

Pièce n°4 - Etude technique préalable



SOGETI
INGENIERIE



ARCHAMBAULT CONSEIL

**SYNDICAT MIXTE D'ALIMENTATION EN EAU
POTABLE ET D'ASSAINISSEMENT (SMAEPA)
DE LA REGION DE SIERVILLE**

20, route de Renfeugères
76 690 SIERVILLE

**Procédure d'établissement des périmètres
de protection du captage AEP S3
De Clères (00775X0105)**

**Etude hydrogéologique et d'environnement préalable
à l'établissement des périmètres de protection**

**Délimitation de l'AAC et proposition de méthodologie
pour la vulnérabilité intrinsèque**

**CNT02593-R1-V2
Décembre 2016**

ETUDES ET EXPERTISES : EAU & ENVIRONNEMENT

SIEGE & AGENCE SUD EST : ZA du Charpenay - 16 rue de l'Aqueduc - 69210 LENTILLY - Tél : 04 78 48 83 83 - Fax : 04 72 38 03 56
AGENCE NORD EST IDF : 3 av. du Général Gallieni - 92000 Nanterre - Tél : 01 55 90 16 68 - Fax : 04 72 38 03 56
AGENCE CENTRE OUEST : 175 rue Morandièrre - 37260 Monts - Tél : 02 47 26 98 31 - Fax : 04 72 38 03 56
ARCHAMBAULT CONSEIL - SAS Capital 500 000 € - SIRET 32875112800054 - APE 7112B

www.archambault-conseil.fr

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| AVANT PROPOS..... | 7 |
| 1 RENSEIGNEMENTS GENERAUX SUR LE CAPTAGE..... | 8 |
| 1.1 Informations générales sur le captage..... | 8 |
| 1.2 Caractéristiques du forage S3..... | 9 |
| 1.2.1 Coupe géologique..... | 9 |
| 1.2.2 Coupe technique..... | 10 |
| 1.3 État actuel de l'ouvrage..... | 10 |
| 2 EXPLOITATION ET DISTRIBUTION..... | 11 |
| 2.1 Le réseau AEP de la collectivité..... | 11 |
| 2.1.1 Origine de l'eau..... | 11 |
| 2.1.2 Le réseau..... | 11 |
| 2.1.3 Capacité de stockage..... | 11 |
| 2.1.4 Sécurisation contre l'intrusion..... | 12 |
| 2.2 Les besoins de la collectivité..... | 12 |
| 2.2.1 Démographie..... | 12 |
| 2.2.2 Volumes et rendements actuels..... | 13 |
| 2.2.3 Évaluation des besoins futurs du SMAEPA..... | 16 |
| 2.3 Volumes demandés pour la DUP..... | 19 |
| 3 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE..... | 20 |
| 4 CONTEXTE GEOLOGIQUE..... | 22 |
| 4.1 Contexte lithostratigraphique..... | 22 |
| 4.2 Contexte structural..... | 23 |
| 4.3 Cadre pédologique..... | 24 |
| 5 CONTEXTE CLIMATIQUE..... | 24 |
| 5.1 Précipitations..... | 24 |
| 5.2 Bilan Hydrique..... | 25 |
| 6 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE..... | 27 |
| 6.1 Cadre hydrogéologique général..... | 27 |
| 6.2 Piézométrie et sens d'écoulement..... | 28 |
| 6.2.1 Indicateurs piézométriques continus..... | 28 |
| 6.2.2 Surface piézométrique de la Craie à échelles régionale et locale..... | 29 |
| 7 QUALITE DE LA RESSOURCE..... | 30 |
| 7.1 Généralités..... | 30 |
| 7.2 Évolution de la qualité des eaux des captages AEP d'Anceaumeville..... | 30 |
| 7.3 Évolution de la qualité des eaux à l'échelle du secteur d'étude..... | 31 |

| | | |
|--------|---|----|
| 7.4 | Conclusion partielle | 32 |
| 8 | CADRE HYDROGEOLOGIQUE LOCAL..... | 33 |
| 8.1 | Caractéristiques de la nappe au droit du forage S3..... | 33 |
| 8.1.1 | Essais de 1997 | 33 |
| 8.1.1 | Essais de 2014 | 35 |
| 8.2 | Isochrones, zones d'appel et rayon d'action | 39 |
| 8.2.1 | Isochrones et zones d'appel..... | 39 |
| 8.2.2 | Cône de rabattement | 42 |
| 8.3 | Conclusion partielle | 43 |
| 8.4 | Vulnérabilité de la nappe mobilisée | 44 |
| 9 | DELIMITATION DE L'AIRE D'ALIMENTATION DE CAPTAGE | 45 |
| 9.1 | Méthodologie..... | 45 |
| 9.2 | Détermination de la PNAC | 45 |
| 9.2.1 | Limites structurales..... | 46 |
| 9.2.2 | Méthode hydrodynamique graphique..... | 46 |
| 9.2.3 | Traçage de la PNAC par couplage des méthodes | 47 |
| 9.3 | Extension de l'AAC..... | 47 |
| 9.3.1 | Identification des imports et des exports..... | 47 |
| 9.3.2 | Périmètres de protection..... | 49 |
| 9.3.3 | Tracé de l'AAC..... | 49 |
| 9.4 | Approche du bilan hydrologique | 49 |
| 10 | VUNERABILITE INTRINSEQUE DE LA NAPPE..... | 50 |
| 10.1 | Méthode DRASTIC..... | 51 |
| 10.2 | Méthode DISCO | 52 |
| 10.3 | Méthodologie RISKE..... | 53 |
| 10.4 | Définition des paramètres..... | 54 |
| 10.4.1 | Pluie efficace..... | 54 |
| 10.4.2 | Sol | 54 |
| 10.4.3 | Infiltration efficace | 55 |
| 10.4.4 | Epaisseur de la Zone Non Saturée | 56 |
| 10.4.5 | Perméabilité..... | 57 |
| 10.4.1 | Discontinuités, D..... | 57 |
| 10.4.2 | Roche..... | 58 |
| 10.4.3 | Karstification..... | 58 |
| 10.5 | Choix de la méthode..... | 59 |
| | CONCLUSION..... | 60 |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|-------------|---|----|
| Tableau 1. | Informations générales sur le captage du SMAEPA de la région de Sierville..... | 8 |
| Tableau 2. | Coupe lithologique du captage et interprétation | 9 |
| Tableau 3. | Evolution de la population entre 1968 et 2009 (Source INSEE) | 12 |
| Tableau 4. | Evolution de la variation de la population entre 1968 et 2009 (Source INSEE) | 13 |
| Tableau 5. | Détail des volumes (V.) consommés (en m ³) par commune du SIAEP en 2010 | 15 |
| Tableau 6. | Calcul des besoins actuels et futurs des communes du SMAEPA | 17 |
| Tableau 7. | Calcul des besoins futurs et actuels de pointe | 18 |
| Tableau 8. | Les formations géologiques du secteur d'étude | 22 |
| Tableau 9. | Types et caractéristiques des sols du secteur du captage de l'étude..... | 24 |
| Tableau 10. | Bilan hydrologique pour une RU de 50 mm..... | 25 |
| Tableau 11. | Bilan hydrologique pour une RU de 100 mm..... | 26 |
| Tableau 12. | Bilan hydrologique pour une RU de 150 mm..... | 26 |
| Tableau 13. | Bilan hydrologique pour une RU de 200mm..... | 27 |
| Tableau 14. | Caractéristiques de certains forages AEP du secteur d'étude | 31 |
| Tableau 15. | Résultats du pompage par paliers sur le forage S3 (ou M') après les opérations de développement | 34 |
| Tableau 16. | Résultats du pompage par paliers sur le forage S3..... | 36 |
| Tableau 17. | Paramètres hydrodynamiques de la nappe de la Craie au droit du captage S3 | 40 |
| Tableau 18. | Résultats avec la méthode de Wyssling | 41 |
| Tableau 19. | Paramètres permettant les calculs d'incidence du captage S3 de Clères..... | 42 |
| Tableau 20. | Synthèse des résultats de l'influence du forage S3 | 43 |
| Tableau 21. | Coupe lithologique du captage S3 et interprétation..... | 44 |
| Tableau 22. | Estimation de la surface d'alimentation théorique | 50 |
| Tableau 23. | Détail des classes de vulnérabilité..... | 51 |
| Tableau 24. | Critères pondérés proposés par le guide méthodologique..... | 51 |
| Tableau 25. | Classes de vulnérabilité pour le paramètre P..... | 54 |
| Tableau 26. | Classes de vulnérabilité pour le paramètre S..... | 55 |
| Tableau 27. | Classes de vulnérabilité pour le paramètre Sol/Protection | 55 |
| Tableau 28. | Classes de vulnérabilité pour le paramètre IDPR..... | 56 |
| Tableau 29. | Classes de vulnérabilité pour le paramètre ZNS..... | 56 |
| Tableau 30. | Classes de vulnérabilité pour le paramètre K..... | 57 |
| Tableau 31. | Caractérisation de l'aquifère selon les différents paramètres..... | 59 |



LISTE DES FIGURES

| | | |
|-----------|--|----|
| Figure 1. | Photo de l'ouvrage | 9 |
| Figure 2. | Evolution des volumes d'eau de 2001 à 2013 | 14 |
| Figure 3. | Profil des débits de la Clérette en 1971 | 21 |
| Figure 4. | Données du pompage simultané sur S2, S3 (M') et M2 (Document 7) | 35 |
| Figure 5. | Implantation des différents appareils de mesure lors des tests de juillet 2014 | 37 |
| Figure 6. | Critères pondérés proposés par le guide méthodologique (vulnérabilité intrinsèque) | 52 |
| Figure 7. | Critères pondérés proposés par le guide méthodologique | 53 |

LISTE DES ANNEXES

| | |
|------------|---|
| Annexe 1. | Localisation du captage et du SMAEPA sur fond topographique |
| Annexe 2. | Localisation du captage sur plan cadastral normalisé |
| Annexe 3. | Coupe lithologique et technique au droit du captage S3 |
| Annexe 4. | Rapport d'inspection endoscopique du forage S3 |
| Annexe 5. | Réseau d'alimentation (adduction et distribution), descriptif de l'installation du captage (station de pompage) |
| Annexe 6. | Localisation des jaugeages et profil des débits de la Clérette en juin 1971 |
| Annexe 7. | Extrait de la carte géologique de Saint-Saëns à 1/50 000 |
| Annexe 8. | Extrait du référentiel régional pédologique de Haute Normandie à 1/250 000 |
| Annexe 9. | Variations piézométriques de la nappe de la craie dans le forage de Clères (00771X0030) et de Fontaine-le-Bourg (00775X0099) |
| Annexe 10. | Piézométrie de la nappe de la craie d'après la carte hydrogéologique de Seine-Maritime (Document 1) |
| Annexe 11. | Carte piézométrique de la craie sur le secteur d'étude d'après le rapport Gaudriot (Document 2) |
| Annexe 12. | Isopièzes de la craie en hautes eaux 2001 et basses eaux 2006 d'après l'atlas hydrogéologique de Haute-Normandie 2011 (Document 3) |
| Annexe 13. | Inventaire des points d'eau environnant le captage S3 |
| Annexe 14. | Suivi qualité du forage S2 et de la source d'Anceameville et comparaison avec le niveau de la nappe de la craie dans le forage de Fontaine le Bourg |
| Annexe 15. | Suivi qualité des captages du secteur d'étude et comparaison avec le niveau de la nappe de la craie dans le forage de Fontaine le Bourg |
| Annexe 16. | Résultats de l'essai de pompage réalisé en 1997 |
| Annexe 17. | Résultats de l'essai de pompage réalisé en 2014 |
| Annexe 18. | Zone d'appel du captage |
| Annexe 19. | PNAC délimitée d'après la carte hydrogéologique de Seine Maritime (Document 3) |

- Annexe 20. PNAC délimitée d'après la carte du rapport Gaudriot (Document 4)
- Annexe 21. PNAC délimitée d'après les isopièzes de l'Atlas hydrogéologique régional de Haute Normandie (Document 5)
- Annexe 22. PNAC du captage S3 délimitée d'après la courbe enveloppe des PNAC liées aux différentes piézométries
- Annexe 23. Carte des bétoires et traçages sur la PNAC du captage S3 (Document 4 et Document 5)
- Annexe 24. AAC du captage S3

LISTE DES DOCUMENTS

- Document 1. Explore-E, Diagnostic du forage S3 (indice BRGM 0077-5X-0105), SIAEPA de la Région de Sierville, janvier 2015, réf. 76007-03
- Document 2. BRGM, Evaluation des ressources hydrauliques du bassin de la Clérette, année inconnue.
- Document 3. BRGM, Carte hydrogéologique du département de la Seine-Maritime, 1977
- Document 4. GAUDRIOT, Réalisation de traçages sur le bassin versant de la Clérette pour la protection du site de production d'eau potable de Launaye à Anceaumeville, SIAEP de la région de Sierville (76), Juillet 2001, réf. EN-40404
- Document 5. BRGM, Atlas hydrogéologique régional de Haute-Normandie, juin 2011, réf. BRGM/RP-59301-FR
- Document 6. ANTEA, Champ captant d'Anceaumeville – Clères, Contrôle de la qualité des eaux, Janvier 1999, réf. 15754
- Document 7. ANTEA, Reconnaissance du champ captant d'Anceaumerville-Clères, réalisation des forages M1 et M2, Compte rendu de travaux et pompages d'essai, Mai 1998, réf. A12859
- Document 8. BRGM, Délimitation des bassins d'alimentation des captages et de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses, RP-55874-Fr, septembre 2007

AVANT PROPOS

Le Syndicat Mixte d’Alimentation en Eau Potable et Assainissement (SMAEPA) de la région de Sierville assure l’alimentation en eau potable de 12 communes de Seine-Maritime. Certaines de ces communes ne sont alimentées que partiellement par le syndicat. Ce syndicat exploite 2 forages et entretient 90 km de réseau d’adduction d’eau potable et un réservoir.

Le premier forage se situe à Sierville au pied du réservoir, il est nommé S1. Le second est le captage de Launay, nommé S2, il se situe à Anceaumeville le long de la rivière « la Clérette ». Ces deux forages ont fait l’objet d’une procédure de Déclaration d’Utilité Publique qui s’est achevée en 2009.

