

BASSIN DU CROULD

Périmètres de protection du captage de Le Thillay (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>	11
II.1	Localisation	11
II.2	Planches graphiques associées	11
II.3	Caractéristiques techniques	11
	II.3.1 Réalisation et caractéristiques de l'ouvrage	11
	II.3.2 Essais	12
<i>III</i>	<i>Exploitation et distribution</i>	14
III.1	Exploitation	14
III.2	Distribution	16
	III.2.1 Présentation technique du réseau	16
	III.2.2 Besoins futurs identifiés	16
III.3	Réseau départemental	16
<i>IV</i>	<i>Contexte naturel</i>	17
IV.1	Contexte géologique	17
	IV.1.1 Contexte géologique régional	17
	IV.1.2 Contexte structural régional	18
	IV.1.3 Lithologie au droit du site d'étude	18
IV.2	Contexte hydrogéologique	19
	IV.2.1 Contexte régional	19
	IV.2.2 Aquifère capté par l'ouvrage étudié.....	19
	IV.2.3 Piézométrie	20
	IV.2.4 Détermination des zones d'influence, d'appel et de la zone d'alimentation .	28
	IV.2.5 Exploitation.....	31
<i>V</i>	<i>Qualité des eaux</i>	34
V.1	Qualité de l'eau brute	34
V.2	Caractéristiques spécifiques	36
	V.2.1 Nitrates	36

V.2.2 Phytosanitaires	36
V.2.3 Cyanures	36
VI Evaluation du potentiel de dissolution du plomb.....	41
VI.1 Problématique	41
VI.1.1 Rappel du contexte réglementaire concernant le plomb	42
VI.1.2 Norme de qualité	42
VI.2 Qualité de l'eau distribuée	43
VII Vulnérabilité de l'aquifère	44
VIII Conclusion de la phase 1	45
VIII.1 Contexte géologique et hydrogéologique	45
VIII.2 Bassin Sud	45

Liste des tableaux

Tableau 1: Renseignements généraux concernant le forage de Le Thillay.....	11
Tableau 2: Liste des annexes associées au forage de Le Thillay	11
Tableau 3: Débit d'exploitation dans le cadre de la demande de DUP.....	14
Tableau 4: Evolution des prélèvements au droit du forage de Le Thillay	14
Tableau 5: Prélèvements actuels du forage « Maurice BERTEAUX» de la commune de Le Thillay	15
Tableau 6: Evolution des consommations et rendement du réseau sur la commune de Le Thillay	15
Tableau 7: Caractéristiques lithologiques de l'ouvrage	18
Tableau 8: Points d'eau recherchés lors de la campagne de Novembre 2008	21
Tableau 9: Points d'eau recherchés dans le secteur de Goussainville lors de l'étude complémentaire environnementale	22
Tableau 10: Fluctuations de la nappe au droit du piézomètre de Lagny-le-Sec.....	25
Tableau 11: Fluctuations de la nappe au droit du captage de Le Thillay.....	25
Tableau 12: Vitesse d'écoulement effective de la nappe selon le secteur d'étude	28
Tableau 13: Récapitulatif des caractéristiques et rayon d'influence du pompage- Débit DUP29	
Tableau 14: Récapitulatif de la zone d'appel pour le captage-débit DUP	30
Tableau 15: Récapitulatif des résultats des isochrones 50 jours/100 jours-exploitation 2008.	31
Tableau 16: Calcul du bilan hydrologique 2006 du bassin du Crould.....	33
Tableau 17: Estimation du bilan hydrologique du bassin du Crould-année sèche.....	33
Tableau 18: Minéralisation de l'eau issue du forage de Le Thillay	34
Tableau 19: Analyses métaux de Novembre 2008.....	35
Tableau 20: Caractéristiques générales de l'eau issue du forage de Le Thillay	35
Tableau 21: Potentiel de dissolution du plomb en fonction du pH	42
Tableau 22: Solubilité théorique du plomb (en µg/l) à 25 °C en fonction du pH et du TAC de l'eau (Modèle de Schock)-	43
Tableau 23: Vulnérabilité au droit du captage	44

Liste des figures

Figure 1: Coupe technique du forage de Le Thillay.....	13
Figure 2:Variation de la nappe au cours de l'année 2008	23
Figure 3: Chroniques de la nappe de Lutétien et de l'Yprésien	24
Figure 4: Variation de la nappe au droit du forage de la commune de Le Thillay	26
Figure 5: Détermination des isochrones.....	30
Figure 6: Evolution des nitrates au droit du forage « Berteaux »	38
Figure 7: Evolution de l'Atrazine et de son métabolite au droit du forage « Berteaux »	39
Figure 8: Evolution du cyanure sur le forage « Berteaux »	40

Liste des annexes

(recueil séparé)

- ANNEXE 1 : Localisation des captages de l'étude du Lot 1 (1/100 000)
- ANNEXE 2 : Plan de situation du forage de Le Thillay (1/25 000)
- ANNEXE 3 : Planche photos- forage de Le Thillay
- ANNEXE 4 : Plan cadastral-forage de Le Thillay (1/2 000)
- ANNEXE 5 : Occupation des sols-Le Thillay (1/5 000)
- ANNEXE 6 : Courbe caractéristique du forage Le Thillay
- ANNEXE 7 : Courbe de descente du niveau d'eau- forage de Le Thillay
- ANNEXE 8 : Schéma de distribution de Goussainville-Le Thillay
- ANNEXE 9 : Réseau d'interconnexions « Est du Val d'Oise »
- ANNEXE 10 : Extrait de la carte géologique (1/100 000)
- ANNEXE 11 : Piézométrie de la nappe de Beauchamp
- ANNEXE 12 : Coupe hydrogéologique Nord-Sud (A-A')
- ANNEXE 13 : Coupe hydrogéologique Est-Ouest (B-B')
- ANNEXE 14 : Coupes schématiques hydrogéologiques
- ANNEXE 15 : Carte des points d'eau cherchés
- ANNEXE 16: Esquisses piézométriques
- ANNEXE 17 : Coupe schématique Nord-Sud du Crould, tirée de l'étude de BURGEAP sur la pollution aux cyanures de la commune de Louvres (1998)
- ANNEXE 18 : Bassin d'alimentation du forage de Le Thillay
- ANNEXE 19 : Isochrones du forage de le Thillay
- ANNEXE 20 : Inventaire points d'eau environnants
- ANNEXE 21 : Représentation du bassin topographique du Crould
- ANNEXE 22 : Analyses eau brute-Le Thillay
- ANNEXE 23 : Zone proposée d'investigation pour la 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.

L'ouvrage concerné dans ce dossier se situe 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 d'Arnouville-les-Gonesse, Vémars, Goussainville et Le Thillay, appartenant au bassin versant du Crould (objet de l'étude du lot 1).

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, concernant le forage de Le Thillay.

I.3 Bibliographie

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

- n1 : Etude hydrogéologique et d'environnement, commune de Vémars, Mars 1993, CPGF Horizon,
- n2 : Etudes hydrogéologiques et d'environnement, captages de Goussainville, CPGF Horizon,
- n3 : Bassin versant du Crould, Etude hydrogéologique et d'environnement pour la mise en place de périmètres de protection de sept captages d'eau potable, Juillet 2000, ANTEA,
- n4 : Détermination des potentialités encore mobilisables des nappes d'eaux souterraines du département du Val d'Oise, Octobre 1995, ANTEA et BURGEAP,

- n5 : Définition des périmètres de protection des captages d'eau potable, commune de Goussainville, Janvier 1996, Etienne de Reyniès, Hydrogéologue agréé,
- n6 : Avis de l'hydrogéologue agréé, Définition des périmètres de protection, Réalisation de deux nouveaux forages d'alimentation en eau potables sur la commune de Fontenay-en-Parisis au lieu dit « La Fosse au Duc », Avril 2002 ;
- n7 : Etude environnementale complémentaire, site de la Fosse au Duc, Jean-Claude Vathaire, Mars 2002 ;
- n8 : Réalisation de deux nouveaux forages d'alimentation en eau potable sur la commune de Fontenay-en-Parisis au lieu dit « La Fosse au Duc », Avis de l'Hydrogéologue Agréé, Etienne de Reyniès, 2002,
- n9 : Compte-rendu des travaux , Réalisation d'un nouveau forage d'alimentation en eau à Arnouville-les-Gonesse, Avril 2002, HYDROGEO EDR,
- n10 : Recherche de l'extension et de l'origine de la pollution des aquifères de l'Eocène sur le territoire de la commune de Gonesse (Val d'Oise), référence 80 SGN 681, Octobre 1980, BRGM,
- n11 : Dossier technique Forages Ville de Goussainville, Ville du Thillay, SIAEP de la région de Nord Ecouen,
- n12 : Atlas des Nappes aquifères de la région parisienne, 1970, BRGM,
- n13 : Rapport SONDALP des inspections vidéo des captages d'alimentation en eau potable, Août 2008.

Les ouvrages suivants ont été consultés :

- n14 : Hydrogéologie, Principes et Méthode, Gilbert CASTANY, édition DUNOD, 1998
- n15 : 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,
- CEG et VEOLIA.
- L'Agence de l'Eau Seine Normandie
- Météo France

Les sites nationaux suivants ont été consultés :

- Base de données Sous-Sol du BRGM,
- Le SANDRE,
- L'ADES,
- Base de données Eaux Souterraines du Bassin Seine Normandie.

