jouer au niveau du potentiel de dissolution du plomb. La température est une grandeur difficilement appréhendable du fait de sa variabilité relative.

L'influence du TAC est donnée par un modèle thermodynamique (Modèle de Schock).

Tableau 36: Solubilité théorique du plomb (en µg/l) à 25 °C en fonction du pH et du TAC de l'eau (Modèle de Schock)-Fosses

		pH									
		6.0	6.2	6.4	6.6	6.9	7.2	7.5	8.0	8.5	9.0
TAC (°F)	30	548	422	342	292	250	230	221	215	161	141
	20	587	447	359	304	256	233	223	186	135	109
	15	627	473	376	315	263	237	225	169	120	93
	10	706	524	410	337	276	245	227	149	104	77
	8	765	562	435	354	286	252	215	140	97	70
	6	863	626	477	382	302	262	201	130	89	64
	4	1060	754	561	439	335	259	187	119	80	57
	2	1650	1137	813	609	396	251	174	107	71	50
	1	2826	1903	1319	866	459	273	181	107	70	50
	0.5	5165	3385	1969	1182	595	335	212	119	78	58

 plages de valeurs pour les captages étudiés

Dans les plages de valeur du pH et du TAC des eaux issues du captage et selon la théorie empirique, une teneur en plomb moyenne de 20 µg/l peut être obtenue pour des canalisations en plomb.

Sur le terrain, les analyses spécifiques au paramètre plomb montrent toute absence de plomb dans l'eau, aussi bien au niveau de la ressource qu'au niveau de l'eau distribuée.

D'autre part, VEOLIA a engagé des travaux afin de réduire le risque de dissolution du plomb dans l'eau ; à cet effet, au cours de l'année 2009, 200 branchements du Syndicat de Bellefontaine seront remplacés.

VII Vulnérabilité de l'aquifère

La vulnérabilité d'une nappe est fonction de plusieurs facteurs, qui déterminent sa sensibilité au milieu environnant et sa plus ou moins grande facilité d'accès d'une pollution à la nappe.

Les caractéristiques à prendre en compte, déterminant la vulnérabilité sont :

- la lithologie : nature des formations : aquifère, terrains sus-jacents, sols superficiels
- les caractéristiques hydrauliques : profondeur de la nappe (ZNS), points d'absorption (naturels ou artificiels)
- les relations hydriques éventuelles avec les cours d'eau, plans d'eau et zones humides

La vulnérabilité de la ressource fait l'objet d'une étude spécifique lors de la Phase 2 de l'étude du bassin. Une carte de vulnérabilité sera alors établie.

Tableau 37 : Vulnérabilité au droit des captages

Forage	Puits N°1	Puits N°2	Puits N°3	SAPEFO 1	SAPEFO 2
Epaisseur de la zone non saturée	3,00	1,30	4,18	40,40	37,50
Epaisseur faciès sus-jacents(m)	2,00	9,10	4,00	19,80	26,60
Faciès sus-jacents	De 0,00 à 2,00 : Terre végétale	De 0,00 à 0,40 : Terre végétale De 0,40 à 9,10 : Argile	De 0,00 à 4,00 : Limons argileux	De 0,00 à 3,30 : Limons sableux De 3,30 à 19,80 : Calcaire (Lutétien)	De 0,00 à 2,80 : Limons De 2,80 à 26,60 : Calcaire (Lutétien)
Atouts et points faibles au regard de la vulnérabilité de la ressource	Faible épaisseur de couverture ZNS faible	Faible épaisseur de couverture ZNS faible	Faible épaisseur de couverture ZNS faible	Moyenne épaisseur de couverture ZNS importante	Moyenne épaisseur de couverture ZNS importante

VIII Conclusion de la phase 1

VIII.1 Contexte géologique et hydrogéologique

Les différents captages de l'étude sont implantés au cœur du Bassin Parisien, formé d'une succession de terrains sédimentaires de l'Ere Tertiaire reposant sur les terrains plus anciens du Secondaire. La géologie comprend depuis le sommet, les formations suivantes :

- les alluvions modernes ;
- les Limons de plateaux peu épais ;
- les Masses et Marnes du Gypse et les Sables de Monceau ;
- le Calcaire de Saint-Ouen, formé de calcaires et de marnes ;
- les Sables de Beauchamp ;
- les Marnes et Caillasses constitués de marnes blanches en alternance avec des calcaires et des argiles (Lutétien) ;
- le Calcaire Grossier formé de calcaire à banc épais et fissuré (Lutétien) ;
- les Sables du Cuisien épais (Yprésien) ;
- le Sparnacien, à dominante argileuse ;
- la Craie (Secondaire-Crétacé).