Compte tenu de la vétusté du forage S1 et des problèmes d’ensablement qu’il connaît, le forage S2 fournit la grande majorité de la production en eau potable.

De ce fait, afin d’assurer la sécurité vis-à-vis de la ressource en eau potable, le SMAEPA a décidé d’entreprendre l’exploitation d’un forage réalisé par le SIAEP de Montville. Il s’agit du forage S3.

La mise en place des périmètres de protection de captage est une mesure imposée par les lois sur l’eau de 1964, 1992 et 2006 ainsi que par la loi de santé publique de 2004 (Loi 2004-806 du 9 août 2004 TITRE IV, Chapitre III). Cette procédure a pour but de protéger le captage des pollutions ponctuelles et accidentelles. Elle est à la charge des maîtres d’ouvrage des captages d’eau potable.

Le dossier technique préliminaire doit permettre de rassembler toutes les informations techniques concernant l’hydrogéologie et l’environnement du captage à protéger afin que l’hydrogéologue agréé puisse émettre un avis circonstancié sur l’étendue des périmètres de protection et les servitudes qui y sont rattachées.

Dans ce cadre, le Syndicat Mixte d’Alimentation en Eau Potable et Assainissement (SMAEPA) de la région de Sierville a confié à ARCHAMBAULT CONSEIL, la mission de réaliser ce dossier technique.

Ce dossier est décomposé en plusieurs parties :

1. l’étude hydrogéologique qui comprend une présentation du captage et de ses caractéristiques : la définition du contexte naturel (géologie, hydrogéologie) du secteur, ainsi que la qualité de la ressource, la délimitation de l’aire d’alimentation du captage et sa vulnérabilité intrinsèque.
2. l’évaluation des risques de pollution de ce captage. L’environnement immédiat sera décrit et un recensement des activités à risque sera établi dans un environnement rapproché à lointain.

Le présent rapport correspond à l’ensemble des phases citées précédemment.

1 RENSEIGNEMENTS GENERAUX SUR LE CAPTAGE

1.1 INFORMATIONS GENERALES SUR LE CAPTAGE

Le tableau ci-après présente les informations générales relatives au captage :

Tableau 1. Informations générales sur le captage du SMAEPA de la région de Sierville

| | |
|--|----------------------------------|
| Désignation : | |
| Département : | Seine Maritime |
| Commune : | Clères |
| Lieu-dit : | « Launaye » |
| Désignation courante : | Forage S3 |
| N° BRGM : | 00775X0105 |
| Localisation : | |
| Coordonnées Lambert 2 cartographique : | X = 509317 m ; Y = 2508725 m |
| Cote altimétrique au sol : | +60 m NGF (IGN) |
| Section - n° de parcelle : | C – n°249 |
| Propriétaire de la parcelle : | - |
| Gestionnaire : | Régie syndicale |
| Réalisation : | |
| Type d'ouvrage : | Puits AEP |
| Profondeur : | 24,00 m |
| Entrepreneur : | SADE |
| Réalisation : | 15/10 au 28/12/1997 |
| Maître d'œuvre : | SMAEPA de la région de Sierville |
| Suivi des travaux réalisé par : | Antea |
| Mode d'exécution des travaux : | Battage |
| Propriétaire du captage : | SMAEPA de la région de Sierville |

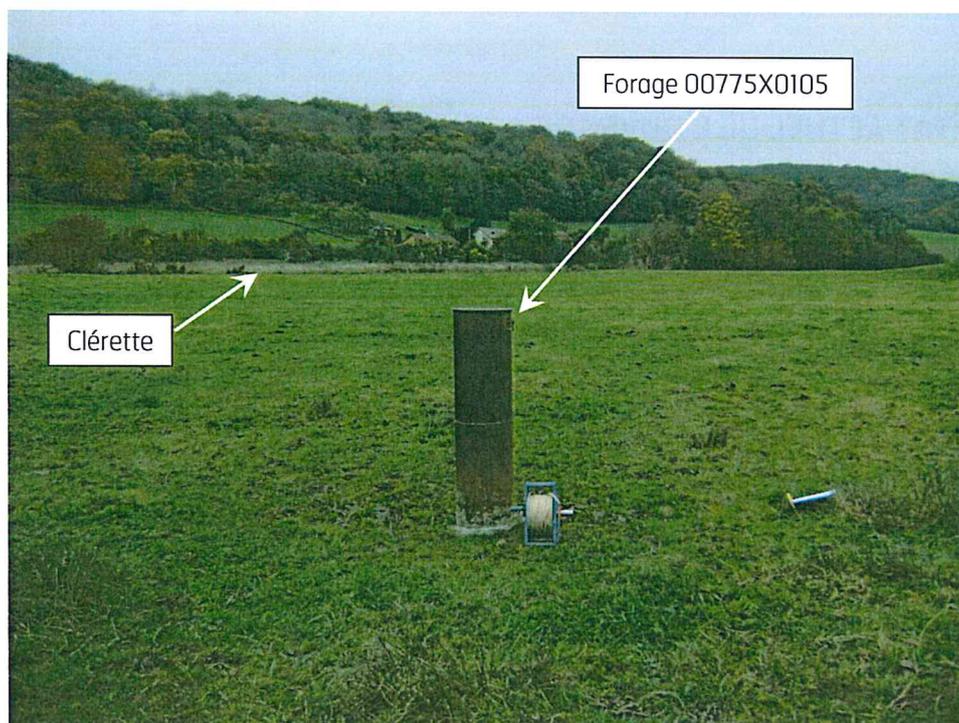
Le captage du SMAEPA de Sierville est situé à environ 150 m du forage S2, entre le lieu-dit du Launaye et le lieu-dit du Moulin de Tôt.

L'Annexe 1 localise le forage sur un extrait de plan topographique au 25 000^e. L'Annexe 2 situe le captage sur fond cadastral normalisé.

Description de la parcelle du captage

La parcelle sur laquelle se trouve le forage est située juste en amont de la parcelle du forage S2 clôturée par une grille. Elle est accessible depuis la route. Le forage est fermé d'une plaque en métal cadénassée.

Figure 1. Photo de l'ouvrage



L'environnement immédiat du forage est composé de parcelles de prairie extensive et du cours d'eau de la Clérette à l'ouest.

1.2 CARACTERISTIQUES DU FORAGE S3

1.2.1 COUPE GEOLOGIQUE

Le tableau ci-après présente la coupe lithologique définie au droit du captage d'après la BSS (cf. Annexe 3).

Tableau 2. Coupe lithologique du captage et interprétation

| Profondeur (m) | Epaisseur (m) | Lithologie | Interprétation géologique |
|----------------|---------------|---|---------------------------|
| 0 à 0,7 | 0,7 | Terre végétale et limon de fond de vallée | Quaternaire |
| 0,7 à 7,3 | 6,6 | Craie roulée à silex noir | Crétacé |
| 7,3 à 24 | 16,7 | Craie marneuse avec silex noirs | Crétacé |

1.2.2 COUPE TECHNIQUE

L'Annexe 3 présente aussi la coupe technique du captage issue de la BSS. Selon ce document, le puits a une profondeur de 24 m. Il est constitué tout d'abord d'un tube acier plein de +0,5 à -10 m/sol cimenté à l'extrados de 0 à -9,5 m/sol, avec un diamètre intérieur de 0,30 m, et se termine par un tube perforé de -10 à -23 m/sol ayant un diamètre intérieur de 0,30 m.

1.3 ÉTAT ACTUEL DE L'OUVRAGE

Le cabinet Explore-e a réalisé le diagnostic de l'ouvrage en juillet 2014, comprenant une inspection vidéo. Le compte rendu de cette dernière est disponible en Annexe 4 (Document 1).

L'inspection a montré que le tube acier en tête d'ouvrage est oxydé avec un effeuillement dans la zone de battement de la nappe (à partir de -1,10 m/repère). Le niveau statique est à -1,51 m/repère.

La partie pleine du tube acier immergée est plus ou moins gondolée par l'oxydation, avec des concrétions grisâtres jusqu'à la partie crépinée. Ces concrétions peuvent être plus ou moins volumineuses et sont plus accentuées sur certaines sections de tube.

La partie crépinée constituée de fentes oblongues a été observée de -10,95 à -23,41 m/repère (soit un comblement potentiel de 0,54 m par rapport à la création de l'ouvrage). Les crépines sont dégagées hormis dans la partie basse, où un colmatage lié à l'oxydation est observable.

L'inspection réalisée en pompage a permis d'observer des venues de turbidité avec de petits morceaux crayeux à partir de -22,10 m/ repère, jusqu'au fond de l'ouvrage. Ces dernières peuvent être dues à un développement insuffisant de l'ouvrage lors de sa création.

L'ouvrage ne présente pas de dégradation ni de défaut structurel apparent. Toutefois les observations permettent de suggérer un nettoyage de l'ouvrage avant sa mise en service, par brossage, air-lift et pompes de nettoyage.

2 EXPLOITATION ET DISTRIBUTION

2.1 LE RESEAU AEP DE LA COLLECTIVITE

2.1.1 ORIGINE DE L'EAU

Les ressources contribuant à l'alimentation du service de distribution en eau sont assurées par la station de pompage d'Anceaumeville alimentée par le forage S2, d'une capacité de production de 1200 m³/j et la station de Sierville, alimentée par le forage du Château d'Eau, d'une capacité de production de 75 m³/j. Le captage S3 n'est pas encore en service. Les 2 ouvrages exploités captent également la nappe de la craie.

2.1.2 LE RESEAU

Le tracé des conduites du réseau d'alimentation (adduction et distribution) ainsi que le descriptif de l'installation du captage (station de pompage et cuves) est disponible en Annexe 5.

Les captages alimentent les communes de Sierville, Goupillières, Anceaumeville, Fresquiennes, Le Bocasse, Butot, Sainte-Austreberthe (hameau de l'Enfer et du Pivard), Saint-Ouen-du-Breuil (hameau de Valmartin), Hugleville-en-Caux (hameau de Grosfy), Barentin (hameau du Catillon), Pavilly (hameau du Rougemont) et Clères.

La désinfection de l'eau du captage se fera par simple chloration (Chlore gazeux) au niveau de la station de pompage.

2.1.3 CAPACITE DE STOCKAGE

Le syndicat dispose d'un seul ouvrage de stockage sur la commune de Sierville. Le réservoir assure 3 fonctions principales :

- la mise en pression du réseau de distribution
- la régulation entre la production et la distribution
- la sécurité d'approvisionnement
- la défense incendie.

Le réservoir de Sierville a été construit en 1946. Il a une hauteur de 30 m et une capacité de 450 m³. Le diagnostic de l'ouvrage a permis de constater qu'il est en bon état général, aussi bien dans le génie civil que dans les appareils métalliques

2.1.4 SECURISATION CONTRE L'INTRUSION

Les captages actuels du syndicat ainsi que la station de pompage disposent tous d'alarmes anti-intrusion. Ce sera également le cas pour le forage S3.

2.2 LES BESOINS DE LA COLLECTIVITE

2.2.1 DEMOGRAPHIE

La population desservie par le captage du SMAEPA ne comprend pas la totalité de la population située sur les 12 communes adhérentes au SMAEPA pour l'eau potable. Il est à noter que pour certaines de ces communes, seule une partie de la population utilise l'eau produite par le SMAEPA.

A raison de 1 918 abonnements en 2013, la population desservie en eau potable par le SMAEPA est estimée à 5 754 (selon le rapport annuel 2013 du SMAEPA).

Les tableaux ci-après présentent l'évolution démographique des communes desservies par le SMAEPA de la région de Sierville entre 1968 et 2009 et la variation de la population sur cette même période.

Tableau 3. Evolution de la population entre 1968 et 2009 (Source INSEE)

| Lieu \ Année | 1968 | 1975 | 1982 | 1990 | 1999 | 2009 |
|----------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Anceaumeville | 350 | 367 | 521 | 566 | 716 | 689 |
| Barentin | 9 790 | 10 773 | 12 364 | 12 721 | 12 775 | 12 153 |
| Butot | 203 | 177 | 227 | 240 | 274 | 291 |
| Clères | 1 055 | 1 091 | 1 302 | 1 254 | 1 261 | 1 345 |
| Fresquiennes | 449 | 560 | 611 | 874 | 979 | 1 063 |
| Goupillières | 276 | 256 | 306 | 366 | 371 | 429 |
| Hugleville-en-Caux | 222 | 230 | 275 | 302 | 288 | 389 |
| Le Bocasse | 378 | 446 | 572 | 660 | 725 | 745 |
| Pavilly | 5 024 | 5 593 | 5 442 | 5 729 | 6 140 | 6 169 |
| Sierville | 442 | 485 | 687 | 817 | 859 | 939 |
| Sainte-Austreberthe | 416 | 545 | 453 | 521 | 583 | 588 |
| Saint-Ouen-du-Breuil | 362 | 377 | 582 | 645 | 686 | 760 |

Tableau 4. Evolution de la variation de la population entre 1968 et 2009 (Source INSEE)

| Année Lieu | 1968 à 1975 | 1975 à 1982 | 1982 à 1990 | 1990 à 1999 | 1999 à 2009 | Moyenne |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| Anceaumeville | 0,7 | 5,1 | 1 | 2,6 | -0,4 | 1,8 |
| Barentin | 1,4 | 2 | +0,4 | 0 | -0,5 | 0,58 |
| Le Bocasse | 2,4 | 3,6 | 1,8 | 1 | 0,3 | 1,82 |
| Butot | -1,9 | 3,6 | 0,7 | 1,5 | 0,6 | 0,9 |
| Cleres | 0,5 | 2,5 | -0,5 | 0,1 | 0,6 | 0,64 |
| Fresquiennes | 3,2 | 1,2 | 4,6 | 1,3 | 0,8 | 2,22 |
| Hugleville-en-Caux | 0,5 | 2,6 | 1,2 | -0,5 | 3,1 | 1,38 |
| Goupillières | -1,1 | 2,6 | 2,3 | 0,2 | 1,5 | 1,1 |
| Pavilly | 1,6 | -0,4 | 0,6 | 0,8 | 0 | 0,52 |
| Sainte-Austreberthe | 3,9 | -2,6 | 1,8 | 1,3 | 0,1 | 0,9 |
| Saint-Ouen-du-Breuil | 0,6 | 6,4 | 1,3 | 0,7 | 1 | 2 |
| Sierville | 1,3 | 5,1 | 2,2 | 0,6 | 0,9 | 2,02 |

L'évolution démographique, bien que toujours en hausse, fait preuve d'un ralentissement sur la période de 1999 à 2009. La moyenne de cette évolution sur la période allant de 1968 à 2009 est comprise entre 0,52% (Pavilly) et 2,22% (Fresquiennes).