II Renseignements généraux

II.1 Localisation

Tableau 1: Renseignements généraux concernant le forage de Le Thillay

Dénomination courante	N° de l'indice du BRGM	Coordonnées LAMBERT I cartographique actualisées	Référence cadastrale	Nom du propriétaire
Maurice Berteaux	0153-8X-0131	X : 610 522 Y : 144 599 Z : 65 m NGF	Section ZB Parcelle 0073	Commune du Thillay

Le captage de Le Thillay est localisé dans un petit local sur un terrain à moitié clôturé sur lequel se trouve une bâche semi-enterrée. Au Sud de ce captage se trouve une zone industrielle, au Nord, une étendue de culture.

II.2 Planches graphiques associées

Tableau 2: Liste des annexes associées au forage de Le Thillay

Nom courant du captage	Plan de situation de la commune 1/100 000 ^{ème}	Plan de situation 1/25 000 ^{ème}	Planche photo	Plan cadastral	Occupation des sols
Maurice Berteaux	Annexe 1	Annexe 2	Annexe 3	Annexe 4	Annexe 5

II.3 Caractéristiques techniques

II.3.1 Réalisation et caractéristiques de l'ouvrage

Le forage réalisé en 1990 a été mis en place par la société CLAUSE du Loiret. Il a été équipé comme suit (Figure 1) :

- de 0 à 8,09 m/Terrain Naturel (TN) : Tube acier de diamètre 800 mm jusqu'à 0,5 mètres au-dessus du TN,
- de 5,00 à 8,00 m/TN : Tube plein en acier de diamètre 600 mm,
- de 8,00 à 33,00 m/TN : Tube crépiné à nervure repoussée 10/10 entouré de gravier filtre siliceux.

Le puits capte les Calcaires Grossiers du Lutétien et les Sables de l'Yprésien. L'extérieur de la colonne captante est munie d'un gravier siliceux roulé. Le repère utilisé pour la mesure du niveau statique est le terrain naturel situé à 65 m NGF.

En 1990, le niveau statique se situait à 8,99 m/TN soit 59,01 m NGF. En décembre 2008, le niveau statique était de 9,08 m/TN soit 55,9 m NGF. Le temps d'arrêt de la pompe avant la

mesure du niveau statique n'est pas suffisant pour considérer la nappe comme totalement au repos.

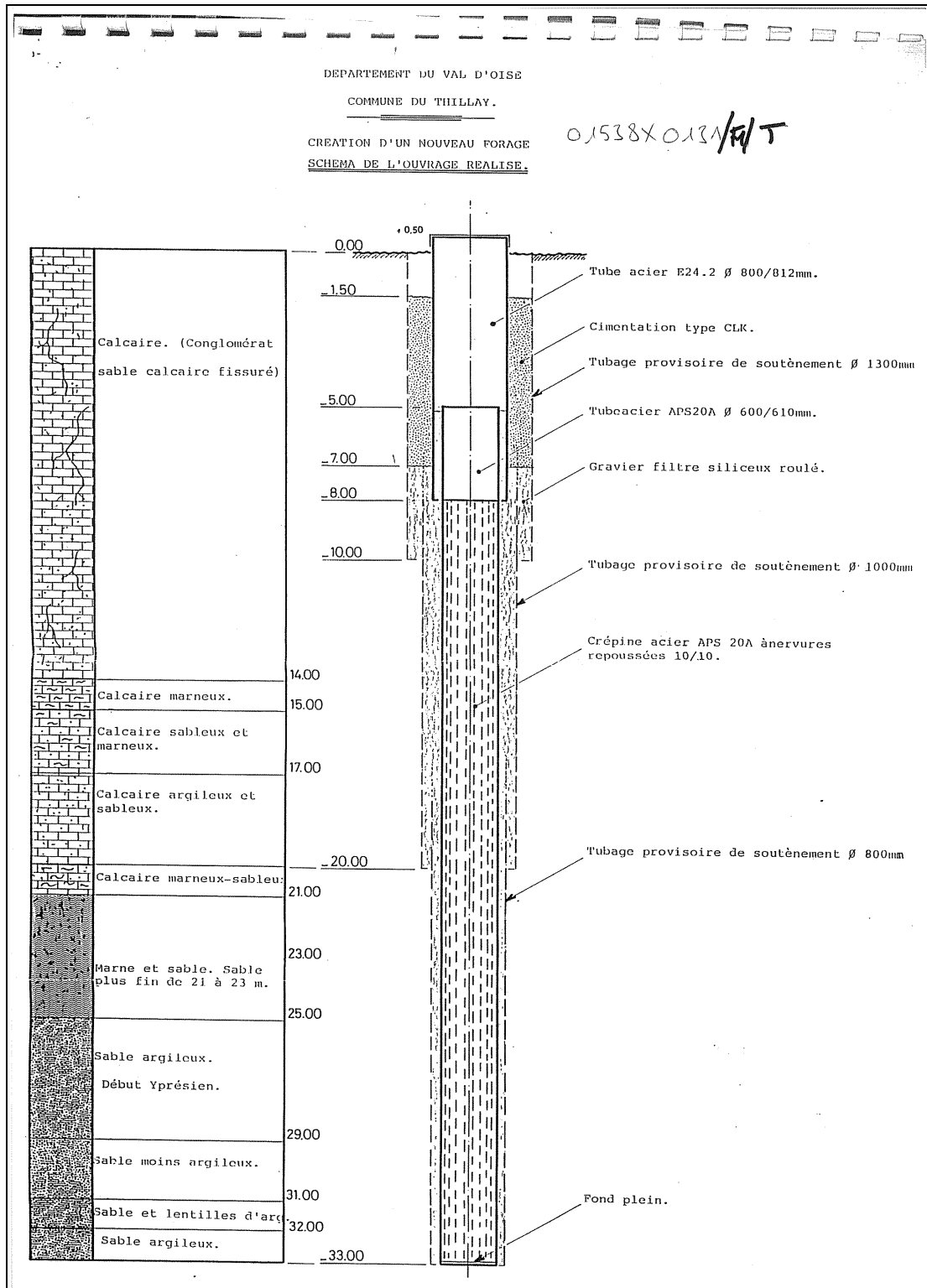
II.3.2 Essais

Après deux pompages de nettoyage, un pompage d'essai à 6 paliers enchaînés à débit croissant a été effectué sur l'ouvrage (Annexe 6).

Le débit critique n'a pas été atteint, néanmoins on constate dès 110 m³/h, des pertes de charges très importantes, probablement dues à l'équipement du forage. Ces essais ont été suivis d'un pompage continu de 72 heures. L'interprétation des résultats a été faite selon la méthode de Jacob sur la descente du niveau d'eau (Annexe 7).

La transmissivité s'établit à $7,1 \cdot 10^{-3}$ m²/s. Le débit spécifique de l'ouvrage est compris entre 227 m³/h/m et 32 m³/h/m. Il est conseillé d'exploiter cet ouvrage à un débit inférieur à 110 m³/h afin de garder une bonne productivité de l'ouvrage. En effet, à un débit inférieur à 110 m³/h, le rabattement spécifique est compris entre 227 et 145 m³/h/m, à un débit supérieur, celui-ci est compris entre 114 et 32 m³/h/m.

Figure 1: Coupe technique du forage de Le Thillay



III Exploitation et distribution

III.1 Exploitation

La Compagnie des Eaux de Goussainville est fermier des services publics de la distribution d'eau sur les communes du Thillay. Pour alimenter la population de la commune, la C.E.G gère de 2 captages d'eaux souterraines répartis comme suit :

- 1 captage situé rue Maurice BERTEAUX;
- 1 captage « Forage du Stade » situé sur le plateau du stade (réalisé en 2008). Les périmètres de protection ont été établis lors de l'arrêté Préfectoral sur ce captage.

La présente étude s'effectue sur le captage Rue Maurice BERTEAUX.

L'eau captée provient des Calcaires du Lutétien et des Sables de l'Yprésien.

La population de la commune en 2007 est de 4 011 (*Source Insee*). En 1999, elle était de 3 668. Depuis 1999, la population a augmentée de 9,4 %.

En 2008 :

- Nombre d'habitants desservis : 3 779
- Nombre d'abonnés : 1 489
- Nombre de branchements : 1 489
- Nombre de réservoirs : 2
 - réservoir sur tour dit de la Talmouse : 140 m³
 - réservoir semi-enterré 600 m³-mise en service prévue début 2009

Le débit d'exploitation pour lesquels la DUP est demandée est la suivante :

Tableau 3: Débit d'exploitation dans le cadre de la demande de DUP

	Forage Maurice Berteaux
Débit horaire maximal (m ³ /j)	100
Débit journalier maximal (m ³ /j)	2 400
Débit annuel maximal (m ³ /an)	876 000

Le tableau suivant récapitule l'évolution des prélèvements au droit du forage

Tableau 4: Evolution des prélèvements au droit du forage de Le Thillay

	2003	2004	2005	2006	2007
Volume prélevé annuel (m ³ /an)	294 892	304 960	300 265	305 006	301 623
Volume prélevé moyen (m ³ /j)	904	920	798	840	837

Depuis 2003, les prélèvements tendent à augmenter, de l'ordre de 2,3%.

En 2007, le volume de prélèvement moyen est de 837 m³/j avec un débit moyen d'exploitation de 93 m³/h et un temps de fonctionnement moyen de la pompe de 9 heures. En 2008, le débit moyen du forage est de 80 m³/h avec un temps de fonctionnement moyen de la pompe de 8 heures. Le débit maximal d'exploitation possible au droit du forage de Le Thillay est de 100 m³/h.

Le tableau suivant récapitule la production 2008 du forage. Le débit d'exploitation est de 80 m³/h avec un temps de fonctionnement des pompes de 8 heures.