Plusieurs de ces formations renferment des niveaux d'eau ou nappes plus ou moins développés. Les aquifères principaux sont la craie et l'aquifère « éocène » regroupant les Marnes et caillasses et le Calcaire grossier du Lutétien ainsi que les sables cuisien (Yprésien). Ces deux aquifères sont séparés par les argiles imperméables du Sparnacien.

Seul l'aquifère éocène est concerné par cette étude. Dans le secteur d'étude, les forages exploitent les Sables du Cuisien.

La piézométrie régionale met en évidence deux crêtes piézométriques : l'une orientée Ouest/Est au niveau de Jagny-sous-bois, Puiseux-en-France et le Sud de Vémars, l'autre se séparant de la première au niveau de la R.N.117 pour s'orienter vers le Nord-Nord-Ouest en direction de Fosses. Trois bassins sont ainsi définis :

- un bassin au Nord-Ouest vers Marly et Fosses , objet de cette étude ;
- un bassin Nord-Est : Vémars, Saint-Witz ;
- un bassin Sud : Goussainville, Thillay, Arnouville.

VIII.2 Caractéristiques de la ressource et bassin d'alimentation des captages

Le sens d'écoulement de la nappe diffère d'un point à l'autre de la vallée de l'Ysieux qui la draine. Au niveau des forages de Marly, l'écoulement de la nappe se fait du Sud-Est vers le Nord-Ouest. Au niveau des forages de Fosses, l'écoulement est Nord-Est vers le Sud-Ouest. Le gradient hydraulique est de l'ordre de 1%.

L'eau de la nappe se caractérise par un faciès bicarbonaté calcique sulfaté, une dureté et une minéralisation élevées, une très faible concentration en nitrate et un milieu réducteur. L'eau est ferrugineuse et nécessite une déferrisation avant la mise en distribution.

Ce caractère réducteur est lié à une différence de perméabilité entre les Sables de Cuise et la formation du Lutétien. La base du Lutétien est formée de galets grossiers et génère des écoulements plus rapides au sein de cette formation. Cette différence de perméabilité verticale entre ces deux formations induit un transfert réduit entre les Sables de Cuise et Le Calcaire du Lutétien. Les Sables de Cuise sont moins soumis aux échanges avec l'atmosphère et sont donc mieux protégés que les formations sus-jacentes du Lutétien (SAPEFO 1 et 2).

Le caractère réducteur peut être également dû, au niveau des vallées, à la présence de limons et d'argiles (Puits N°1, N°2 et N°3), limitant les échanges entre les formations géologiques inférieures et l'atmosphère.

La définition des bassins d'alimentation est basée sur la piézométrie existante, celle-ci peut connaître des variations de quelques mètres entre les périodes de hautes et basses eaux et modifier ainsi les limites des bassins d'alimentation. D'après la piézométrie, les bassins d'alimentation des captages de Marly et de Fosses sont contigus. Il est ainsi possible de considérer un seul bassin d'alimentation d'une superficie de 5,7 km². Le bilan hydrologique du bassin d'alimentation ainsi défini s'équilibre en période humide et tend à confirmer l'aire d'alimentation considérée. En période sèche, le secteur montre un déficit hydrogéologique.

Concernant les puits de Marly, les informations issues de la qualité de l'eau ne permettent pas de circonscrire plus précisément l'aire d'alimentation.

Pour les puits de Fosses, la présence de cyanures démontre une influence industrielle que l'on ne retrouve pas sur Marly. L'évolution dans l'espace de la crête piézométrique située à l'est de Fosses est inconnue ;

Afin de tenir compte de l'incertitude sur la localisation de la crête piézométrique et dans le cadre de la protection du captage, le périmètre d'étude sera étendu et englobera la zone industrielle de Fosses-St Witz et Survilliers et sa ZAC Porte des Champs (Annexe 30). L'industrie NCS Pyrotechnie anciennement La Cartoucherie, pollueur connu, est incluse dans la zone d'investigation.