2.2.2 VOLUMES ET RENDEMENTS ACTUELS

Source : Rapport relatif au Prix et à la qualité du Service Public d'eau potable - exercice 2013

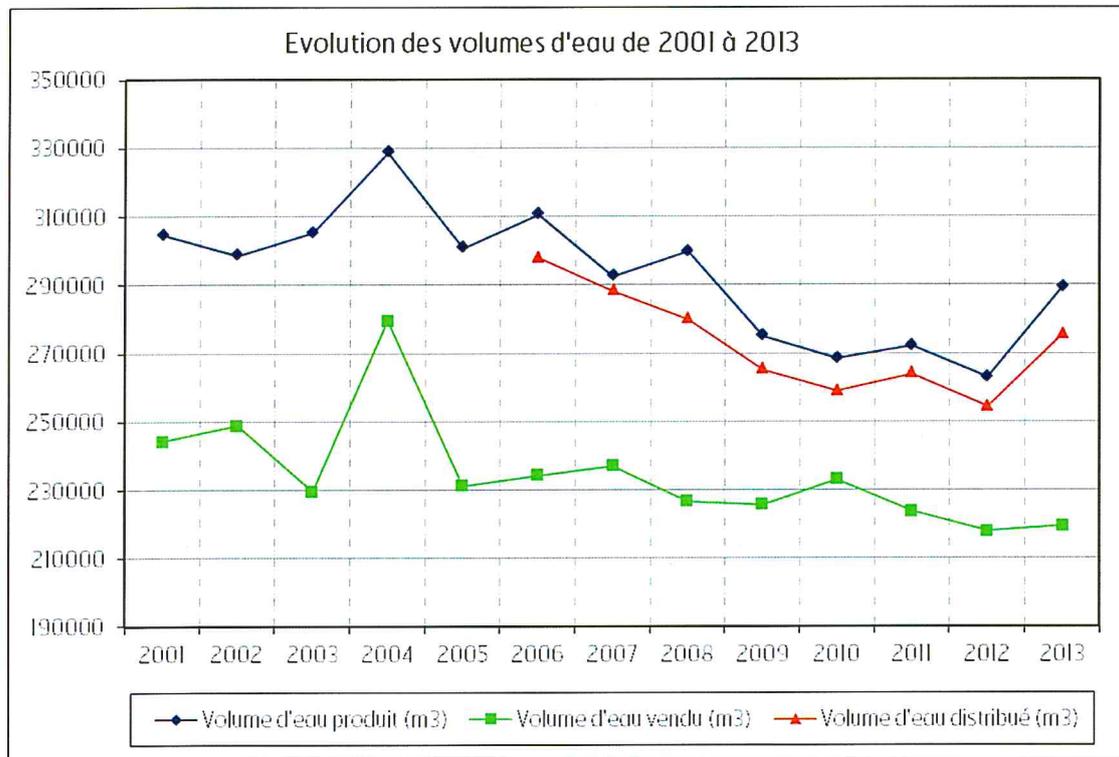
2.2.2.1 Description du service

| | |
|--|----------------------------|
| Nombre d'habitants desservis : | 5 754 |
| Nombre d'abonnés : | 1 918 |
| Nombre d'installations de production : | 2 forages |
| Nombre de réservoirs : | 1 (réservoir de Sierville) |
| Longueur de canalisations : | 95,4 km |

2.2.2.2 Adéquation des capacités aux besoins

Comme présenté en Figure 2, depuis 2001, les volumes produits sont globalement en baisse, sauf pour 2013 qui a vu une nette augmentation. Sachant que les volumes vendus sont quant à eux relativement stables (proches de 230 000 m³/an), cette baisse est à imputer au rendement de réseau qui augmente, sauf pour 2013.

Figure 2. Evolution des volumes d'eau de 2001 à 2013



Il n'est pas prévu d'augmenter la production. En effet, l'évolution de la population au cours des dix dernières années est stable (+0,66 %).

Tableau 5. Détail des volumes (V.) consommés (en m³) par commune du SIAEP en 2010

| Communes | V. moyen consommé (m ³ /abonné) | Consommation (m ³ /an) | Nombre d'abonnés | V. moyen consommé par jour | Type de compteurs | | | |
|-------------------|--|-----------------------------------|------------------|----------------------------|-------------------|-----------|-----------|----------|
| | | | | | domestiques | communaux | agricoles | herbages |
| ANCEAUMEVILLE | 106 | 27 657 | 260 | 75,8 | 246 | 3 | 6 | 5 |
| BARENTIN | 133 | 3 458 | 26 | 9,5 | 24 | 0 | 1 | 1 |
| LE BOCASSE | 129 | 36 317 | 282 | 99,5 | 261 | 2 | 6 | 13 |
| BUTOT | 127 | 14 925 | 117 | 40,9 | 102 | 1 | 6 | 8 |
| CLERES | 95 | 2 945 | 31 | 8,1 | 27 | 0 | 1 | 3 |
| FRESQUIENNES | 117 | 49 942 | 427 | 136,8 | 395 | 3 | 10 | 19 |
| GOUPILLIERES | 97 | 16 065 | 166 | 44,0 | 146 | 2 | 7 | 11 |
| HUGLEVILLE | 155 | 7 121 | 46 | 19,5 | 39 | 0 | 3 | 4 |
| PAVILLY | 128 | 6 142 | 48 | 16,8 | 44 | 0 | 4 | 0 |
| STE AUSTREBERTHE | 186 | 5 952 | 32 | 16,3 | 27 | 0 | 2 | 3 |
| ST OUEN DU BREUIL | 162 | 4 530 | 28 | 12,4 | 24 | 0 | 2 | 2 |
| SIERVILLE | 122 | 51 467 | 422 | 141,0 | 367 | 4 | 26 | 25 |
| TOTAUX | 124 | 232 994 | 1 885 | 638,3 | 1 702 | 15 | 74 | 94 |

D'après le SMAEPA, la répartition par compteur se fait de manière suivante :

- Un volume moyen annuel par compteur domestique de 91 m³ (1729 compteurs)
- Un volume moyen annuel par compteur communal de 111 m³ (20 compteurs)
- Un volume moyen annuel par compteur agricole de 832 m³ (59 compteurs)
- Un volume moyen annuel par compteur herbage de 114 m³ (100 compteurs)

Le détail des volumes consommés par activité et par commune indique que la plupart des prélèvements sont à usage domestique. Aucun usage de l'eau n'est fait pour le secteur industriel. Le volume consommé pour l'année 2010 par les communes adhérentes au SMAEPA de la région de Sierville en matière d'eau potable s'élève à 232 994 m³.

2.2.3 ÉVALUATION DES BESOINS FUTURS DU SMAEPA

Le SMAEPA ne possède pas de schéma directeur d'alimentation en eau potable.

Les communes du syndicat ont un réseau de distribution d'eau potable considéré comme performant puisqu'il est supérieur à 80 % depuis 2009, hormis pour 2013 qui a enregistré une baisse importante (rendement estimé à 76 % dans le rapport annuel du SMAEPA de 2013).

Compte tenu des informations disponibles, les besoins futurs du SMAEPA seront évalués en fonction de la croissance démographique recensée.

Les besoins futurs journaliers moyens et du jour de pointe ainsi que les besoins de pointes actuels sont estimés comme il suit :

$$\text{Besoins futurs} = (V_{D\text{consommé}} \times (1 + T_{\text{démographique}} \times n) + V_{I\text{consommé}} + S_{ZA} \times 3,5) / R$$

$$\text{Besoins futurs de pointe} = (V_{D\text{consommé}} \times (1 + T_{\text{démographique}} \times n) \times C_{\text{pointe}} + V_{I\text{consommé}} + S_{ZA} \times 3,5) / R$$

$$\text{Besoins actuels de pointe} = (V_{D\text{consommé}} \times C_{\text{pointe}} + V_{I\text{consommé}}) / R_{\text{actuel}}$$

$V_{D\text{consommé}}$: Volume domestique moyen journalier consommé (m^3/j),

$V_{I\text{consommé}}$: Volume industriel moyen journalier consommé (m^3/j),

$T_{\text{démographique}}$: Taux démographique retenu, moyenne calculée sur les deux dernières périodes recensées

n : [Année de prospection (2013-2030) – 2010]

S_{ZA} : Surface de ZA supplémentaires (ha) prévues à l'horizon considéré (2011 ou 2030), considéré comme nul dans le cas présent

R : rendement objectif retenu (%) ; R_{actuel} : Rendement moyen actuel (%). La valeur de 0,8 est prise dans les deux cas car il s'agit d'un objectif raisonnable dans le cadre d'une bonne gestion du réseau.

C_{pointe} : coefficient de pointe : volume d'eau potable journalier maximal divisé par le volume d'eau potable moyen introduit au réseau sur l'année (données fournies par le SMAEPA).

Les volumes consommés utilisés ici sont pris sur la base de la consommation en 2013.

Les calculs ainsi réalisés sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 6. Calcul des besoins actuels et futurs des communes du SMAEPA

| 2015 | V _D consommé | V _I consommé | T _d démographique | n | S _{ZA} | R (%) | Besoins actuels (m ³ /j) | Besoins actuels (m ³ /an) |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|----|-----------------|-------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| ANCEAUMEVILLE | 75,77 | 0 | 0,011 | 2 | 0 | 0,8 | 96,80 | 35356 |
| BARENTIN | 9,47 | 0 | -0,0025 | | | | 11,78 | 4304 |
| LE BOCASSE | 99,50 | 0 | 0,0065 | | | | 125,99 | 46018 |
| BUTOT | 40,89 | 0 | 0,0105 | | | | 52,19 | 19061 |
| CLERES | 8,07 | 0 | 0,0035 | | | | 10,16 | 3710 |
| FRESQUIENNES | 136,83 | 0 | 0,0105 | | | | 174,63 | 63782 |
| GOUPILLIERES | 44,01 | 0 | 0,013 | | | | 56,45 | 20617 |
| HUGLEVILLE | 19,51 | 0 | 0,0085 | | | | 24,80 | 9059 |
| PAVILLY | 16,83 | 0 | 0,004 | | | | 21,20 | 7744 |
| STE AUSTREBERTHE | 16,31 | 0 | 0,007 | | | | 20,67 | 7549 |
| ST OUEN DU BREUIL | 12,41 | 0 | 0,0085 | | | | 15,78 | 5763 |
| SIERVILLE | 141,01 | 0 | 0,0075 | | | | 178,90 | 65343 |
| Total du SMAEPA | 638,34 | 0 | | | | | | |
| 2030 | | | | | | | Besoins futurs (m ³ /j) | Besoins futurs (m ³ /an) |
| ANCEAUMEVILLE | 75,77 | 0 | 0,011 | 22 | 0 | 0,8 | 115,55 | 42206 |
| BARENTIN | 9,47 | 0 | -0,0025 | | | | 11,25 | 4109 |
| LE BOCASSE | 99,50 | 0 | 0,0065 | | | | 140,54 | 51333 |
| BUTOT | 40,89 | 0 | 0,0105 | | | | 61,85 | 22590 |
| CLERES | 8,07 | 0 | 0,0035 | | | | 10,79 | 3942 |
| FRESQUIENNES | 136,83 | 0 | 0,0105 | | | | 206,95 | 75589 |
| GOUPILLIERES | 44,01 | 0 | 0,013 | | | | 69,32 | 25320 |
| HUGLEVILLE | 19,51 | 0 | 0,0085 | | | | 28,53 | 10422 |
| PAVILLY | 16,83 | 0 | 0,004 | | | | 22,72 | 8297 |
| STE AUSTREBERTHE | 16,31 | 0 | 0,007 | | | | 23,24 | 8487 |
| ST OUEN DU BREUIL | 12,41 | 0 | 0,0085 | | | | 18,15 | 6630 |
| SIERVILLE | 141,01 | 0 | 0,0075 | | | | 202,70 | 74034 |
| Total du SMAEPA | 638,34 | 0 | | | | | | |

Tableau 7. **Calcul des besoins futurs et actuels de pointe**

| 2015 | V _D consommé | V _I consommé | T _d démographique | n | S _{ZA} | R (%) | R _{actuel} | C _{pointe} | Besoins actuels de pointe (m ³ /j) | Besoins actuels de pointe (m ³ /an) |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|----|-----------------|-------|---------------------|---------------------|---|--|
| ANCEAUMEVILLE | 75,77 | 0 | 0,011 | 2 | 0 | 0,8 | 0,87 | 1,4 | 137,96 | 50389 |
| BARENTIN | 9,47 | 0 | -0,0025 | | | | | | 16,57 | 6053 |
| LE BOCASSE | 99,50 | 0 | 0,0065 | | | | | | 178,79 | 65302 |
| BUTOT | 40,89 | 0 | 0,0105 | | | | | | 74,34 | 27153 |
| CLERES | 8,07 | 0 | 0,0035 | | | | | | 14,22 | 5194 |
| FRESQUIENNES | 136,83 | 0 | 0,0105 | | | | | | 241,16 | 88083 |
| GOUPILLIERES | 44,01 | 0 | 0,013 | | | | | | 77,57 | 28334 |
| HUGLEVILLE | 19,51 | 0 | 0,0085 | | | | | | 34,39 | 12559 |
| PAVILLY | 16,83 | 0 | 0,004 | | | | | | 29,66 | 10833 |
| STE AUSTREBERTHE | 16,31 | 0 | 0,007 | | | | | | 28,74 | 10498 |
| ST OUEN DU BREUIL | 12,41 | 0 | 0,0085 | | | | | | 21,87 | 7990 |
| SIERVILLE | 141,01 | 0 | 0,0075 | | | | | | 248,52 | 90773 |
| Total du SMAEPA | 638,34 | 0 | | | | | | | | |
| 2030 | | | | | | | | | Besoins futurs de pointe (m³/j) | Besoins futurs de pointe (m³/an) |
| ANCEAUMEVILLE | 75,77 | 0 | 0,011 | 22 | 0 | 0,8 | 0,87 | 1,4 | 133,55 | 48779 |
| BARENTIN | 9,47 | 0 | -0,0025 | | | | | | 16,70 | 6099 |
| LE BOCASSE | 99,50 | 0 | 0,0065 | | | | | | 175,37 | 64053 |
| BUTOT | 40,89 | 0 | 0,0105 | | | | | | 72,07 | 26323 |
| CLERES | 8,07 | 0 | 0,0035 | | | | | | 14,22 | 5194 |
| FRESQUIENNES | 136,83 | 0 | 0,0105 | | | | | | 241,16 | 88083 |
| GOUPILLIERES | 44,01 | 0 | 0,013 | | | | | | 77,57 | 28334 |
| HUGLEVILLE | 19,51 | 0 | 0,0085 | | | | | | 34,39 | 12559 |
| PAVILLY | 16,83 | 0 | 0,004 | | | | | | 32,03 | 11699 |
| STE AUSTREBERTHE | 16,31 | 0 | 0,007 | | | | | | 32,76 | 11967 |
| ST OUEN DU BREUIL | 12,41 | 0 | 0,0085 | | | | | | 25,59 | 9348 |
| SIERVILLE | 141,01 | 0 | 0,0075 | | | | | | 285,80 | 104389 |
| Total du SMAEPA | 638,34 | 0 | | | | | | | | |

A horizon de 2030, le débit journalier de pointe pour la totalité du SMAEPA approchera les 1140 m³, ceci signifie que le débit d'exploitation devra au moins satisfaire un débit de 58 m³/h, soit près de 13h de pompage journalier au débit actuel. Le volume global annuel avoisinera les 416 827 m³/an. Le captage de Clères devrait continuer à pouvoir fournir les besoins de toute la population.