Tableau 5: Prélèvements actuels du forage « Maurice BERTEAUX » de la commune de Le Thillay

Production moyenne journalière	629 m ³
Production maximale journalière	1 400 m ³
Production moyenne mensuelle	21 236 m ³
Production maximale mensuelle	23 060 m ³
Temps de pompage journalier	8 h
Q exploitation	80 m ³ /h

Tableau 6: Evolution des consommations et rendement du réseau sur la commune de Le Thillay

	2003	2004	2005	2006	2007
Volume consommé total (m ³ /an)	214 716	205 282	202 410	198 708	219 267
Volume prélevé (m ³ /an)	294 892	304 960	300 265	305 006	301 623
Rendement (%)	73	67	67	65	73

Le rendement moyen est dû aux fuites des canalisations et/ou embranchements et aux branchements sauvages sur les bornes d'incendie. En 2008, ce rendement s'améliore et atteint près de 84%.

III.2 Distribution

III.2.1 Présentation technique du réseau

(Cf annexe 8)

L'eau brute du captage subit une désinfection au chlore gazeux avant d'être refoulée directement sur le réseau. Le réservoir au sol Maurice Berteaux permettra le mélange des eaux issues du forage « BERTEAUX » et du forage du « Stade ». De ce réservoir, l'eau est envoyée en distribution.

Sur le site, il n'y a aucun stockage autre qu'une ou deux bouteilles de chlore de 49 kg chacune.

La commune possède une interconnexion de secours avec le réseau de Goussainville et avec le réseau d'Annet sur Marne (annexe 9). La commune alimente en totalité la commune de Vaud'herland qui ne possède pas de ressource propre.

Le captage est équipé d'un système anti-intrusion.

Il existe dans le réseau encore 500 branchements en plomb qui vont être remplacés. Un plan de remplacement a été mis en place à raison de 75 branchements par an.

III.2.2 Besoins futurs identifiés

L'augmentation de la consommation est estimée à 2% par an.

D'après les données de La Compagnie des Eaux de Goussainville, les besoins à l'horizon 2025, nécessiterait la production de 450 000 m³/an avec une moyenne par jour de 1 233 m³/j.

III.3 Réseau départemental

En cas d'arrêt des pompages (problèmes, autre) les collectivités de l'étude font parties d'un réseau d'interconnexion de réalimentation et de secours « Est du Val d'Oise ». Le schéma résume la situation en décembre 2008 (Annexe 9).

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 de l'ère SECONDAIRE (Annexe 10).

D'après les cartes géologiques de Dammartin-en-Goële et de l'Isle Adam, la lithologie du secteur montre les formations suivantes :

- **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

Les terrains sont affectés d'un pendage régulier de direction générale NE-SW en partie orientale, perturbés par des accidents tectoniques synclinaux et anticlinaux. Au Nord du secteur d'étude, l'anticlinal de Bray qui passe par Survilliers fait affleurer les Sables de Cuise dans la vallée de l'Ysieux.

IV.1.3 Lithologie au droit du site d'étude

La lithologie au droit du captage a pu être appréciée à partir de la coupe géologique dressée lors de son creusement. Le tableau suivant résume les principales caractéristiques du captage.

Tableau 7: Caractéristiques lithologiques de l'ouvrage

Forage	Berteaux
Profondeur (m/TN)	33,00
Niveau statique foration (m/TN)	8,99
Nappe captée	Calcaires du Lutétien + Sables de l'Yprésien
Epaisseur mouillée (m)	66
Epaisseur faciès sus-jacents(m)	-
Faciès sus-jacents	-

IV.2 Contexte hydrogéologique

IV.2.1 Contexte régional

Dans le secteur d'étude, il existe plusieurs aquifères susceptibles d'être exploités, dans les formations citées précédemment :

- L'aquifère de l'Eocène Supérieur renferme une nappe (Annexe 11) 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 être aussi captive par mise en charge sous les alluvions tourbeux (partie sud du Crould).
- L'aquifère de l'Eocène inférieur concerne les Calcaires du Lutétien, les Marnes et Caillasses 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.
- La nappe alluviale repose sur les Sables de Beauchamp dont la nappe se confond avec celle des alluvions.

IV.2.2 Aquifère capté par l'ouvrage étudié

Parmi les aquifères cités ci-dessus, seul l'aquifère Lutétien-Yprésien, c'est-à-dire l'Eocène inférieur est sollicité par les ouvrages.

Cet aquifère s'étend sur 2 963 km² (*Source Agence de l'Eau Seine-Normandie*) et plusieurs départements sont concernés tels que l'Oise, Paris, les Yvelines, la Seine-Saint-Denis, le Val d'Oise, la Seine et Marne et le Val de Marne. L'aquifère est limité au Sud par la Marne, et au Sud-Ouest par la Seine. Le bassin versant souterrain de la vallée du Crould serait d'environ 141 km².

L'aquifère est constitué d'un ensemble calcaire à perméabilité de fissures (Lutétien) et d'un ensemble sableux à perméabilité d'interstices (Yprésien). L'épaisseur mouillée des Calcaires du Lutétien est de 30 à 40 mètres et l'épaisseur des Sables de l'Yprésien peut atteindre 40 mètres. Le substratum de la nappe est constitué par les Argiles du Sparnacien (Yprésien inférieur) qui sépare cette nappe de celle de la Craie. Au niveau de la commune de Le Thillay, la nappe est libre

Les Sables de Beauchamp et le Lutétien donnent naissance à des sources (Trou du Diable). D'une manière générale, les niveaux d'eau s'établissent à proximité de la surface du sol dans la vallée du Crould (exemple ancien forage de Pré la Motte). Au niveau de la vallée, la nappe peut être en charge et artésienne.

L'alimentation de la nappe est variable selon les secteurs. Lorsque la nappe affleure, son alimentation est liée directement à l'infiltration des précipitations. Elle peut être alimentée par des phénomènes de drainance à partir des Sables de Beauchamp sus-jacents, les Marnes et Caillasses n'étant pas imperméables.

Le contexte géologique et hydrogéologique au droit du forage est représenté sur l'Annexe 14.

IV.2.3 Piézométrie

IV.2.3.1 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.
- Carte piézométrique au niveau de Choisy-le-Bœuf (BRGM)
- Carte piézométrique d'ANTEA sur le bassin du Crould, 1999.

Selon la carte piézométrique générale de la nappe de l'Yprésien et du Lutétien, il existe une crête piézométrique au Nord entre Puisieux-en-France et Marly-La-Ville. De même au niveau de Vémars, une autre crête piézométrique apparaît. Les fluctuations des crêtes piézométriques ne sont pas connues. La piézométrie traduit un écoulement général de la nappe vers le Sud-Ouest, avec un gradient hydraulique de l'ordre de 0,4%.

Cette orientation suit le pendage des terrains qui plongent vers le Sud-Ouest.

Une campagne de terrain a été réalisée dans le cadre de cette étude le 24 et 25 Novembre 2008. Cependant en raison du nombre limité d'ouvrages accessibles (propriétés privées; ouvrages scellés, exploités) ou non trouvés, les quelques données recueillies ne permettent pas de réaliser une carte piézométrique significative. La carte des points recherchés est annexée au rapport (Annexe 15).

Tableau 8:Points d'eau recherchés lors de la campagne de Novembre 2008

Point	Secteur	Situation
01537X0073	Sarcelles	Non trouvé
01537X0017	Arnouville	Non trouvé
01538X0093	Arnouville	Non accessible
01538X0052	Arnouville	Non accessible
01538X0020	Gonesse	Non trouvé
01538X0016	Gonesse	Non accessible
01538X0041	Bouqueval	Non trouvé
01538X0042	Bouqueval	Non accessible
01534X0020	Puisieux-en-France	Non accessible
01534X0049	Puisieux-en-France	Non accessible
01534X0001	Marly-la-ville au niveau du château d'eau	Non accessible
0154X0042	Villeron	Non accessible
0154X0034	Villeron	Non accessible
0154X0176	Chennevières	Non accessible
0154X0030	Choisy-aux-boeuf	Non accessible

Tableau 9: Points d'eau recherchés dans le secteur de Goussainville lors de l'étude complémentaire environnementale

Point	Secteur	Situation
01534X0016	Fontenay-en-parisis	Non trouvé
01538X0004	Goussainville	Non trouvé
01538X0005	Goussainville	Non trouvé
01538X0007	Goussainville	Non trouvé
01538X0029	Goussainville	Non trouvé
01538X0030	Goussainville	Non trouvé
01538X0031	Goussainville	Non trouvé
01538X0044	Goussainville	Non accessible
01538X0046	Goussainville	Non accessible
01538X0059	Goussainville	Non trouvé
01537X0071	Le Plessis-Gassot	P

La carte piézométrique effectuée par ANTEA dans le secteur en Décembre 2000, se base sur des mesures effectuées sur des ouvrages AEP après un temps d'arrêt de pompage relativement court, ne permettant pas toujours le retour au repos de la nappe. Ce point est bien précisé dans le rapport d'ANTEA. De plus, la piézométrie dans le secteur de Louvre au cœur de la zone étudiée par ANTEA est signalée comme « interprétée ». Par ailleurs, le tracé des isopièzes –notamment l'isopièze + 70 m NGF- ne s'accorde pas toujours avec les mesures indiquées. Enfin, aucun point de mesure n'a été utilisé dans toute la partie Ouest (ligne Fontenay-en-Parisis/ Goussainville/ Le Thillay). Il n'est donc pas possible d'y définir les courbes piézométriques.

A partir de l'atlas des aquifères de la région parisienne, il a été possible de tracer une esquisse piézométrique dans le secteur (Annexe 16). Au niveau du forage de la commune de Le Thillay, le sens d'écoulement est Nord-Est/Sud-Ouest.

Le niveau de la nappe s'établit à quelques mètres sous le niveau de la rivière entre la commune de Louvres et Goussainville puis la nappe affleure sur les coteaux de la vallée du Crould avec des émergences telle que Le Trou du Diable, ou se situe proche de la surface du sol (Annexes 14 et 17).

Le gradient hydraulique varie selon les secteurs, de l'ordre de 0,3 % pour les secteurs de Arnouville-Goussainville-Le Thillay.

IV.2.3.2 Fluctuations piézométriques

IV.2.3.2.1 Piézomètre de Lagny-le-Sec

Le forage (N°BSS : 0154-3X-0028) situé sur la commune de Lagny-le-Sec et proche du bassin versant du Crould, capte les Calcaires du Lutétien et les Sables de l'Yprésien. Les chroniques réalisées sur cet ouvrage permettent de déterminer les fluctuations de la nappe.

Les chroniques, comprises entre Mars 1974 et Novembre 2008 montrent la tendance de la nappe sur 34 ans (Figure 3).

D'après ces données, il apparaît que les fluctuations du niveau piézométrique la nappe peuvent atteindre 2 mètres et jusqu'à 5 mètres dans le cas de recharges importantes.

En ce qui concerne l'année 2008, d'après les mesures effectuées sur le piézomètre de Lagny-le-Sec, la nappe Lutétien-Yprésien a eu une amplitude de l'ordre de 0,55 m (Figure 2).

Le mois de plus hautes eaux est avril ou mai, et le mois de plus basses eaux est novembre. La piézométrie suit relativement bien l'évolution météorologique sur l'année 2008.

Figure 2: Variation de la nappe au cours de l'année 2008

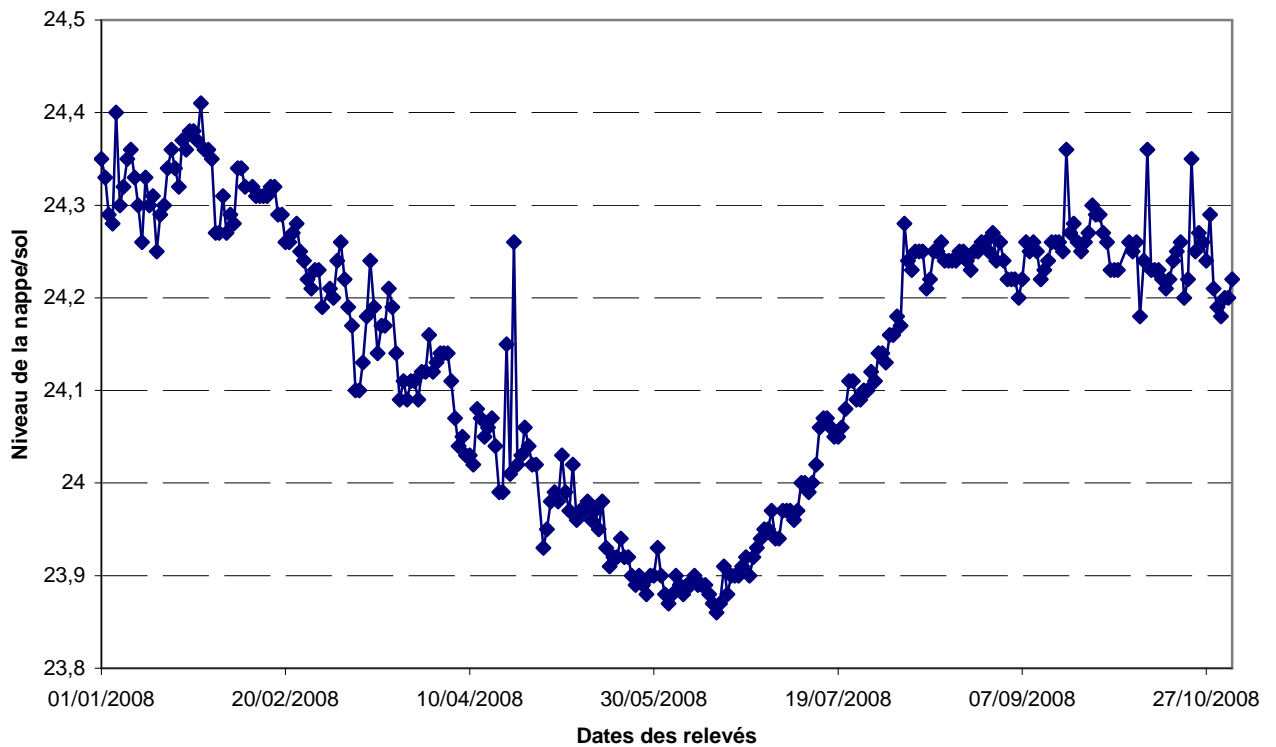


Figure 3: Chroniques de la nappe de Lutétien et de l'Yprésien

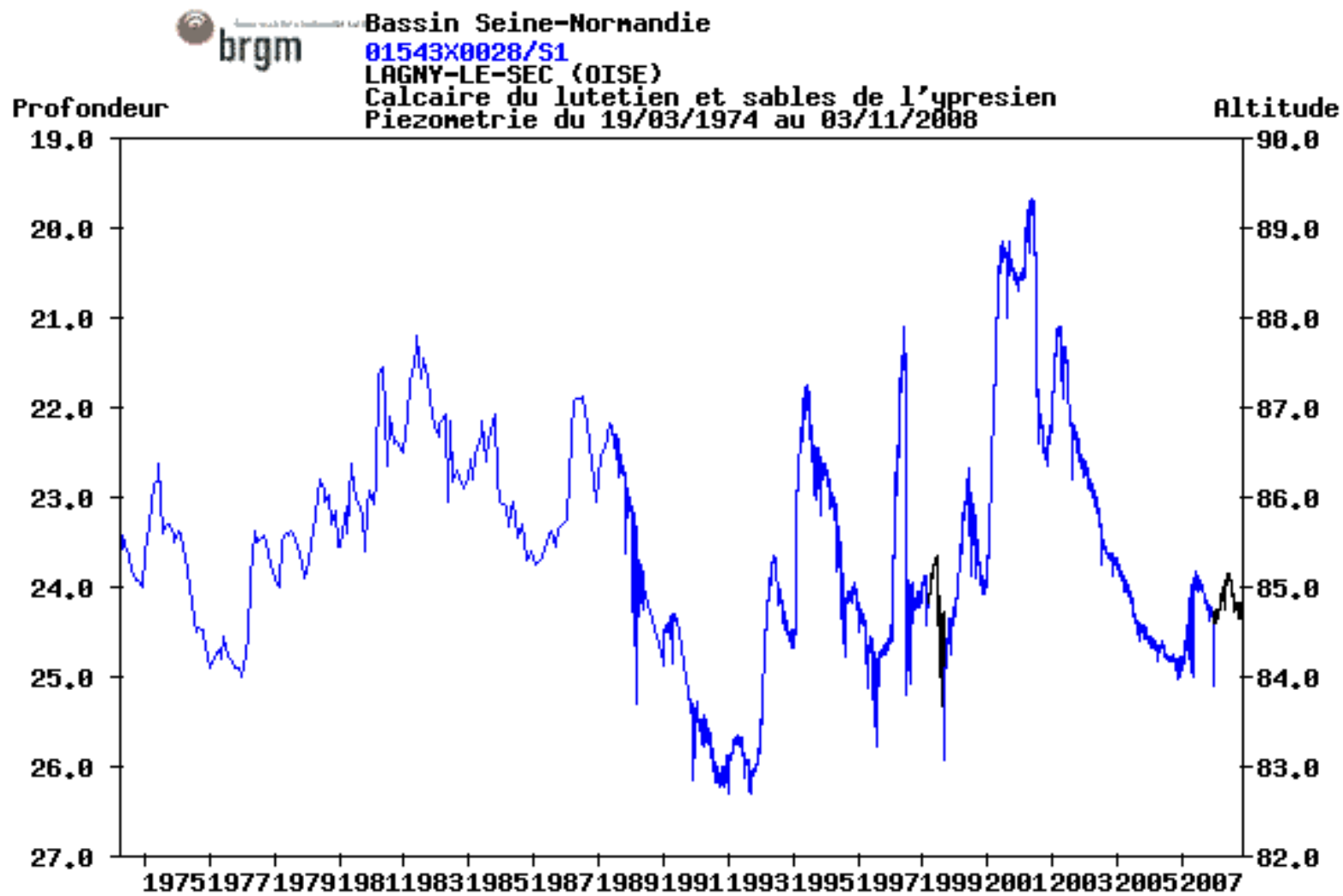


Tableau 10: Fluctuations de la nappe au droit du piézomètre de Lagny-le-Sec

Etat de la nappe	Niveau de la nappe m/ sol	Niveau de la nappe en m NGF	Variation du niveau de nappe en m par rapport niveau statique actuel	Dates mesures
Niveau statique actuel	24,22	84,78	-	03/11/2008
Plus Hautes Eaux (mesurées sur 34 ans)	19,68	89,32	+ 4,54	10/05/2002
Plus Basses Eaux (mesurées sur 34 ans)	26,32	82,68	- 2,10	07/10/1993