2.3 VOLUMES DEMANDES POUR LA DUP

Le SMAEPA de Sierville est actuellement autonome en production d'eau potable, mais ne dispose que de 2 ressources en eau souterraine qui sont les captages de Sierville et du hameau de Launaye à Anceaumeville (S2).

Ces deux captages exploitent la nappe de la craie. Le premier captage n'est presque plus productif en raison d'un ensablement croissant. Réalisé en 1937 à une profondeur de 133 m, ce forage s'était ensablé sur plus de 40 m en 1962. Ceci explique la faible productivité actuelle du forage et la raison pour laquelle il est seulement exploité 2 heures par jour.

Le captage S2, réalisé en 1997 à une profondeur de 30 m, fournit l'essentiel de l'eau potable pour le SMAEPA de la région de Sierville. Cet ouvrage ne comportant qu'une seule pompe, il apparaît indispensable à la collectivité de disposer d'un 3^{ème} forage afin de sécuriser son alimentation. Par ailleurs, les volumes demandés ci-après permettront de couvrir l'ensemble des besoins futurs du syndicat.

Compte tenu de la productivité du captage S3, les volumes demandés pour la DUP sont les suivants :

| Débit d'exploitation (m ³ /h) | Volume journalier (m ³ /j) | Volume annuel (m ³ /an) |
|--|---------------------------------------|------------------------------------|
| 60 | 1 200 | 400 000 |

3 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

Le captage S3 se trouve en fond de vallée humide en rive gauche de la Clérette, il repose sur une faible couche de limons surmontant l'aquifère de la Craie. La Clérette prend sa source à l'est du bourg de Clères (+105 m NGF) au bas de la vallée sèche d'Authieux-Ratiéville. Cette source constitue un des exutoires de la nappe de la Craie.

La Clérette se jette dans la rivière du Cailly au lieu-dit « les Sondres » juste en aval du parcours sportif (+ 57 m NGF) après avoir parcouru 6,5 km. Elle draine un bassin versant topographique de 65 km².

L'émergence des sources alimentant la Clérette est fonction des variations piézométriques de la nappe de la Craie.

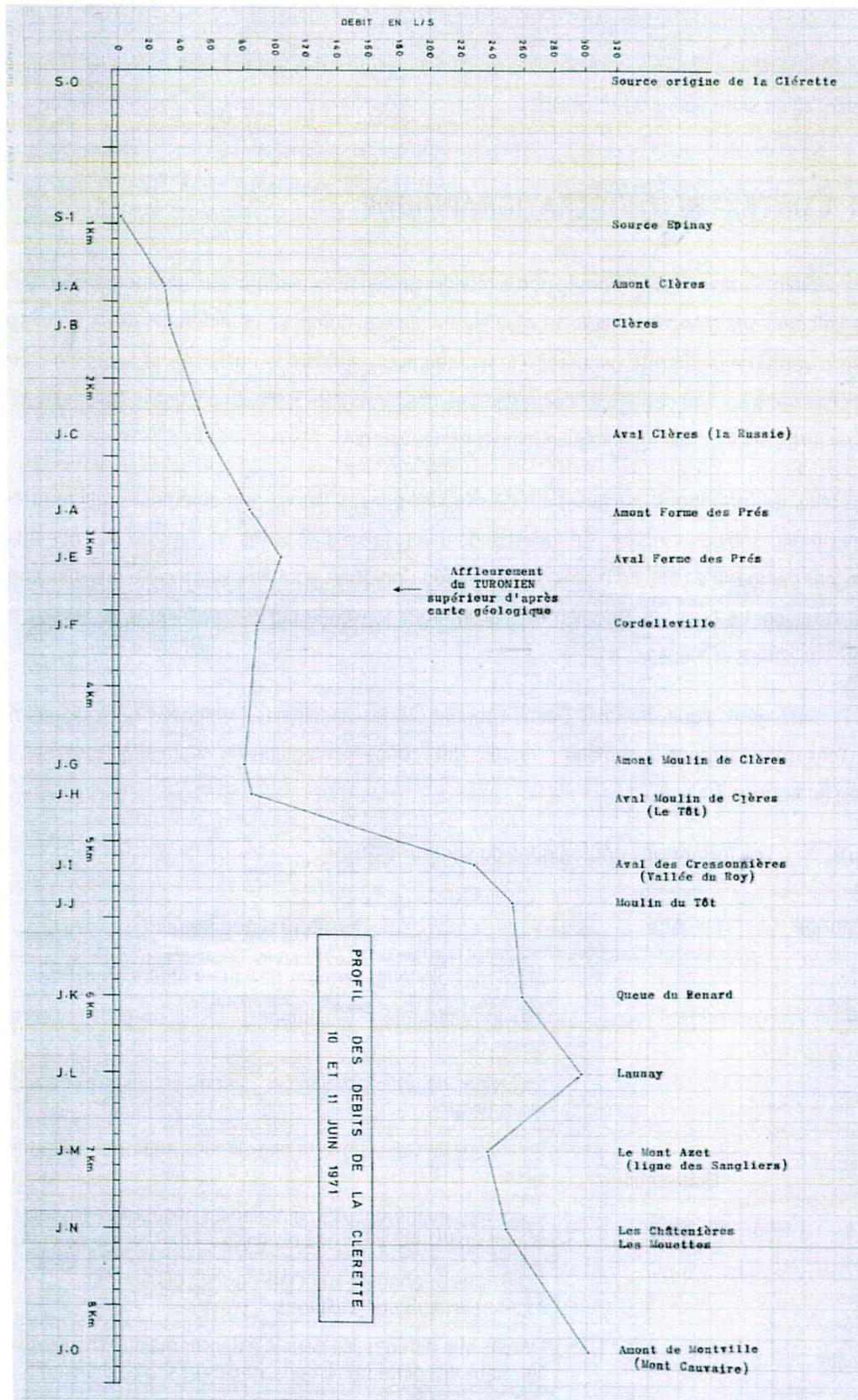
Plusieurs séries de jaugeages ont été réalisées par le BRGM à différentes stations (Document 2). Ces dernières sont localisées en **Annexe 6**.

La **Figure 3** présente les débits mesurés en l/s à différentes dates. Un profil de ces débits est également présenté en **Annexe 6**.

Il est important de noter que les données fournies par le BRGM dans ce tableau sont issues de la seule campagne de jaugeage réalisée sur la Clérette, datant de 1971, cette campagne ne donne qu'une estimation des débits actuels. En effet, les aménagements hydrauliques réalisés entre 1971 et aujourd'hui ont sans aucun doute modifié les écoulements et les débits.

Le profil de débits permet d'observer que le captage de Clères est situé en aval d'une zone déficitaire la nappe draine visiblement le cours d'eau, depuis l'aval de la ferme des Prés jusqu'en amont du moulin de Clères. Il s'agit d'une zone d'affleurements du Turonien. A partir du Moulin de Clères le débit augmente fortement à nouveau et c'est plutôt le cours d'eau qui draine la nappe ou n'est plus en connexion avec ce dernier.

Figure 3. Profil des débits de la Clérette en 1971



4 CONTEXTE GEOLOGIQUE

La zone d'étude définie dans le cadre de cette étude est inscrite sur le territoire des cartes géologiques n°76 de Yvetot et n°77 de Saint Saëns au 1/50000^e.

4.1 CONTEXTE LITHOSTRATIGRAPHIQUE

La feuille de Saint-Saëns s'inscrit dans la partie méridionale du pays de Caux, sur la retombée S-O de l'anticlinal du Bray. La commune d'Anceaumeville se situe sur un plateau composé de différents niveaux de craie, en rive droite de la vallée de la Clérette qui entaille le plateau pour rejoindre le Cailly puis la Seine. Le plateau a une couverture essentiellement constituée par des limons, des formations à silex et par quelques lambeaux de dépôts détritiques tertiaires. La craie affleure uniquement sur les versants.

Sur le plateau, les formations crayeuses sont masquées par des limons non différenciés qui reposent sur des formations argilo-sableuses à silex. En redescendant vers le fond de vallée, les niveaux de craie affleurent, en commençant par la craie blanche à silex abondants du Coniacien pour finir sur la craie gris-blanchâtre à silex rares du Turonien. La craie du Turonien est par endroits masquée par des colluvions de versant sableuses, limoneuses et parfois crayeuses.

D'après la carte géologique de Saint-Saëns (Annexe 7), les principales formations géologiques du secteur d'étude sont données dans le tableau ci-après. Une coupe géologique du secteur d'étude est également disponible en Annexe 7.

Tableau 8. Les formations géologiques du secteur d'étude

| Désignation | Age | Formation géologique | Épaisseur (m) |
|-----------------|-------------|---|---------------|
| Fz | Quaternaire | <u>Alluvions holocènes</u> formées de limons, sables et tourbe | 1 à 3 |
| Fy | | <u>Alluvions anciennes</u> (seulement sur les versants) : graviers et galets de silex | 1 à 3 |
| CF | | <u>Colluvions de tête de vallon sec</u> : limons, sables, silex et parfois blocs de grès | 0 m à 15 |
| FC | | <u>Colluvions de vallons à fond plat</u> : limons, sables et cailloutis de silex | 0 à 5 |
| C | | <u>Colluvions indifférenciées</u> : limoneuses et sableuses, parfois crayeuses à nombreux éclats de silex | 1 à 10 |
| C _{LP} | | <u>Colluvions limoneuses</u> : à éclats de silex, alimentées essentiellement par les limons | 1 à 10 |
| Limons | | Limons non différenciés pour la plupart notés LP (complexe limoneux des plateaux : limons, argiles et sables dominants) | 0 à 10 |
| Rs | | Silex, argiles et sables remaniés à partir de terrains tertiaires | 0 à 20 |

| Désignation | Age | Formation géologique | Épaisseur (m) |
|---------------------|---|---|---------------|
| p | Pliocène | Sables de Lozère : sables grossiers | >10 |
| e ₃₋₄ S. | Yprésien présumé | Sables, sables argileux, lits d'argiles | 1 à 2 |
| e ₃₋₄ G. | Yprésien à faciès Sparnacien | Galets avellanaires, poudingues fossilifères de Saint-Saëns, sables | 0 à 7 |
| e ₂ | Thanétien supérieur | Grès à ciment siliceux, parfois mamelonnés ; grès conglomératiques à silex et et gros galets de silex | 1 à 3 |
| C ₆ | Campanien inférieur | Craie blanche et massive | 0 à 50 |
| C ₅ | Santonien | Craie blanche et massive | 0 à 70 |
| C ₄ | Coniacien | Craie blanc grisâtre à blanche avec silex très fréquents | 20 à 30 |
| C ₄₋₆ | Sénonien | Craie blanche à silex | <150 |
| C _{3a-b-c} | Turonien | Craie gris blanchâtre à rares silex | 90 à 100 |
| C ₂ | Cénomaniens (parties moyenne et supérieure) | Craie grise litée à silex | 15 à 32 |
| C ₁ | Cénomaniens (partie inférieure) | Sables calcaro-glaucconieux | 9 à 26 |
| n _{7 c-d} | Albien terminal | Argile calcaire à accidents siliceux | |
| n _{7 a-b} | Albien inférieur à supérieur | Argiles noires | 13 à 32 |
| n _{i-3} | Néocomien | Sables à lentilles silto-argileuses | 5 à 8 |

4.2 CONTEXTE STRUCTURAL

D'un point de vue structural, les lignes directrices présentent 2 orientations principales :

- une direction dite armoricaine, NO-SE, parallèle à l'axe anticlinal du Bray
- un système de failles prolongeant la faille de la Seine de la région de Rouen, qui distingue une région nord relevée et une région sud abaissée

La vallée de la Clérette recoupe la terminaison périclinale du dôme de Yerville entre Clères et Montville. Elle entaille un plateau crayeux constitué de différents niveaux de craie. La craie du Turonien a été amenée à l'affleurement par le rejet généré par la faille de Grand Tendos.

4.3 CADRE PEDOLOGIQUE

L'extrait du Référentiel régional pédologique de la région Normandie au 1/250000 consigné en Annexe 8 présente chaque type de sol recouvrant chacune des principales formations géologiques du secteur d'étude.

La superposition des grands ensembles pédologiques de ce référentiel avec les cartes géologiques au 1/50000 de Saint-Saëns et Yvetot permet de lister les types de sols que l'on peut trouver dans le secteur du forage S3.