Source SANDRE

IV.2.3.2.2 Suivi au niveau du captage de Le Thillay

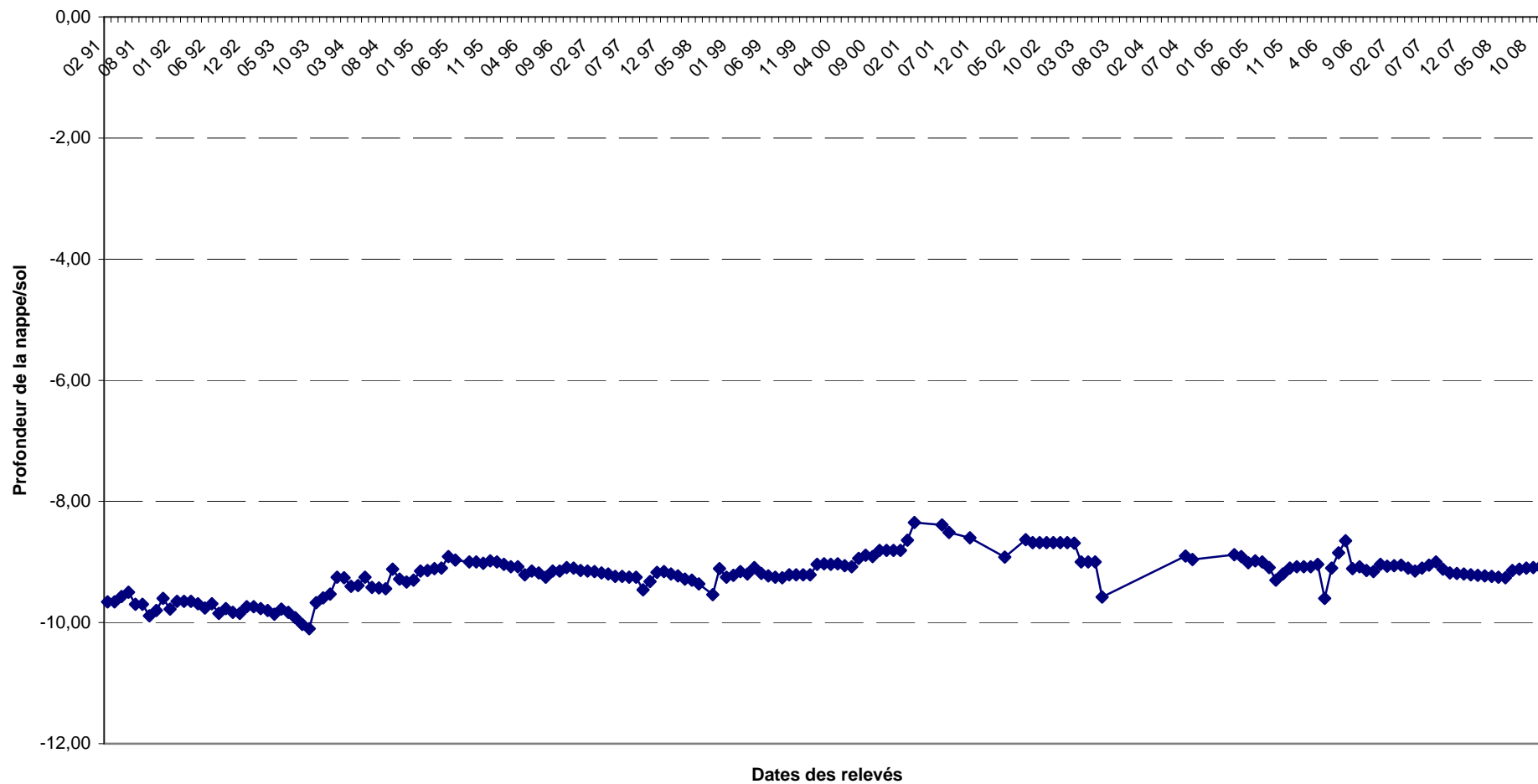
Les fluctuations au droit du captage ont pu être appréhendées grâce au suivi du niveau statique par l'exploitant.

Tableau 11: Fluctuations de la nappe au droit du captage de Le Thillay

Etat de la nappe	Niveau de la nappe m/ sol	Variation du niveau de nappe en m par rapport au NS foration
Niveau statique lors de la foration	8,99	-
Plus Hautes Eaux (mesurées sur 17 ans)	8,35	+ 0,64
Plus Basses Eaux (mesurées sur 17 ans)	10,10	- 1,11

Les fluctuations entre Hautes Eaux et Basses Eaux de 1991 à 2008 au droit du forage sont de l'ordre du mètre (Tableau 11, Figure 4).

Figure 4: Variation de la nappe au droit du forage de la commune de Le Thillay



IV.2.3.3 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 de l'étude du Lot 1 ainsi que sur des ouvrages recensés dans le secteur et captant le même aquifère. Le sens d'écoulement varie selon la position des ouvrages en fonction de l'axe de drainage ou de la présence d'une crête piézométrique.

En ce qui concerne le sens d'écoulement au niveau du forage de Le Thillay, il s'effectue du Nord-Est vers le Sud-Ouest avec un gradient hydraulique de l'ordre de 0,3%.

L'analyse des données a permis de déterminer une transmissivité comprise dans le secteur entre 4.10^{-3} m²/s et 9.10^{-3} m²/s. Dans le secteur de Le Thillay, la transmissivité est de $7,1.10^{-3}$ m²/s et la perméabilité de $1,1.10^{-4}$ m/s.

Le coefficient d'emmagasinement a été mesuré dans le secteur de Vémars à 0,04 lors d'un suivi de pompage sur un forage de reconnaissance (Orme du Geai) situé environ à 340 mètres au Sud du captage AEP de Vémars.

Dans le secteur du captage Maurice BERTEAUX situé sur la commune de Le Thillay un traçage a été réalisé afin d'appréhender certaines caractéristiques hydrodynamiques. Les mesures de traçage ont été effectuées sur un ouvrage ne captant que le Lutétien. Le traceur choisi est l'Uranine, traceur fluorescent peu adsorbable. Le traçage a été effectué au cours d'un pompage continu afin de créer des conditions d'écoulement convergent vers le forage. Ce traçage a permis de mettre en évidence l'existence d'écoulements différents au sein des Calcaires du Lutétien. Il existe un transit rapide dans des voies à porosité cinématique élevée correspondant probablement à une zone karstifiée. Une porosité cinématique de 0,084 a été mesurée sur le secteur. Le traçage a montré une zone assez hétérogène (existence d'une traîne marquée de traceur), les valeurs mesurées doivent donc être prises avec précaution.

Le captage sollicite à la fois les Calcaires du Lutétien et les Sables de L'Yprésien. En l'absence de données issues d'essais sur les captages, les valeurs de la porosité efficace moyenne issue des « Principes et Méthodes de l'Hydrogéologie » de CASTANY (réf n14), définissent une valeur de porosité efficace ω compris entre 2 et 5% qui correspond à une porosité de sables très fins et de calcaires fissurés.

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

	Secteur Goussainville-Thillay	
K (m/s)	$6,5 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
i (%)	0,3	
ω (%)	5	
U (mm/h)	14	32
ω (%)	2	
U (mm/h)	35	81

Selon les paramètres retenus, la vitesse effective est comprise entre 35 et 81 mm/h, témoin d'un écoulement lent de la nappe.

La différence de perméabilité verticale entre les formations du Lutétien (perméabilité de fissure) et du Cuisien (perméabilité d'interstices) induit des écoulements plus rapides au niveau des Calcaires.

IV.2.4 Détermination des zones d'influence, d'appel et de la zone d'alimentation

(réf n15)

IV.2.4.1 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 suivant résume les caractéristiques retenues pour le calcul du rayon d'influence fictif du captage.

Tableau 13: Récapitulatif des caractéristiques et rayon d'influence du pompage- Débit DUP

Forage	Transmissivité retenue (m ² /s)	Coefficient d'emmagasinement retenu	Temps de pompage (h)	Rayon d'influence (m)
Le Thillay	7,1. 10 ⁻³	0,04	24	186

IV.2.4.2 Zone d'appel et isochrones

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 qui se prolonge en amont jusqu'à la limite du système. La zone d'appel a une importance considérable liée au fait que les polluants introduits dans cette zone sont susceptibles d'atteindre le puits de pompage.

La largeur du front d'appel B est égale à :

$$B = \frac{Q}{Kbi}$$

Avec Q : débit d'exploitation en m³/s

K : perméabilité en m/s

b : épaisseur de l'aquifère en m

i : gradient en %

Le rayon d'appel en aval hydraulique x₀ :

$$x_0 = \frac{Q}{2\pi \cdot K \cdot b \cdot i}$$

Avec Q : débit d'exploitation (m³/s)

K : perméabilité en m/s

b : épaisseur de l'aquifère en m

i : gradient en %

La largeur du front d'appel B' à hauteur du captage :

$$B' = \frac{B}{2}$$

L'extension de la zone d'appel diffère selon le débit d'exploitation et le temps de pompage.

Tableau 14: Récapitulatif de la zone d'appel pour le captage-débit DUP

Forage	Q DUP (m ³ /h)	K (m/s)	b (m)	i	B (m)	B' (m)	x ₀ (m)
Le Thillay	100	1,1.10 ⁻⁴	66	0,003	1 304	652	208

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) est définie par la formule de Wyssling en tenant compte de la zone d'appel et des caractéristiques de l'écoulement de la nappe (Figure 5) :

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

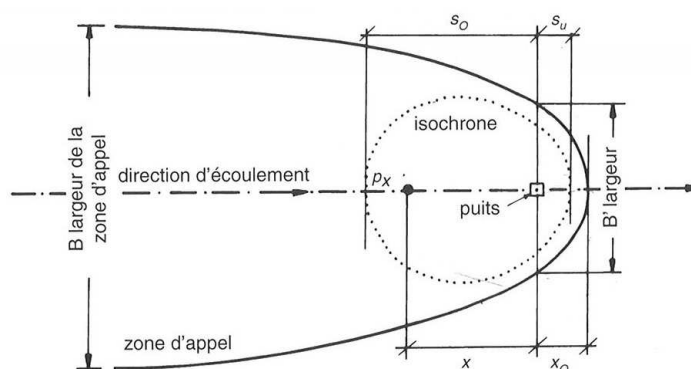
$$\text{et } l = U \cdot t$$

- Avec U : vitesse effective en m/s
 t : temps souhaité ici 50 jours/100 jours
 x₀ : rayon d'appel en m

S₀ correspond à la distance en amont du captage depuis le puits jusqu'à la distance correspondant au temps t souhaité en mètres.

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 5: Détermination des isochrones



NB : La valeur de S₀ est la valeur indiquée dans la table Bassin d'alimentation (MapInfo)

Le tableau suivant résume les caractéristiques des isochrones pour le captage.

Tableau 15: Récapitulatif des résultats des isochrones 50 jours/100 jours-exploitation 2008

Forage	x_0	jours	Porosité efficace	S_0	S_u
Le Thillay	166	100	0,02	320	181
		50		208	140
		50	0,05	122	95
			0,08	94	77

Sur les annexes de 18 et 19, les isochrones calculées avec la porosité efficace la plus faible ont été dessinées car elles donnent les distances les plus grandes.

IV.2.4.3 Bassin d'alimentation

Le bassin d'alimentation du captage (BAC) correspond à la zone qui alimente le captage. Le bassin d'alimentation a été défini d'après la carte piézométrique. Les délimitations de ce bassin peut plus ou moins évoluer selon les fluctuations de la piézométrie et les variations des crêtes piézométriques. Une extension ou une diminution de l'aire peut être possible selon la prise en compte des Hautes-Eaux ou des Basses Eaux.

L'éloignement du captage de Le Thillay par rapport à la crête piézométrique, donne un bassin d'alimentation étendu.

IV.2.5 Exploitation

IV.2.5.1 Inventaire des points d'eau

Un inventaire des ouvrages (Annexe 20) a été réalisé à partir de la Base de données du Sous-Sol du BRGM, des études effectuées dans le secteur (*réf n3*), des données de l'Agence de l'Eau Seine Normandie 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 ; de ce fait, l'accent a été essentiellement mis sur les ouvrages situés à l'amont hydraulique des captages. Une carte y est associée (Annexe 20).

IV.2.5.1.1 Potentiel d'exploitation

Selon ANTEA et BURGEAP (*réf n4*), le bassin du Crould est un bassin fortement sollicité par les prélèvements anthropiques (55% de son alimentation en année moyenne, 111% en année sèche). A l'échelle du système, les forts prélèvements (environ 8 millions de m^3 /an) sont responsables d'un déstockage moyen de l'ordre d'un million de m^3 par an.

Toutefois, il faut distinguer la haute vallée du Crould, où les prélèvements actuels restent faibles et les ressources mobilisables importantes et la zone de Goussainville-Gonesse où la nappe est surexploitée. En raison de l'importante épaisseur mouillée de l'aquifère dans le secteur, des prélèvements supplémentaires restent pourtant envisageables.

Les débits potentiellement prélevables par ouvrage dans le secteur sont estimés à plus de 100 m³/h (*réf n4*) selon la zone considérée. La productivité des ouvrages de captage dépend exclusivement du contexte hydrogéologique notamment, de l'épaisseur mouillée de l'aquifère : plus elle est importante, plus le débit potentiellement prélevable augmente.

Dans le secteur de Goussainville-Gonesse-Le Thillay où l'épaisseur mouillée est la plus importante (environ 60 m), il serait potentiellement possible de prélever plus de 100 m³/h alors que dans le secteur de Vémars, plus au Nord, l'épaisseur est plus faible (compris entre 20 et 40 mètres), les potentialités de prélèvements s'établiraient entre 50 et 100 m³/h.

IV.2.5.1.2 Estimation du bilan hydrogéologique

Le bilan hydrogéologique 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 ».

Un bilan est mathématiquement à l'équilibre lorsque la somme des entrées et des sorties s'annule.

Le non-équilibre du bilan peut traduire plusieurs aspects :

- une incertitude significative sur les différentes données prises en compte ;
- un déficit hydrogéologique du bassin ou au contraire une recharge de la nappe ;
- une définition du bassin qui ne reflète pas exactement sa réalité hydrogéologique et son extension.

La principale alimentation en eau du bassin est constituée par les pluies efficaces, c'est-à-dire la fraction de pluie qui s'infiltré dans le sous-sol. La pluie efficace a été calculée pour chaque mois puis pour l'année 2006 grâce aux données de la station météorologique de Roissy-en-France.

L'exutoire principal du bassin hydrologique (Annexe 21) est constitué par le cours d'eau du Crould et de ses sources dont on ne connaît pas le débit. Les prélèvements par forages pour les AEP, l'industrie ou l'agriculture sont autant d'eau extraite du bassin d'alimentation. Ces données de prélèvements pour l'année 2006 sur les bassins d'alimentation sont fournies par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et recoupées avec les informations données par les exploitants pour les forages de l'étude.

Un tel calcul de bilan est soumis à une marge d'erreur relativement importante (définition des pluies efficaces, exhaustivité des données concernant les prélèvements). Cependant elle est difficile à estimer précisément. Jusqu'à 30%, le bilan est admis comme correct.

Tableau 16: Calcul du bilan hydrologique 2006 du bassin du Crould

Entrées		Sorties	
Pluie efficace soit (en ratio spécifique)	241 mm 7,65 l.s ⁻¹ .km ⁻²	Prélèvements AEP soit :	4 974 514m ³ 157,74 l/s
Surface du bassin défini (carte)	143 km ²	Autres prélèvements soit	1 400 382 m ³ 44 l/s
Débit d'entrée	1 094 l/s	Débit de sortie	202 l/s
Bilan			
Débit entrée – débit sortie		892,03 l/s	

Le bilan montre un large déséquilibre en faveur des entrées. Nous ne pouvons rien tirer de ce calcul.

Le calcul des pluies efficaces est réalisé à la station de Roissy, seule station disposant des données nécessaires sur le Crould ; cependant les précipitations efficaces sont variables à l'échelle du bassin.

Tableau 17: Estimation du bilan hydrologique du bassin du Crould-année sèche

Entrées		Sorties	
Pluie efficace soit (en ratio spécifique)	63,5 mm 2,01 l.s ⁻¹ .km ⁻²	Prélèvements AEP soit :	4 974 514 m ³ 157,74 l/s
Surface du bassin défini (carte)	143 km ²	Autres prélèvements soit	1 400 382 m ³ 44 l/s
Débit d'entrée	288 l/s	Débit de sortie	202 l/s
Bilan			
Débit entrée – débit sortie		88 l/s	

Une estimation a été faite sur l'année sèche, en considérant les mêmes prélèvements qu'en 2006, année humide. La différence entre les entrées et les sorties est de 30%. En augmentant les prélèvements, le bilan peut vite s'inverser.

Par ailleurs, les prélèvements sont surtout localisés au niveau de la basse-vallée du Crould (Goussainville-Gonesse-Roissy) secteur fortement urbanisée contrairement à la haute-vallée Villeron-Vémars secteur plus agricole.

V Qualité des eaux

La surveillance de la qualité des eaux potables dans le cadre du contrôle sanitaire est exercée par la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS). Les prélèvements d'eau, réalisés par le Service Santé-Environnement de la DDASS et le Centre de Recherche d'Expertise et de Contrôle des Eaux de Paris (CRECEP) sont analysés par le Laboratoire CRECEP, agréé par le Ministère chargé de la Santé pour le contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine.

Certaines analyses ont été réalisées par le Laboratoire de Rouen, pour le compte de l'Agence de l'Eau, relatif à un suivi de la qualité des eaux sur un réseau de captage sur le bassin Seine Normandie, d'autres ont été réalisées par l'exploitant lui-même.

V.1 Qualité de l'eau brute

Deux analyses ont été effectuées en novembre 2007 et novembre 2008. Ces analyses sont annexées au rapport (Annexe 22).

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

Tableau 18: Minéralisation de l'eau issue du forage de Le Thillay

Paramètres	Unité	Concentration Analyse 2007	Limite de qualité de l'eau brute
Chlorure	mg/l	48,0	200
Sulfates	mg/l	119,0	250
Calcium	mg/l	176,0	
Potassium	mg/l	2,4	
Magnésium	mg/l	24,0	
Sodium	mg/l	15,0	200
Aluminium	µg/l	<10	200
Bore	mg/l	<0,05	< 1
Fluorure	mg/l	0,41	1,5
Nitrate	mg/l	34	50

NB : Les limites de qualité sont issus 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

Tableau 19: Analyses métaux de Novembre 2008

Paramètres	Unité	Concentration	Limite de qualité des eaux brutes
Mercure	µg/l	< 0,2	1
Chrome total	µg/l	<1	50
Fer total	µg/l	11,4	200
Plomb	µg/l	<1	25
Zinc	µg/l	4,5	500
Cuivre	µg/l	1,57	2000
Baryum	µg/l	90,2	700

Le TAC moyen est de 35°F. Cette eau est qualifiée de dure. 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 contrepartie l'eau dure peut poser des problèmes d'entartrage des canalisations d'eau chaude.

La teneur en oxygène dissous est de 6,0 mg/l, traduisant le caractère libre au droit du captage du Thillay.

L'eau est de bonne qualité physico-chimique, de type bicarbonaté calcique sulfatée, et peu magnésienne, très minéralisée.