Tableau 9. Types et caractéristiques des sols du secteur du captage de l'étude

| UGS* | Type de sols | Caractéristiques |
|------|--------------------------|-------------------------------|
| 1 | Sols limoneux | Epais, non hydromorphes |
| 5 | Sol de limon caillouteux | Peu épais, non hydromorphes |
| 8 | Sols crayeux | Peu épais, non hydromorphes |
| 9 | Sols alluviaux | Alluvions fines, hydromorphes |

*Unité Cartographique de Sols

Dans la vallée de la Clérette, aux abords du captage S3, les sols ne présentent pas un caractère hydromorphe. Le substrat crayeux est surmonté en fond de vallée par des alluvions holocènes limoneux, sableux et tourbeux sur une faible épaisseur. Sur les versants, on retrouve soit des colluvions indifférenciées constituées de limons, sables et parfois craies avec de nombreux éclats de silex soit des formations crayeuses (craie du Turonien et du Coniacien). Sur les extrémités du plateau, la craie est surmontée par des sols limoneux caillouteux de faible épaisseur. Une fois éloigné des coteaux, les sols limoneux s'épaississent comme on peut l'observer sur la coupe lithologique en Annexe 7. Plus en aval, à la confluence avec le Cailly, les formations crayeuses sont recouvertes d'un sol composé d'alluvions fines au caractère hydromorphe.

5 CONTEXTE CLIMATIQUE

5.1 PRECIPITATIONS

La région du pays de Caux est de climat tempéré humide. Le secteur d'étude est situé dans la partie méridionale du pays de Caux. Les pluies sont abondantes et régulièrement réparties dans l'année : la normale des hauteurs de pluies annuelles sur l'ensemble de la région atteint près de 852 mm.

On observe une période de stress hydrique d'avril à août (précipitations < ETP) et une période excédentaire d'octobre à mars (précipitations > ETP).

5.2 BILAN HYDRIQUE

Le bilan hydrique permet de calculer la pluie efficace, qui représente la quantité de précipitation qui va s'infiltrer dans le sol et recharger la nappe.

Il fait intervenir les paramètres suivants :

- La pluie brute P
- L'évapotranspiration potentielle ETP calculée dans le cas présent à partir de la formule de Penman.
- La réserve facilement utilisable des sols RFU correspondant en moyenne à 2/3 de la réserve utile RU (quantité d'eau pouvant être absorbée par les végétaux). Cette eau est conservée dans le sol et ne pourra pas alimenter la nappe
- L'évapotranspiration réelle ETR déduite des trois paramètres précédents.

La formule simplifiée du bilan hydrique est la suivante

$$P_{\text{brute}} - \text{ETR} - \text{RFU} = P_{\text{efficace}}$$

Les données sont issues de la station météorologique de Rouen. Ce sont des moyennes mensuelles en (mm)

Tableau 10. Bilan hydrologique pour une RU de 50 mm

R = 0 mm RFU = 33,3 mm

| RU = 50 mm | P° (mm) | ETP (mm) | ETR (mm) | RFU (mm) | I (mm) | Déficit (mm) |
|------------|---------|----------|----------|----------|--------|--------------|
| Août | 65,1 | 108 | 65,1 | 0 | - | 42,9 |
| Septembre | 65,5 | 65,1 | 65,1 | 0,4 | - | - |
| Octobre | 83,5 | 33,4 | 33,4 | 33,3 | 17,2 | - |
| Novembre | 76,8 | 12,6 | 12,6 | 33,3 | 64,2 | - |
| Décembre | 90,9 | 8,7 | 8,7 | 33,3 | 82,2 | - |
| Janvier | 76,3 | 11,3 | 11,3 | 33,3 | 65 | - |
| Février | 60,4 | 18,8 | 18,8 | 33,3 | 41,6 | - |
| Mars | 67,1 | 46,7 | 46,7 | 33,3 | 20,4 | - |
| Avril | 59,2 | 74,1 | 74,1 | 14,9 | - | - |
| Mai | 74,3 | 100,4 | 89,2 | 0 | - | 11,2 |
| Juin | 63,7 | 116,3 | 63,7 | 0 | - | 52,6 |
| Juillet | 68,9 | 123,0 | 68,9 | 0 | - | 54,1 |
| Année | 851,7 | 718,4 | 557,5 | 215,3 | 290,6 | 160,8 |

Tableau 11. Bilan hydrologique pour une RU de 100 mm

R = 0 mm RFU = 66,7 mm

| RU = 100 mm | P° (mm) | ETP (mm) | ETR (mm) | RFU (mm) | I (mm) | Déficit (mm) |
|-------------|---------|----------|----------|----------|--------|--------------|
| Août | 65,1 | 108 | 0 | 0 | - | 42,9 |
| Septembre | 65,5 | 65,1 | 0,4 | 0,4 | - | - |
| Octobre | 83,5 | 33,4 | 50,1 | 50,5 | - | - |
| Novembre | 76,8 | 12,6 | 64,2 | 66,7 | 48,0 | - |
| Décembre | 90,9 | 8,7 | 82,2 | 66,7 | 82,2 | - |
| Janvier | 76,3 | 11,3 | 65 | 66,7 | 65 | - |
| Février | 60,4 | 18,8 | 41,6 | 66,7 | 41,6 | - |
| Mars | 67,1 | 46,7 | 20,4 | 66,7 | 20,4 | - |
| Avril | 59,2 | 74,1 | -51,8 | 14,9 | - | - |
| Mai | 74,3 | 100,4 | -14,9 | 0 | - | 11,2 |
| Juin | 63,7 | 116,3 | 0 | 0 | - | 52,6 |
| Juillet | 68,9 | 123,0 | 0 | 0 | - | 54,1 |
| Année | 851,7 | 718,4 | 257,2 | 399,1 | 257,2 | 160,8 |

Tableau 12. Bilan hydrologique pour une RU de 150 mm

R = 0 mm RFU = 100 mm

| RU = 150 mm | P° (mm) | ETP (mm) | ETR (mm) | RFU (mm) | I (mm) | Déficit (mm) |
|-------------|---------|----------|----------|----------|--------|--------------|
| Août | 65,1 | 108 | 45,8 | 0 | - | 42,9 |
| Septembre | 65,5 | 65,1 | 60,1 | 0,4 | - | - |
| Octobre | 83,5 | 33,4 | 39,7 | 50,5 | - | - |
| Novembre | 76,8 | 12,6 | 16,7 | 100 | 14,7 | - |
| Décembre | 90,9 | 8,7 | 12,7 | 100 | 82,2 | - |
| Janvier | 76,3 | 11,3 | 16,0 | 100 | 65 | - |
| Février | 60,4 | 18,8 | 21,4 | 100 | 41,6 | - |
| Mars | 67,1 | 46,7 | 53,3 | 100 | 20,4 | - |
| Avril | 59,2 | 74,1 | 80,7 | 14,9 | - | - |
| Mai | 74,3 | 100,4 | 93,7 | 0 | - | 11,2 |
| Juin | 63,7 | 116,3 | 58,8 | 0 | - | 52,6 |
| Juillet | 68,9 | 123,0 | 58,6 | 0 | - | 54,1 |
| Année | 851,7 | 718,4 | 557,5 | 565,8 | 223,9 | 160,8 |

Tableau 13. Bilan hydrologique pour une RU de 200mm

R = 0 mm RFU = 133,3 mm

| RU = 200 mm | P° (mm) | ETP (mm) | ETR (mm) | RFU | I (mm) | Déficit (mm) |
|-------------|---------|----------|----------|-------|--------|--------------|
| Août | 65,1 | 108 | 45,8 | 0 | - | 42,9 |
| Septembre | 65,5 | 65,1 | 60,1 | 0,4 | - | - |
| Octobre | 83,5 | 33,4 | 39,7 | 50,5 | - | - |
| Novembre | 76,8 | 12,6 | 16,7 | 114,7 | - | - |
| Décembre | 90,9 | 8,7 | 12,7 | 133,3 | 63,6 | - |
| Janvier | 76,3 | 11,3 | 16,0 | 133,3 | 65 | - |
| Février | 60,4 | 18,8 | 21,4 | 133,3 | 41,6 | - |
| Mars | 67,1 | 46,7 | 53,3 | 133,3 | 20,4 | - |
| Avril | 59,2 | 74,1 | 80,7 | 14,9 | - | - |
| Mai | 74,3 | 100,4 | 93,7 | 0 | - | 11,2 |
| Juin | 63,7 | 116,3 | 58,8 | 0 | - | 52,6 |
| Juillet | 68,9 | 123,0 | 58,6 | 0 | - | 54,1 |
| Année | 851,7 | 718,4 | 557,5 | 713,8 | 190,6 | 160,8 |

La valeur de la pluie efficace varie entre 190,6 mm et 290,6 mm lorsque l'on fait varier la RU de 50 à 200 mm. Pour représenter au mieux le comportement hydrogéologique de notre zone d'étude il est donc important de quantifier la réserve utile.

6 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

6.1 CADRE HYDROGEOLOGIQUE GENERAL

Deux nappes superposées ont été reconnues dans la région, la nappe de la craie et la nappe de l'albien ; cette dernière étant quasiment inexploitée.

La nappe qui alimente le territoire en eau potable est celle de la craie. Son réservoir est constitué par les craies du Sénonien, du Turonien et du Cénomaniens ; les argiles de Gault et le faciès de gaize représentent le mur théorique, ce qui permet d'estimer la puissance totale du réservoir à 100 m à la confluence du Cailly et de la Clérette. Ce réservoir est caractérisé par un milieu à double perméabilité d'interstices et de fissures, on peut le considérer comme poreux à grande échelle ; mais en fait la craie n'est bien fissurée et donc aquifère que dans les vallées, où les fissures et interstices sont très développées. La teneur en argile du réservoir augmente progressivement vers la base.

La nappe de la craie est une nappe libre alimentée par les pluies efficaces d'automne et d'hiver ; elle est partagée sur le secteur en 5 bassins versants avec à l'ouest du captage celui du Cailly et de la Clérette. Elle s'écoule globalement des plateaux vers les vallées qui constituent des axes de drainage.

Les sources sont de deux types : les sources de tête de vallée humide correspondant à l'affleurement de la nappe et qui n'ont pas toujours une position fixe et les sources artésiennes de vallée humide où la nappe est mise en pression par les alluvions moins perméables.

Les exutoires de la nappe alimentent les eaux de surface. Le régime des cours d'eau dépend donc du pouvoir régulateur du réservoir ; les débits varient assez faiblement (d'un facteur de 1 à 2) au cours de l'année. Un jaugeage instantané réalisé pour la Clérette à Anceauville donne 680 l/s (27.2.68). La part du ruissellement est faible dans les cours d'eau de la région ; elle est évaluée à moins de 10 % et le ruissellement ne se produit en fait dans les fonds de vallée que lors de fortes pluies.

6.2 PIEZOMETRIE ET SENS D'ÉCOULEMENT

6.2.1 INDICATEURS PIEZOMETRIQUES CONTINUS

Source : cartes géologiques d'Yvetot (76) et de Saint-Saëns (77) au 1/50000, rapport BRGM RP-55073-FR, Suivi en continu de la nappe de la Craie par la DREAL Haute-Normandie,

D'une façon générale, le niveau piézométrique de la nappe de la Craie est suivi en permanence depuis 1985 à Fontaine-le-Bourg et depuis 2001 à Clères (cf. Annexe 9) par la DREAL de Haute-Normandie. Le piézomètre de Clères est situé en tête de vallée de la Clérette (4 km au nord-est de S3), tandis que le forage de Fontaine-le-Bourg est en fond de vallée du Cailly (3,5 km à l'est de S3).

L'examen de ces chroniques piézométriques montre des variations saisonnières plus lissées sur le piézomètre de Clères. En effet, on y repère aisément les cycles hydroclimatiques hautes eaux-basses eaux annuels, tandis que sur le forage de Fontaine le Bourg, ces derniers sont beaucoup plus anarchiques, il peut y avoir plusieurs pics de hautes eaux sur une même année (2006, 2009 ou 2013 notamment).

Par ailleurs l'amplitude de ces variations est plus importante à Fontaine-le-Bourg (jusqu'à 1,69 m en 1995) qu'à Clères (0,78 m au maximum en 2014). A titre de comparaison, en 2003, le niveau a baissé de 1,49 m à Fontaine-le-Bourg tandis qu'il n'a baissé que de 0,61 m à Clères.

Les variations interannuelles sont également beaucoup plus importantes à Fontaine-le-Bourg puisqu'elles atteignent 2,46 m tandis qu'elles ne sont que de 1,38 m à Clères. Cela tient aussi au fait que la chronique est plus courte à Clères.

Toutefois, on peut rapporter ces différences à la position géographique des ouvrages, à savoir que la position en tête de bassin de la Clérette du piézomètre de Clères lui permet de ne pas être soumis outre mesure aux crues du cours d'eau, sans pour autant être soumis aux fortes variations piézométriques observées sur le plateau. L'ouvrage de Fontaine-le-Bourg est quant à lui corrélé avec les crues du Cailly.

Plus généralement, on remarque trois périodes de hautes eaux les années 1988, 1995 et 2001.

6.2.2 SURFACE PIEZOMETRIQUE DE LA CRAIE A ECHELLES REGIONALE ET LOCALE

L'extrait de la carte hydrogéologique du département de la Seine-Maritime (Document 3, **Annexe 10**), la carte piézométrique issue du Document 4 (cf. **Annexe 11**) et la carte piézométrique de l'**Annexe 12** réalisée à partir des données de l'Atlas hydrogéologique de Haute-Normandie (Document 5) mettent en évidence un drainage de la nappe de la craie par les cours d'eau et zones de vallées. A l'échelle du secteur d'étude, les lignes d'écoulement des eaux souterraines suivent très clairement l'axe des vallées de la Clérette et du Cailly. En amont de Clères, la nappe de la craie est drainée par 3 vallées sèches. En aval de Clères, l'ensemble des eaux drainé par le bassin hydrogéologique alimente la Clérette. L'écoulement au sein de la nappe est globalement orienté NE-SO en direction de la Seine.

Le gradient hydraulique de la nappe varie selon les différentes piézométries observées mais aussi géographiquement. En effet, ce dernier est plus accentué en zones de plateau où il oscille entre 1,1 et 1,4% selon les cartes et coteaux (notamment en rive gauche de la Clérette) où il est compris entre 3,6 et 5,7 %. Ces zones présentent une fracturation moins développée, donc une perméabilité moindre. Le gradient est par contre plus faible en zone de vallée ainsi qu'au niveau de l'interfluve du Cailly et de la Clérette, où sur les 3 cartes observées, il est compris entre 0,75 et 0,79% (traduisant une perméabilité en grand plus élevée liée à une fracturation plus développée),

La pente de la rivière et le gradient hydraulique des eaux souterraines, mesurés entre Clères et le Moulin de Tôt, ont des valeurs respectives de 0,71% et 0,77% (moyenne des différentes piézométries). Ces valeurs très proches montrent que la vallée de la Clérette joue le rôle de drain des eaux interceptées par les bassins versants topographique et hydrogéologique. La nappe de la Craie, très proche de la surface, soutient les débits de la Clérette.

Sur les cartes des **Annexe 10** et **Annexe 12**, des dômes piézométriques sont observables au niveau des plateaux au nord-est et au nord-ouest du captage S3, centrés respectivement sur les communes de Cottévrard et Varneville-Bretteville.

7 QUALITE DE LA RESSOURCE

7.1 GENERALITES

Le captage S3 de Clères ne disposant que de peu d'analyses, une analogie sera faite avec les captages voisins S2 (00775X0103) et la source (aujourd'hui arrêtée). En effet, la chronique de ce dernier est plus longue et permet donc une meilleure vision de l'évolution de la qualité des eaux ainsi qu'une meilleure comparaison avec les captages voisins.

Les résultats d'analyses d'eau ont été recueillis auprès de l'Agence Régionale de la Santé de Seine-Maritime et de la banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (ADES).

7.2 ÉVOLUTION DE LA QUALITE DES EAUX DES CAPTAGES AEP D'ANCEAUMEVILLE

Selon les paramètres, les chroniques de la source et du forage S2 ne couvrent pas exactement les mêmes périodes. Compte tenu de leur rareté, les analyses de la source ont été présentées uniquement pour le paramètre nitrates.

Globalement, les analyses sur S2 couvrent une période de 2001 à 2014 tandis que celles de la source couvrent une période allant de 1993 à 2003.

Parmi les résultats des analyses d'eau brute effectuées pendant l'exploitation des captages, nous avons mis en évidence :

- une conductivité en augmentation depuis 2001 qui atteint en 2014 une valeur de 581 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (valeur moyenne de l'ordre de 538 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Ceci indique une minéralisation moyennement importante caractéristique des eaux courantes de rivière,
- Une turbidité globalement inférieure à 1 NTU, hormis valeurs hautes en janvier 1998 (8,56 NTU) et août 2003 (7,13 NTU). L'espacement des valeurs ne permet pas d'en déduire un lien avec le karst de la vallée.
- une teneur en nitrates comprise entre 12,8 et 15,1 mg/l (teneur moyenne de l'ordre de 14,3 mg/l), qui montre une légère tendance à la hausse depuis 2001 sur S2 mais qui baissait légèrement auparavant sur la source. Compte tenu de la fréquence des analyses, il n'est pas possible de corrélérer la concentration en nitrates avec les cycles hydroclimatiques observés sur la piézométrie. Malgré l'augmentation de la teneur en nitrates, mais les valeurs enregistrées restent faibles.
- une teneur en chlorures comprise entre 11 et 12,8 mg/l, avec une augmentation faible mais constante depuis le début de la chronique. Cependant, ces valeurs restent faibles.

- une teneur en sulfates comprise entre 7,4 et 9,6 mg/l avec une tendance à la baisse au début des années 2000 et une stabilisation depuis 2006.
- des phytosanitaires observés uniquement à 2 reprises sur la source : l'atrazine à 0,03 µg/l et la déséthylatrazine à 0,06 µg/l en 1998, valeurs largement en dessous de la limite par pesticide autorisée dans les eaux distribuées (0,1 µg/l).
- aucune trace de substances toxiques,

Les graphiques de l'Annexe 14 représentent l'évolution en fonction du temps de la conductivité, de la turbidité, des nitrates, des chlorures et des sulfates sur le captage S2 et de la source d'Anceaumeville.

Même si la chronique est relativement courte, de 8 à 10 années selon les paramètres, la faible vulnérabilité de la craie du Turonien au niveau du bassin d'alimentation des captages est mise en évidence par la faible concentration en nitrates, la quasi absence de pesticides et l'absence de substances toxiques. Toutefois, la légère augmentation des nitrates et des chlorures peut indiquer une certaine influence de l'activité agricole sur les eaux de la nappe.

Une étude sur la sur la qualité des eaux de la nappe de la craie au droit du champ captant d'Anceaumeville réalisée en 1999 par ANTEA (Document 6) a mis à jour une contamination aux hydrocarbures. Néanmoins, ces teneurs ne persistaient pas après 15 ou 24 h de pompage, cela a montré que le problème était d'ordre local et superficiel (une provenance de la Clérette avait été envisagée).

La qualité de l'eau captée reste donc bonne, sur l'ensemble des paramètres analysés et ne nécessite pas de traitement autre qu'une désinfection au chlore avant adduction.

7.3 ÉVOLUTION DE LA QUALITE DES EAUX A L'ECHELLE DU SECTEUR D'ETUDE

Le tableau suivant récapitule quelques données sur les captages du secteur d'étude :

Tableau 14. Caractéristiques de certains forages AEP du secteur d'étude

| Commune | N° BSS | Localisation par rapport au captage de Clères | Coordonnées (Lambert II) |
|---------------|------------|---|------------------------------|
| Sierville | 00764X0020 | 6500 m au Nord-Ouest | X : 506 463 Y : 2 511 198 |
| Clères | 00771X0026 | 6700 m au Nord Nord-Ouest | X : 511 478 Y : 2 511 866 |
| Mont-Cauvaire | 00775X0038 | 4900 m à l'Est | X : 512 212 Y : 2 508 242 |
| Montville | 00768X0052 | 4900 m au Sud Sud-Est | X : 508 123 Y : 2 505 895 |

Les graphiques en Annexe 15 montrent l'évolution des teneurs en nitrates, chlorures, sulfates et pesticides des captages ci-dessus. Chaque graphique associe la teneur pour chacun des paramètres chimiques à l'état de la nappe de la craie au droit du forage de Fontaine le Bourg.

On remarquera qu'il n'y a pas de corrélation flagrante entre les variations piézométriques de la nappe du Turonien et les teneurs en chlorures, nitrates et sulfates, bien que l'allure de ces chroniques laisse penser à une dépendance, notamment pour les forages de Mont-Cauvaire et Montville vis-à-vis des sulfates.

Lorsque les pompages provoquent un dénoyage de l'aquifère et qu'il devient libre, les bactéries anaérobies qui consomment préférentiellement l'oxygène des nitrates et sulfates (d'où l'absence de ces composés) sont relayées par des bactéries aérobies qui ne consommeraient pas l'oxygène de ces composés pour l'oxydation des composés réduits du soufre ou du fer.

Le niveau de la nappe a connu des hausses remarquables à deux périodes de la chronique, entre 1993 et 1995 puis entre 1998 et 2002. On peut corréler l'augmentation des teneurs en sulfates pour le captage de Mont-Cauvaire à ces deux périodes de hautes eaux et pour le captage de Montville pour la période finissant en 2002.

Sur la fin de la chronique, les variations interannuelles de la nappe ne montrent pas de grandes amplitudes, ceci explique sans doute la stabilité observée des teneurs pour chaque paramètre chimique et ce, pour tous les captages du secteur d'étude.

L'ensemble des 4 captages montrent une certaine cohérence de résultats avec le captage S2 d'Anceaumeville. En effet, toutes les courbes suivent cette même légère tendance à la hausse entre les années 2001 et 2010 observée pour la courbe décrivant la teneur du captage S2, et ceci est valable pour tous les paramètres chimiques détaillés. On notera cependant la courte durée de la chronique du captage S2 et un jeu de données non exhaustif qui ne permet pas de faire ces corrélations avec une grande certitude.

Pour chacun des paramètres chimiques, aucun des captages ne possède des teneurs supérieures aux concentrations maximales admissibles (cf. Directive n° 80-778 du 15/07/80 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine).

7.4 CONCLUSION PARTIELLE

Globalement, le captage d'Anceaumeville adopte un comportement cohérent avec les autres captages représentatifs de la nappe de la craie du Turonien:

- des variations interannuelles faibles mais qui peuvent indiquer une relation (peu franche) avec les grands cycles hydroclimatiques
- une augmentation sensible des teneurs en nitrates, sulfates et chlorures depuis 2001 sur l'ensemble des captages

- des captages qui présentent des gammes de concentrations très proches pour les chlorures, sulfates et nitres excepté pour le forage de Montville vis-à-vis des sulfates et pour les forages de Clères et Sierville vis-à-vis des nitrates

8 CADRE HYDROGEOLOGIQUE LOCAL

Dans la vallée de la Clérette, la nappe alluviale est en relation avec le cours d'eau. Le niveau piézométrique de cette nappe est très proche de la surface du sol et la nappe est drainée par le cours d'eau, à savoir que la nappe alimente la Clérette. L'aquifère alluvial est constitué de niveaux sablo-graveleux reposant directement sur la craie ou des argiles à silex remaniées. On le considère comme faisant partie de l'aquifère de la craie.

D'après la carte géologique, la partie supérieure de la vallée est entaillée dans la craie du Sénonien, mais par suite d'un bombement dans la région de Montville, la craie du Turonien affleure au pied du versant rive gauche, à l'aval du hameau du Tôt.

La craie sénonienne est très fissurée, surtout en fond de vallée et le long des coteaux. La craie turonienne est plus compacte, les circulations d'eau y sont plus localisées mais souvent abondantes. La fissuration de la craie diminue avec la profondeur. La partie productive de l'aquifère de la craie est de l'ordre de 30 à 50 m d'épaisseur.

Le forage S3 est équipé pour capter uniquement la craie du Turonien supérieur entre 10 et 24 m de profondeur.

8.1 CARACTERISTIQUES DE LA NAPPE AU DROIT DU FORAGE S3

8.1.1 ESSAIS DE 1997

En octobre 1997, le bureau d'études ANTEA a effectué des essais par pompage par paliers et des essais de pompage longue durée sur les forages M2 et M' (respectivement nommés S1 et S3 par la suite). Sont présentées ci-après uniquement les caractéristiques hydrodynamiques du forage S3 (M').

8.1.1.1 Pompage par paliers enchaînés

A la date du 28 octobre 1997, un pompage par paliers a été réalisé aux débits de 45, 67, 91 et 106 m³/h.

Les principaux résultats de ce pompage sont fournis dans le tableau suivant (extraits du Document 7).

Tableau 15. Résultats du pompage par paliers sur le forage S3 (ou M') après les opérations de développement

| Durée (h) | Débit (m ³ /h) | Rabattement (m) | Débit spécifique (m ³ /h/m) | Débit spécifique (m ² /s) |
|-----------|---------------------------|-----------------|--|--------------------------------------|
| 1 | 45 | 3.13 | 14,38 | 4,0.10 ⁻³ |
| 1 | 67 | 5.26 | 12,74 | 3,5.10 ⁻³ |
| 1 | 91 | 8.31 | 10,95 | 3,0.10 ⁻³ |
| 1 | 106 | 11.36 | 9,33 | 2,6.10 ⁻³ |

Les courbes d'estimation des pertes de charges et sont présentées en **Annexe 16**.

Les calculs montrent que les pertes de charges quadratiques (liées à l'ouvrage et non à l'écoulement dans l'aquifère) sont importantes puisqu'elles représentent plus de 70 % du rabattement total sur le dernier palier. Ces valeurs sont trop importantes et réduisent le débit d'exploitation, qui pour la transmissivité calculée devrait atteindre 100 m³/h (Document 7). Ces données montrent que le développement de l'ouvrage n'a pas été suffisamment poussé.

Toutefois à l'issue du 4ème palier (106 m³/h), le débit critique ne semble toujours pas atteint.

8.1.1.2 Pompage longue durée

Le pompage a été réalisé au débit de 95 m³/h et a induit un rabattement de 11,50 m après 48 heures.

Il a permis d'estimer la valeur moyenne de la transmissivité à 1,3.10⁻² m²/s et du coefficient d'emménagement à 1.10⁻². La courbe d'interprétation du pompage est présentée en **Annexe 16**.

Aucune limite d'alimentation n'a été mise en évidence lors de ce pompage.

8.1.1.3 Pompages simultanés

Des pompages simultanés ont été réalisés les 17 et 18 décembre 1997 sur les ouvrages M2, S3 (M') et S2. Ces pompages se sont fait au débit total de 165 m³/h pendant une durée de 15 h. Les données de pompage sont présentées en figure suivante.

Figure 4. Données du pompage simultané sur S2, S3 (M') et M2 (Document 7)

| | S2 | M' | M2 |
|---|------|-------|-------|
| Niveau statique par rapport au sol (en m) | 1,58 | 1,40 | 2,61 |
| Débit (en m3/h) | 70 | 80 | 15 |
| Rabattement maximal (en m) | 4,30 | 8 | 9,31 |
| Profondeur maximale (en m) | 5,88 | 10,12 | 11,92 |

Ce pompage a montré que l'exploitation des ouvrages S2 et S3 (M') était possible car les rabattements observés n'étaient pas trop importants (crépines des ouvrages non dénoyées).

Les mesures de turbidité effectuées en fin de pompage indiquent des valeurs satisfaisantes correspondant à une eau claire.

8.1.1.4 Incidence des pompages sur la rivière

Le niveau de la Clérette a été observé du 30/10/97 au 15/01/98 et 7 jaugeages au micromoulinet ont été réalisés sur cette période afin d'obtenir une relation hauteur/débit. Ces mesures n'ont pas permis d'établir de relation directe du fait des variations de vitesses d'écoulement plus que de hauteur lors des augmentations de débit du cours d'eau.