Tableau 20: Caractéristiques générales de l'eau issue du forage de Le Thillay

Paramètres	Unité	Mesures
Turbidité	NFU	0,16
pH	Unité pH	7,3
Conductivité	µS/cm	874

En 2007-2008, l'eau issue de ces captages est de très bonne qualité bactériologique et est conforme aux limites de qualité réglementaire fixées pour les paramètres physico-chimiques. Des analyses complémentaires ont été réalisées concernant notamment les Coliformes, l'odeur, la saveur... Ces analyses sont conformes à la réglementation.

Une analyse des paramètres indicateurs de radioactivité a été effectuée en 2007. L'eau brute est conforme aux normes en vigueur.

V.2 Caractéristiques spécifiques

V.2.1 Nitrates

La concentration des nitrates fluctue rapidement et de façon importante depuis 18 ans (Figure 6). En Mars 2001, les analyses ont révélé des teneurs atteignant puis dépassant le seuil réglementaire. La Compagnie des Eaux a analysé l'origine du problème dans un rapport de synthèse daté de Mai 2001.

Ce forage exploite deux aquifères : le Calcaire du Lutétien et les Sables de l'Yprésien. L'aquifère du Lutétien est situé dans le secteur à faible profondeur. Il est vulnérable aux pollutions d'origine superficielle et sensible aux variations en teneur en nitrates. Des mesures au micro-moulinet ont été effectuées à trois débits différents afin de déterminer la part des deux nappes dans l'eau pompée. Ces essais ont montré que l'eau captée provient essentiellement des couches superficielles de l'aquifère du Lutétien, origine des apports en nitrates. En ce qui concerne la source de pollution elle-même, l'hypothèse qui a été retenue est la suivante : au Nord du captage se trouve une zone agricole où les fortes précipitations de l'automne/hiver 2001/2002 ont entraîné un lessivage important des nitrates issus des parcelles agricoles. Cette eau chargée a percolé à travers les sables de Beauchamp et atteint le Lutétien.

V.2.2 Phytosanitaires

Les mesures ont été effectuées à la fois sur des échantillons d'eau brute, d'eau traitée et d'eau chlorée (Figure 7). L'Atrazine et son métabolite le Déséthylatrazine sont présents en quantité relativement importante. A partir de 2002, il existe des dépassements de la teneur maximale autorisée (0,1 µg/l). La DDASS (rapport synthèse 2002) classe le secteur de la commune de Le Thillay en zone de dépassement ponctuel. A partir de 2003, l'Atrazine est interdite d'utilisation, la teneur de son métabolite tend, de ce fait, à diminuer au cours des années suivantes et repasse sous la teneur maximale autorisée. Ces dépassements ponctuels sont dus à l'absence de couche protectrice imperméable au-dessus de l'aquifère Lutétien-Yprésien dans ce secteur de Le Thillay et à la présence en amont hydraulique d'une zone agricole.

V.2.3 Cyanures

Un suivi de la teneur en cyanures a été effectué sur le forage depuis 1990 (entre 1990 et 1994, trois mesures) jusqu'à nos jours (Figure 8). En 1996, une pollution est survenue sur la commune de Louvre, située en amont hydraulique. Suite à cette pollution les forages de Pré-la Motte et Siphon ont été fermés pour cause de teneur en cyanures importantes.

Dès 1996 et jusqu'en 2000 inclus, au moins deux analyses par mois sont effectuées. A partir de 2001, les analyses sont moins fréquentes.

Depuis 1996, les analyses mettent en évidence la présence de cyanures dans l'eau du forage de façon régulière mais les valeurs sont inférieures à la limite de qualité (50 µg/l), compris entre 5 et 20 µg/l.

Une analyse sur la pollution aux cyanures mise à jour sur la commune de Louvres sera réalisée dans le volet 2 de cette étude, relatif à l'étude environnementale. Il sera présenté l'historique, les dispositifs mis en place et leur localisation ainsi que les résultats connus de la dépollution.

La présence régulière de nitrates, de phytosanitaires et de cyanures est liée à l'absence d'une couche protectrice mais également à la faible épaisseur de la zone non saturée ; le forage est soumis aux pollutions accidentelles ou diffuses anthropiques ayant lieu dans sa zone d'alimentation.

Figure 6: Evolution des nitrates au droit du forage « Berteaux »

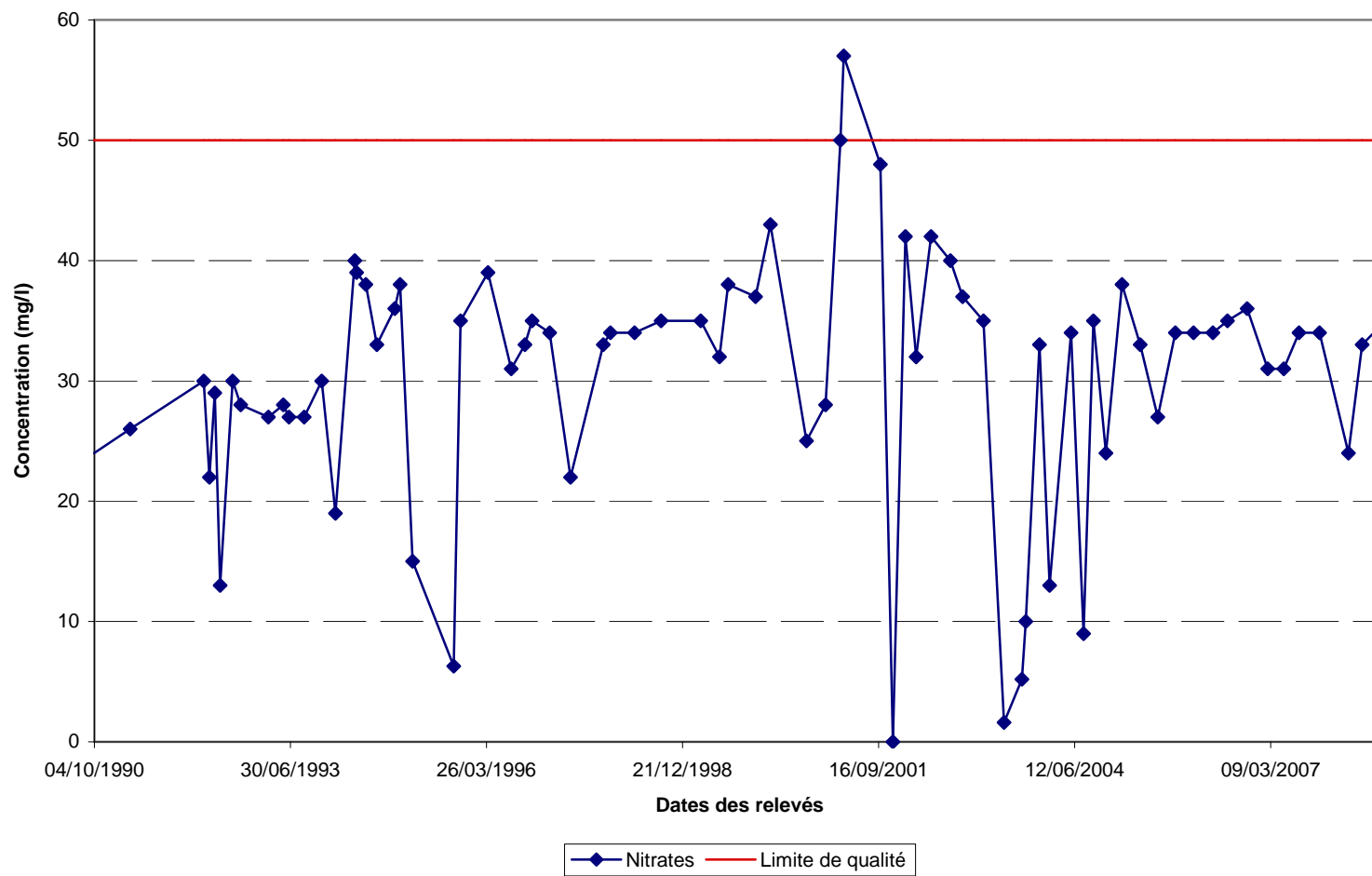


Figure 7: Evolution de l'Atrazine et de son métabolite au droit du forage « Berteaux »