Le suivi du niveau de la rivière pendant la réalisation des forages et pendant les essais de pompage qui ont suivi montre qu'aucune influence n'est visible, que ce soit pour les pompages isolés ou pour les pompages simultanés.

L'exploitation des forages n'est donc pas sensée induire d'abaissement du niveau de la rivière du fait du colmatage de son lit.

8.1.1 ESSAIS DE 2014

Un diagnostic complet du forage S3 a été réalisé par le groupement Explor-e/DIR'eau en juillet 2014 (Document 1).

Tout d'abord, des pompages de développement ont été réalisés afin de nettoyer l'ouvrage, inutilisé depuis sa création. Ces pompages se sont déroulés le 8/07/14, à débits croissants avec des phénomènes de pistonage en marche/arrêt, pendant une durée d'environ 10 h.

Des tests de pompage ont ensuite été pratiqués (essai de puits et essai de nappe), accompagnés d'un suivi du cours d'eau ainsi que des paramètres météorologiques. Ainsi lors des tests réalisés sur S3, le niveau de nappe a

été suivi dans les ouvrages voisins (S1, S2, piézomètre) et la hauteur d'eau dans la rivière. Le dispositif de mesure est présenté en Figure 5 (extraite du Document 1).

8.1.1.1 Pompage par paliers enchaînés

A la date du 9/07/14, un pompage par paliers a été réalisé aux débits de 30,8, 52,4, 71, 90 et 103,8 m³/h.

Les principaux résultats de ce pompage sont fournis dans le tableau suivant (extraits du Document 1) :

Tableau 16. Résultats du pompage par paliers sur le forage S3

| Durée (min) | Débit (m ³ /h) | Rabattement (m) | Débit spécifique (m ³ /h/m) | Débit spécifique (m ² /s) |
|-------------|---------------------------|-----------------|--|--------------------------------------|
| 70 | 30,8 | 1,92 | 16,0 | 4,5.10 ⁻³ |
| 70 | 52,4 | 3,85 | 13,6 | 3,8.10 ⁻³ |
| 70 | 71 | 5,79 | 12,3 | 3,4.10 ⁻³ |
| 70 | 90 | 8,24 | 10,9 | 3,1.10 ⁻³ |
| 70 | 103,8 | 10,33 | 10,1 | 2,8.10 ⁻³ |

Pour chaque palier, une pseudo-stabilisation a été atteinte. La courbe caractéristique montre que l'ouvrage est bien conçu mais a des pertes de charges conséquentes. Comme pour le pompage de 1997, le débit critique de l'ouvrage ne semble pas atteint.

Toutefois, l'analyse des pertes de charges permet de voir qu'au-delà de 90 m³/h, les pertes de charges quadratiques liées à un écoulement turbulent deviennent supérieures aux pertes de charge linéaires provoquées par l'écoulement laminaire (lié à l'aquifère et non à l'ouvrage). On peut donc estimer le débit critique à 90 m³/h.

Les courbes caractéristiques de 1997 et 2014 sont très proches, avec toutefois une légère amélioration de la productivité de l'ouvrage en 2014, surtout observable sur les 2 derniers paliers (au-delà de 90 m³/h). Cela est probablement dû aux opérations de développement pratiquées avant les essais de 2014.

Figure 5. Implantation des différents appareils de mesure lors des tests de juillet 2014



8.1.1.3 Pompage longue durée

Le pompage a été réalisé du 10 au 13/17/14, au débit de 93 m³/h et a induit un rabattement de 9,06 m après 72 heures.

Cet essai a été réalisé sans arrêt d'exploitation du forage S2.

Cet essai a permis d'estimer la valeur moyenne de la transmissivité à $1,9.10^{-2}$ m²/s à la descente et $1,2.10^{-2}$ m²/s à la remontée. Ces valeurs sont très proches de celle calculée en 1997 ($1,3.10^{-2}$ m²/s).

Les courbes d'interprétation du pompage sont présentées en **Annexe 17** (extraites du Document 1).

8.1.1.4 Interprétation du suivi des essais sur les ouvrages voisins

Le suivi des niveaux d'eau sur les ouvrages voisins pendant les essais permet de définir l'influence des pompes simultanées sur S2 et S3. En effet, les points suivants ont été mis en évidence :

- Le décalage temporel entre la mise en marche ou l'arrêt des pompes sur un ouvrage et la réaction des ouvrages voisins est très faible, que ce soit sur S2 ou sur S3 ;
- Le rabattement induit par le pompage de S3 sur S2 est de l'ordre de 50 cm à l'issue des 72 h, tandis que l'influence de l'exploitation de S2 sur le niveau de S3 en pompage est de l'ordre de 5 à 10 cm en fonction des cycles (durée variable).

Le coefficient d'emmagasinement calculé à partir du suivi du niveau sur le forage S1, situé à 68 m du forage S3 est égal à $9,2.10^{-3}$. Celui calculé à partir du suivi du niveau sur le piézomètre, situé à 59 m du forage S3 est égal à $8,0.10^{-3}$. Ces valeurs sont très proches et caractéristiques d'une nappe libre.

8.1.1.5 Relation avec la pluviométrie

Le suivi de la pluviométrie sur site (avec un pluviomètre à auget) a permis de mettre en relation l'évolution du niveau de la nappe avec les précipitations enregistrées. Il a permis de mettre en évidence une probable recharge assez rapide de la nappe suite aux 2 événements pluvieux enregistrés, pendant l'exploitation du captage S2 et a priori (non vérifiable) en fin de pompage longue durée sur S3.

8.1.1.6 Incidence des pompes sur la rivière

Comme pour les essais de 1997, aucune incidence des pompes sur le niveau du cours d'eau n'a pu être mise en évidence. La Clérette est donc isolée de la nappe via un lit colmaté et ne constitue pas une limite d'alimentation pour la nappe sur le secteur.

8.1.1.7 Micromoulinet et Thermo-conductivité

Un profil au micromoulinet a été réalisé pendant l'essai de pompage par paliers du 9/07/1, au débit de 90 m³/h. Ce dernier a pour but d'identifier les niveaux producteurs sur la hauteur crépinée du forage S3, à partir des vitesses de circulation. Le niveau dynamique était de 9,82 m/repère pendant l'essai.

Ainsi les niveaux producteurs identifiés sont situés entre -19,4 et -19,8 m ; -20,8 et -22,0 m ; -22,2 à -22,4 m, ce qui fait une hauteur productrice de 1,8 m environ.

Le profil de thermo-conductivité permet de confirmer et affiner les observations faites grâce au micromoulinet.

Le profil réalisé sur S3 permet d'observer que la température baisse régulièrement jusqu'à environ 13 m puis remonte légèrement pour se stabiliser vers 16 m à environ 11°C. Cette profondeur correspond approximativement à celle de la pompe. La température n'apporte donc pas d'élément particulier.

La conductivité présente quant à elle une tendance à la baisse jusqu'à 17,8 m puis remonte jusqu'en fond d'ouvrage, pour une gamme de valeurs comprises entre 524 et 546 µS/cm, ce qui représente une eau moyennement minéralisée sans venue d'eau aux caractéristiques physico-chimiques différentes.

8.2 ISOCHRONES, ZONES D'APPEL ET RAYON D'ACTION

8.2.1 ISOCHRONES ET ZONES D'APPEL

Les courbes d'égal temps de transfert en nappe (ou isochrones) qui correspondent au temps qu'il faut à un polluant pour se déplacer du point d'entrée dans la nappe jusqu'à l'arrivée aux captages ont été appréhendées à l'aide de la méthode de WYSSLING.

Pour cela nous avons évalué le front d'appel et les isochrones à 10, 50 et 100 jours. Cette technique de calcul s'appuie sur les formules ci-après :

Largeur du front d'appel :

$$B = \frac{Q}{K \times b \times i}$$

Rayon d'appel :

$$X_0 = \frac{Q}{2\pi \times K \times b \times i}$$

Vitesse effective :

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

Distance correspondant au temps de transfert : $l = U \times t$

Distance (en aval S_u ou en amont S_0) depuis le captage sur l'axe de l'écoulement jusqu'à la distance correspondant au temps t souhaité :

$$S_u \text{ ou } S_0 = 0,5 \times \left(\pm l + \sqrt{l \times \left(l + (8 \times X_0) \right)} \right)$$

Où Q = débit fictif moyen continu du puits (m^3/s),

K = perméabilité (m/s),

b = épaisseur de l'aquifère,

i = gradient de la nappe,

w = porosité efficace,

t = temps souhaité (10, 50 ou 100 jours).

Cette méthode suppose un milieu homogène et isotrope.

La porosité efficace peut donc être assimilée à la valeur du coefficient d'emmagasinement.

Les paramètres adoptés pour les calculs ont été déterminés grâce à aux essais de pompage pratiqués sur le forage S3, ou puisés dans la bibliographie. Dans le cas de cette étude, l'aquifère est à nappe libre, la porosité efficace est donc assimilée au coefficient d'emmagasinement, déterminé lors de l'essai de pompage de 1998 (Document 7). L'ensemble des paramètres hydrodynamiques est indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 17. Paramètres hydrodynamiques de la nappe de la Craie au droit du captage S3

| Paramètres | Unités | Origine des données | Forage S3 |
|----------------------|--------|--------------------------------------|--|
| Nature de l'aquifère | | Carte géologique de Saint-Saëns n°77 | Craie du Turonien |
| Puissance captée | b | m | Coupe technique du forage fournie par ANTEA 13 |
| Transmissivité | T | m^2/s | Valeur moyenne des essais pratiqués sur S3 en 2014 $1,6.10^{-02}$ |
| Perméabilité | K | m/s | $K = T/b$ $1,2.10^{-03}$ |
| Gradient | i | | Gradient moyen observé dans la vallée de la Clérette 8.10^{-03} |
| Porosité efficace | w | | Valeur moyenne des essais pratiqués en 2014 0,9 % |
| Débit moyen | Q | m^3/h | Débit d'exploitation demandé 90 |

Tableau 18. Résultats avec la méthode de Wyssling

| Caractéristiques | | Unités | Extension maximale de l'isochrone | | |
|---|----|--------|-----------------------------------|-----------|-----------|
| Largeur du front d'appel à l'amont | B | m | 195 | | |
| Rayon d'appel vers l'aval | x0 | m | 31 | | |
| Largeur du front d'appel au niveau du captage | B' | m | 98 | | |
| Vitesse effective | U | m/j | 95 | | |
| Caractéristiques | | Unités | 50 jours | 100 jours | 200 jours |
| Distance de transfert | l | m | 4 788 | 9 514 | 18 967 |
| Distance amont | So | m | 4 849 | 9 576 | 19 029 |
| Distance aval | Su | m | 61 | 62 | 62 |

Les isochrones théoriques suivant cette équation sont difficilement représentables sur fond topographique. En effet, la perméabilité importante utilisée pour les calculs confère aux isochrones une extension latérale réduite mais une distance amont très importante (plusieurs kilomètres dès l'isochrone à 50 jours), du fait d'une vitesse de transfert importante (95 m/j). Les isochrones à 50, 100 et 200 jours s'étendent au maximum à près de 19 km, dépassant les limites de l'aire d'alimentation du captage (cf. §0). C'est pourquoi elles n'ont pas été représentées ici.

Compte tenu de la vraisemblable importance des écoulements de type karstique de la nappe dans la zone d'étude, la direction d'écoulement et donc les isochrones sont purement théoriques et les résultats sont donc à interpréter avec précaution.

Ces isochrones théoriques ne permettent que d'appréhender la zone susceptible de correspondre à la zone d'appel si le milieu était homogène, continu et isotrope. Le calcul suivant la méthode de Wyssling permet donc d'appréhender des distances de transfert en fonction du temps, mais sa représentation graphique est insatisfaisante (front d'appel très faible) du fait des valeurs fortes de transmissivité engendrées par le fonctionnement fissuré/karstique de l'aquifère ce qui implique une dispersion beaucoup plus importante liée aux directions préférentielles d'écoulement.

A ce titre, une représentation graphique de la zone d'appel (avec une transmissivité de $1,4.10^{-2}m^2/s$) suivant la méthode de Bear & Jacob a été reportée sur l'Annexe 18. Cette méthode qui s'appuie sur les mêmes règles de calcul que la méthode de Wyssling ne tient pas compte du paramètre « épaisseur d'aquifère capté » mais permet d'induire un coefficient de dispersion. Ici la représentation graphique de la zone d'appel tient compte d'un coefficient de dispersion arbitraire pris en marge de sécurité, de 1,5.

La zone d'appel englobe le contour des isochrones les plus larges à l'aval et à hauteur du captage. Elle reste cependant cantonnée elle aussi aux bois et champs attenants la parcelle du forage. Le front d'appel atteint plus de 250 m en amont du captage S3.

8.2.2 CONE DE RABATEMENT

L'exploitation du forage de Saint-Martin-en-Bière au débit horaire de 60 m³/h (conditionnés au maintien du débit spécifique de l'ouvrage à 3 m³/h/m environ à ce débit) provoque une baisse de niveau de la nappe au droit d'une zone et engendre la formation d'un cône de rabattement. Les paramètres utilisés pour les différents calculs sont :

Tableau 19. Paramètres permettant les calculs d'incidence du captage S3 de Clères

| Paramètres | | Unités | Origine des données | Forage S3 |
|------------------------------|---|-------------------|---|-----------------------|
| Transmissivité | T | m ² /s | Valeur moyenne des essais pratiqués sur S3 | 1,4.10 ⁻⁰² |
| Coefficient d'emmagasinement | S | | Valeur moyenne des essais pratiqués en 1997 et 2014 | 0,9 % |
| Débit d'exploitation | Q | m ³ /h | Débit d'exploitation demandé | 90 |

Il est à noter que les résultats obtenus dans les calculs suivants ne prennent en compte ni la réalimentation vers l'amont, ni l'alimentation par les précipitations et/ou par la drainance. De fait, l'alimentation depuis l'amont hydraulique aboutit à une stabilisation généralement assez rapide du niveau de la nappe. De plus, les résultats sont soumis aux incertitudes sur les valeurs du coefficient d'emmagasinement.