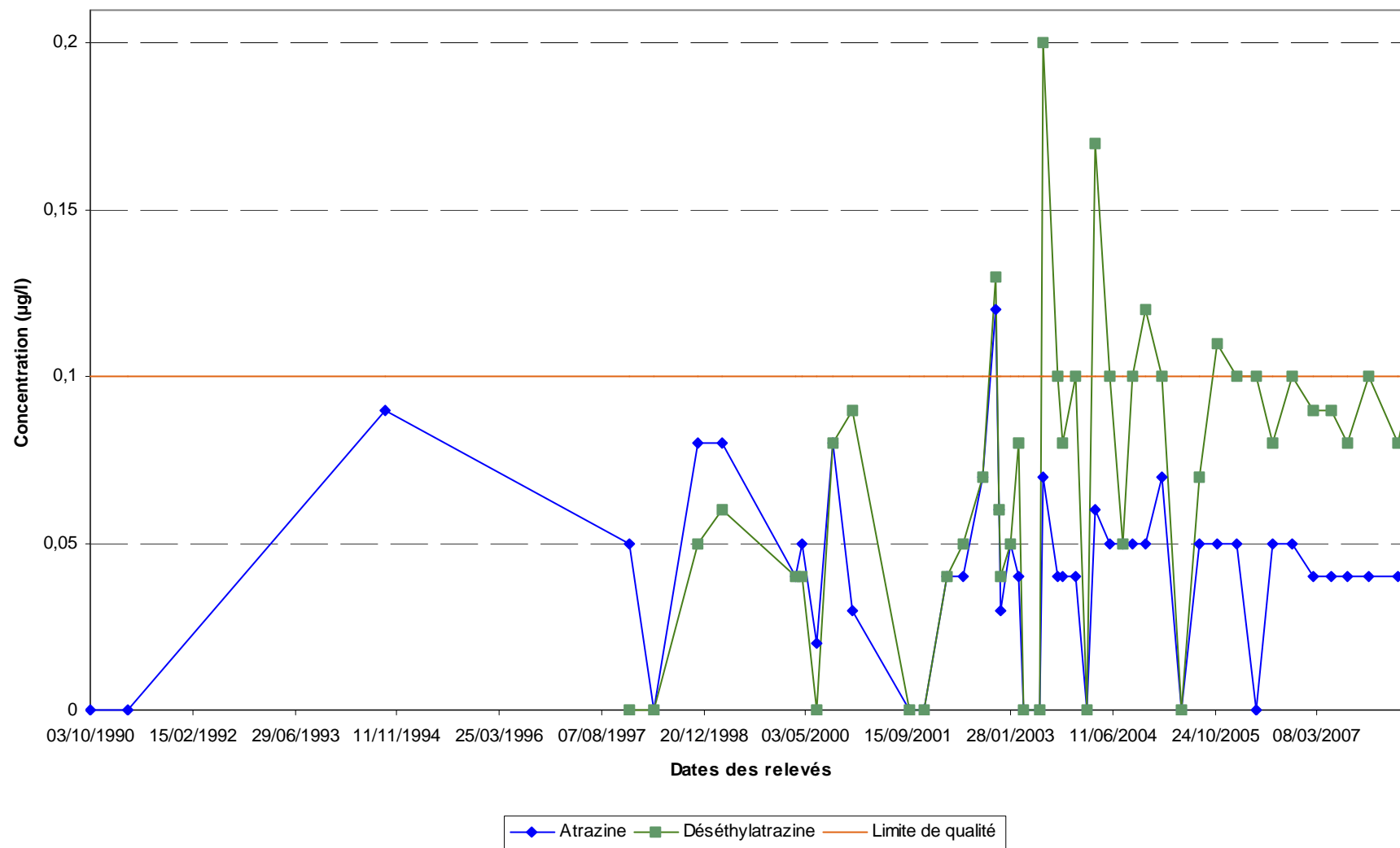
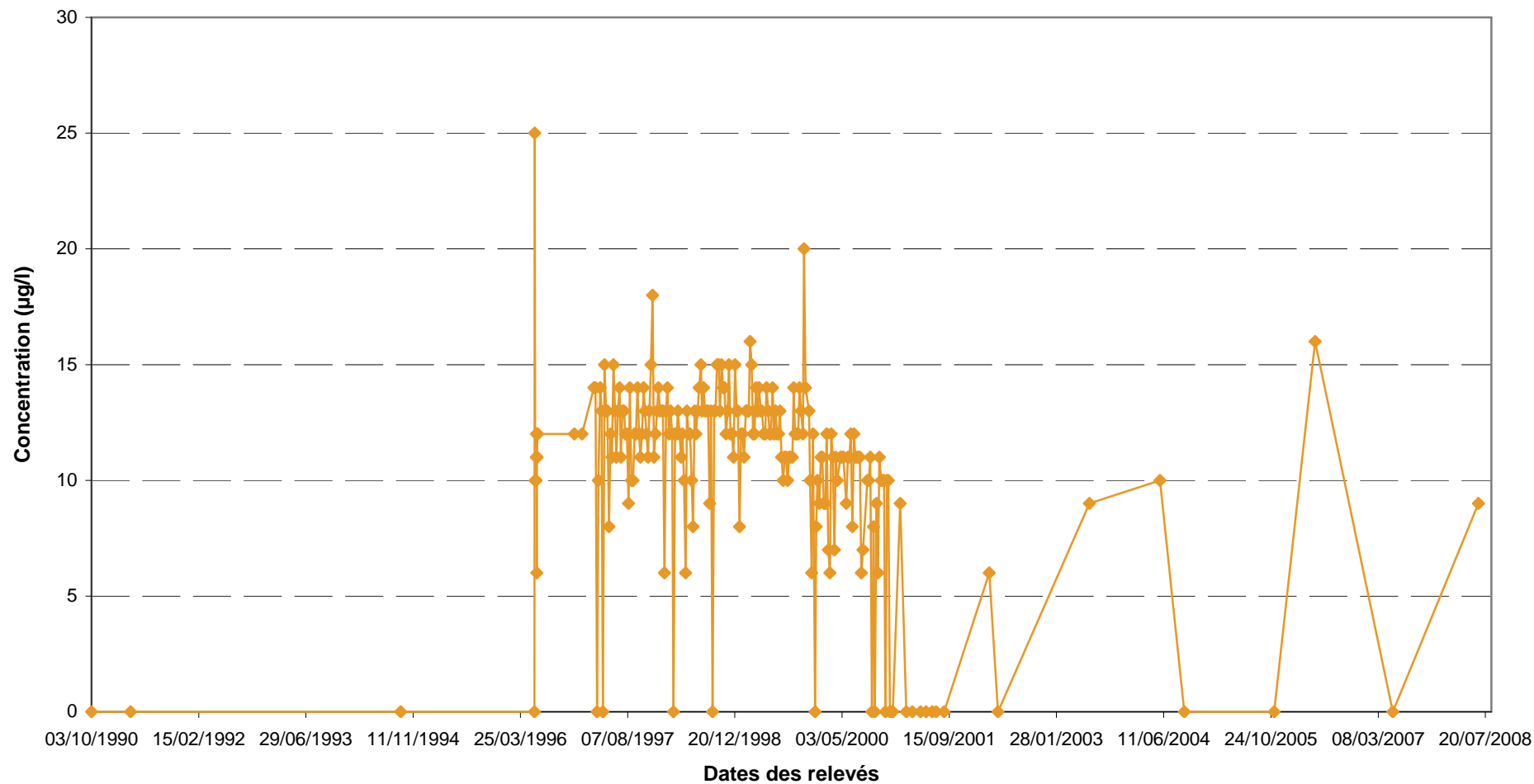


Figure 8: Evolution du cyanure sur le forage « Berteaux »



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.1.1 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.1.2 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 21: 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.2 Qualité de l'eau distribuée


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 lié au pH majoritairement compris entre 7,05 et 7,12 avec un TAC de l'ordre de 33°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 22: Solubilité théorique du plomb (en µg/l) à 25 °C en fonction du pH et du TAC de l'eau (Modèle de Schock)-

		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 le captage étudié

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 21 µg/l et inférieure à 22,5 µg/l peut être obtenue pour des canalisations en plomb.

CEG a engagé des travaux afin de réduire le risque de dissolution du plomb dans l'eau ; à cet effet, un plan de remplacement des branchements en plombs a été mis en place de l'ordre de 75 branchements par an.

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 23: Vulnérabilité au droit du captage

Forage	Maurice Berteaux
Zone non saturée (épaisseur)	8,99 m
Formations sus-jacentes	-
Atouts et points faibles au regard de la vulnérabilité de la ressource	Aucune couverture protectrice ZNS faible

La nappe au droit du captage est protégée par aucune formation superficielle. La nappe est très vulnérable aux différentes pollutions potentielles pouvant provenir de son amont hydraulique.

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.

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 RN117 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 l'étude du lot 5 ;
- un bassin Nord-Est : Vémars, Saint-Witz ;
- un bassin Sud : Goussainville, Arnouville, Thillay, objet de ce présent rapport.

VIII.2 Bassin Sud

Le secteur Sud comprend les captages de Goussainville, Arnouville et Le Thillay.

La nappe est libre et est drainée vers le Sud depuis les secteurs de Mareil-en-France et Villeron. L'écoulement se fait du Nord-Est vers le Sud-Ouest dans le secteur de Le Thillay avec un gradient de 0,3 %.

L'eau est de bonne qualité physico-chimique, de type bicarbonaté calcique sulfatée, et peu magnésienne, très minéralisée. De part l'absence d'une couche protectrice et de la faible épaisseur de la zone non saturée, le forage est régulièrement touché par des teneurs en nitrates importantes mais également par des phytosanitaires.

En outre, le forage est situé en aval hydraulique de la commune de Louvres. Celle-ci fut l'objet en 1996 d'une importante pollution en cyanures. Le forage « Pré la Motte » situé dans la vallée du Crould au Nord du forage et le forage « Le Siphon » situé à 400 mètres à l'Ouest environ du forage ont été touchés par cette pollution et ont été fermés. Sur le forage « Maurice Berteaux » la teneur en cyanure est régulière depuis 1996 et inférieure à 20 µg/l. Une synthèse sera réalisée sur la pollution aux cyanures sur la commune de Louvres lors du volet environnementale de l'étude.

Le forage « Maurice Berteaux » est localisé à proximité d'une zone industrielle située en aval hydraulique. Une synthèse sera effectuée sur la société CHIMEX, ICPE à autorisation.

Le bassin d'alimentation du captage de Le Thillay est étendu et étiré du fait de son éloignement des crêtes piézométriques. Sa définition 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 du bassin d'alimentation. Ces évolutions ne peuvent être décrites avec précision mais devraient rester peu significatives au regard des bassins et des fluctuations piézométriques connues.

Le périmètre proposé d'investigation pour la phase environnementale est représenté en Annexe 23. Dans le cadre de la protection du captage, la zone d'investigation est élargie par rapport au bassin d'alimentation établi afin de prendre en compte les diverses activités et englobe le site de dépôt d'hydrocarbures localisé à Chennevières-les-louvres.