L'influence du forage S3 sur la nappe peut donc être appréciée à l'aide de la géométrie du cône de rabattement (forme et extension) déterminée à partir des formules suivantes (Jacob) :

$$s = \frac{0,183 \times Q}{T} \times \log\left(\frac{2,25 \times t}{d^2 \times S}\right)$$

s est le rabattement de la nappe calculé à une distance donnée du pompage

t est le temps de pompage.

$$R = 1,5 \times \left(\frac{T \times t}{S}\right)^{\frac{1}{2}}$$

R est le rayon d'action du forage, c'est-à-dire la distance théorique à partir de laquelle le rabattement induit par le pompage devient nul. Le calcul théorique réalisé à l'aide de ces formules est valide pour un milieu homogène et isotrope et en l'absence d'alimentation de la nappe.

Tableau 20. Synthèse des résultats de l'influence du forage S3

| | Temps | Distance d par rapport au captage | | | | | | Rayon d'action (m) |
|---|-----------|-----------------------------------|------|-------|-------|--------|--------|--------------------|
| | | 10 m | 50 m | 100 m | 500 m | 1000 m | 3000 m | |
| Rabattement (m) de la nappe à une distance d du captage | 1 jour | 1,14 | 0,68 | 0,48 | 0,03 | 0 | 0 | 550 |
| | 1 semaine | 1,41 | 0,96 | 0,76 | 0,30 | 0,11 | 0 | 1 455 |
| | 1 mois | 1,62 | 1,17 | 0,97 | 0,51 | 0,32 | 0,01 | 3 062 |

Le cône de rabattement induit par le prélèvement est d'extension assez importante (près de 3 km au bout d'un mois) mais d'influence peu importante (30 cm à 1 km de distance du captage).

Le seul ouvrage exploité situé à proximité du pompage est le captage S2 (localisé en Annexe 18). Les impacts du pompage sur S3 ont déjà été évalués lors des différents essais pratiqués sur S3. En effet, S2 est situé à 150 m à l'aval de S3, et lors du pompage longue durée de 72h à 90 m³/h, l'influence sur S2 a été mesurée à 0,5 m. Les rabattements prévisionnels présentés en Tableau 20 sont tout à fait cohérents avec cette mesure de terrain.

Le captage ne générera pas d'incidence significative sur les autres ouvrages de la région captant la nappe de la Craie.

8.3 CONCLUSION PARTIELLE

Ces différentes approches de l'influence des prélèvements se complètent pour nous permettre de définir la zone la plus contributive à l'alimentation en eau du forage S3 de Clères.

Le calcul des isochrones théoriques est surtout dépendant de la transmissivité (composante dispersive) et du sens d'écoulement de la nappe. Bien qu'imparfaits, les résultats donnés par cette approche nous indiquent que le cône de rabattement de la nappe, soumise au prélèvement sur le forage S3 de Clères, s'étend vers le nord-est en suivant l'axe de la vallée de la Clérette.

En regard de la forte transmissivité apparente du forage, les rabattements induits par son exploitation peuvent se ressentir sur de longues distances mais en théorie restent de très faible amplitude et décroissent très vite avec la distance. A priori aucun ouvrage n'est sensiblement impacté par l'exploitation de ce forage.

8.4 VULNERABILITE DE LA NAPPE MOBILISEE

Le forage S3 de Clères capte la formation de la craie du Turonien.

Cet ouvrage bénéficie d'un horizon crayeux plus compact que celui du plateau ou du pied de versant, c'est-à-dire plus sain et donc moins fracturé. Il reste cependant assez fracturé pour fournir les débits souhaités. Une eau circulant dans une zone aquifère trop fracturée est fortement vulnérable aux pollutions potentielles. En effet, une fissuration importante des niveaux superficiels est responsable de la turbidité et de la pollution des eaux souterraines par le biais de l'infiltration des eaux de ruissellement chargées en argiles et polluants. Sur le site d'étude, le choix d'un horizon crayeux plus compact favorise l'autoépuration des eaux provenant de la commune de Clères et induit une vulnérabilité faible de l'aquifère exploité. Dans ce sens, il a été décidé de conserver l'emplacement du forage S3 à son emplacement initial M' et d'arrêter le forage à une profondeur de 24 m afin d'éviter la zone très fissurée. Toutefois, la formation du Turonien affleure en amont du captage et rend la nappe vulnérable à l'infiltration de polluants.

Tableau 21. Coupe lithologique du captage S3 et interprétation

| Profondeur (m) | Epaisseur (m) | Lithologie | Interprétation géologique |
|----------------|---------------|---|---------------------------|
| 0 à 0,7 | 0,7 | Terre végétale et limon de fond de vallée | Quaternaire |
| 0,7 à 7,3 | 6,6 | Craie roulée à silex noir | Turonien |
| 7,3 à 24,00 | 16,7 | Craie marneuse avec silex noirs | |

9 DELIMITATION DE L'AIRE D'ALIMENTATION DE CAPTAGE

9.1 METHODOLOGIE

La méthodologie suivie pour délimiter l'Aire d'Alimentation du Captage est celle proposée par le guide méthodologique du BRGM concernant les études BAC, paru en septembre 2007. En effet, « *pour ce qui concerne les eaux souterraines, il convient de considérer que les notions de « BAC » et d'AAC » sont équivalentes* » (Document 8)

Il s'agit dans un premier temps d'estimer la portion de nappe qui alimente le captage (PNAC), puis de délimiter l'étendue du bassin, en surface, à partir de laquelle se fait la recharge totale de la PNAC (par infiltration des eaux de pluie, d'un cours d'eau, ou de sources ou par percolation des nappes sus-jacentes). Cette étendue de bassin correspond à l'Aire d'Alimentation du Captage.

Nous allons donc procéder en deux étapes, dans l'ordre suivant :

1. délimitation de la PNAC,
2. délimitation de l'AAC, c'est-à-dire, de l'étendue de la surface du sol qui alimente cette portion de nappe

Il convient de préciser dès à présent que l'AAC n'a pas de limites fixes. Sa surface est en effet susceptible d'évoluer en fonction de la variation naturelle de la piézométrie (elle-même fonction de la pluviométrie) et la possible modulation du débit de pompage appliqué à l'ouvrage.

9.2 DETERMINATION DE LA PNAC

La Portion de Nappe Alimentant un Captage (PNAC) correspond à la portion d'un bassin hydrogéologique d'un aquifère (bassin versant souterrain) qui alimente l'ouvrage.

Le guide méthodologique du BRGM (Document 8) préconise de procéder de façon différente suivant le type de porosité de l'aquifère en jeu (porosité continue, porosités de fissures). Comme vu précédemment, l'aquifère de la craie peut être considéré comme continu à grande échelle.

Pour ce type d'aquifère, les informations utiles pour estimer la PNAC sont :

1. les limites structurales de la formation aquifère
2. les cartes piézométriques

9.2.1 LIMITES STRUCTURALES

Les contours de la PNAC peuvent être identifiés au niveau des limites structurales d'extension du réservoir qui peuvent correspondre à des limites tectoniques (rejet de terrains peu perméables au niveau de systèmes de failles), des limites sédimentaires ou d'altération, des changements de nature ou de structure des couches.

La craie Turonienne captée par S3 est régionalement en continuité avec les niveaux crayeux sous-jacents, ce qui ne permet pas de délimiter une limite liée à l'affleurement de cette dernière.

L'assise régionale que constitue la craie ne permet pas d'identifier de limite structurale régionale. Il est toutefois admis que cette dernière a un potentiel aquifère moindre sous recouvrement tertiaire.

9.2.2 METHODE HYDRODYNAMIQUE GRAPHIQUE

Cette méthode est basée sur le tracé de la surface piézométrique. Elle permet de tenir compte de l'hétérogénéité du milieu, de la géométrie du réservoir et de plusieurs états piézométriques.

Précédemment, nous avons identifié plusieurs cartes piézométriques susceptibles d'être utilisées (cf. §6.2.2). Ces cartes présentent les isopièzes de la nappe ainsi que les lignes de partage des eaux souterraines. Ces lignes de partage sont des limites de bassin hydrogéologique. Elles vont nous permettre ici de délimiter la PNAC en amont du captage, soit le bassin versant hydrogéologique ayant l'ouvrage pour exutoire.

Il est possible que la position de ces lignes de partages des eaux souterraines évolue quelque peu avec les fluctuations du niveau piézométrique.

Quelques critiques peuvent toutes fois être émises sur l'exactitude des limites du système hydrogéologique notamment par la densité de points de mesures piézométrique dans certains secteurs favorisant les effets de bord et sujet à interprétation.

Les différentes PNAC définies en fonction des différents états piézométriques disponibles (1977, 2001 et 2006) sont fournies en **Annexe 19**, **Annexe 20**, et **Annexe 21**. L'homogénéité des gradients observés a permis de tracer une seule zone d'appel pour l'ensemble des cartes.

La zone d'appel incluant le lit de la Clérette qui constitue un axe de drainage pour la nappe de la craie, les 2 versants du cours d'eau ont été inclus dans la PNAC du captage.

A noter que la carte piézométrique du rapport Gaudriot (Document 4) ne permet pas de fermer la PNAC dans sa partie amont. Elle permet d'obtenir une enveloppe uniquement en partie proximale du captage.

Par ailleurs, les 2 cartes présentées dans l'Atlas hydrogéologique de Haute Normandie de 2011 (Document 5) diffèrent peu et permettent de tracer la même PNAC (**Annexe 21**).

9.2.3 TRAÇAGE DE LA PNAC PAR COUPLAGE DES METHODES

En superposant les différents tracés obtenus à partir des différentes méthodes, la courbe enveloppe correspondant à la Portion de Nappe Alimentant le Captage a été délimitée.

Cette PNAC, présentée en **Annexe 22**, couvre une surface de l'ordre de 3850 ha.

9.3 EXTENSION DE L'AAC

9.3.1 IDENTIFICATION DES IMPORTS ET DES EXPORTS

Les autres aquifères

Le captage S3 mobilise uniquement la nappe de la Craie.

Les zones d'infiltration

Compte tenu du caractère potentiellement karstique de la craie sur le secteur d'étude, la présence de cavités constituant des points d'entrée vers la nappe et susceptibles de modifier la surface de l'AAC a été étudiée.

Le Document 4 présente une série de traçages effectués sur le bassin de la Clérette en 2001. Cette étude a consisté en l'injection de traceurs à partir de 3 points :

- La bétoire n°1 (Plaine de la Houssette) située respectivement 3,9 et 4,1 km des captages S3 et S2
- La bétoire n°2 (BR n°58) située sur le bord de l'A51 sur la commune de Sierville respectivement à 4,0 et 4,3 km des captages S3 et S2
- La bétoire n°3 (Mare du Mesnil) située sur la commune de Montcauvire respectivement à 1000 et 900 m des captages S3 et S2

Les points de suivi étaient situés au niveau du captage S2, de la source S1, dans la Clérette sous la passerelle du chemin menant à la station de pompage et dans la pisciculture de Montville (après la confluence du Cailly et de la Clérette).

Aucun traceur n'a pu être décelé avec certitude au droit de S1, S2 et de la Clérette, ne permettant pas d'envisager une liaison avec le karst. En revanche une connexion a été observée entre le plateau de Sierville et la vallée du Cailly au niveau de la pisciculture.

Par ailleurs l'atlas hydrogéologique de Haute Normandie (Document 5) recense les bétoires présentes sur le territoire et les traçages effectués à partir de certaines d'entre elles.

Sur l'AAC, 2 traçages mettent en évidence une relation entre le plateau de Sierville et la Clérette. Toutefois, le Document 1 précise d'après les mesures faites en 2014 sur le cours d'eau que ce dernier n'alimente pas la nappe captée par S3. Ainsi il est impossible de faire le lien entre ces bétaires et le captage S3.

Un traçage à la fluorescéine a également été réalisé en 1988 pour évaluer l'impact d'un stockage d'une décharge de refus de compostage en amont des captages AEP. Une relation a pu être mise en évidence entre le point d'injection et la source.

Le lien entre la bétaire n°2 et la pisciculture est représenté.

Une cartographie des ces éléments sur la PNAC précédemment tracée est présentée en **Annexe 23**.

Les bétaires représentées sont très nombreuses sur l'AAC. En l'absence d'information sur leur lien avec le captage de l'étude, il n'est pas possible en l'état d'évaluer leur incidence sur le tracé de l'AAC. Par ailleurs, certaines caractéristiques du captage S3 laissent penser qu'il n'est pas relié à un réseau karstique comme :

- L'absence de pics de turbidité (hormis lors du nettoyage de l'ouvrage, conséquence d'un développement insuffisant, cf. Document 1)
- Une transmissivité de $1,9.10^{-2}$ m²/s
- Une piézométrie peu réactive aux précipitations
- Une qualité des eaux qui laisse penser que le bassin est relativement peu vulnérable aux pollutions de surface, avec des transferts rapides depuis la surface a priori limités.

L'ensemble de ces éléments qui tendant à montrer que le captage n'est pas relié au réseau karstique ne permettent pas d'inclure des bétaires et leur bassin versant à l'AAC du captage S3.

Les eaux de ruissellement de surface

L'Aire d'Alimentation d'un Captage (AAC) est la surface du sol qui contribue à l'alimentation du captage. Cette aire est au minimum égale à la PNAC. Dans le cas où des bassins topographiques (de surface) sont interceptés par la PNAC, il convient d'inclure l'amont de ces bassins dans la délimitation de l'AAC.

La PNAC des captages suit globalement la ligne de partage des eaux superficielles entre les différents bassins topographiques autour du captage.

Toutefois, certaines portions de bassin hydrologique ne sont pas incluses en totalité dans la PNAC. Les eaux de ruissellement de ces bassins seraient en mesure d'atteindre le captage (après ruissellement puis infiltration, **Annexe 24**).

Par conséquent, il est nécessaire d'ajouter à la PNAC les bassins topographiques supplémentaires interceptés.

9.3.2 PERIMETRES DE PROTECTION

Par définition, les périmètres de protection des captages d'alimentation en eau potable sont théoriquement inclus dans l'AAC. Le captage S3 de Clères ne dispose pas encore de périmètres de protection.

9.3.3 TRACE DE L'AAC

L'Aire d'Alimentation du Captage S3 de Clères résulte de la superposition de la PNAC et des bassins topographiques interceptés. Cette AAC, présentée en **Annexe 24**, couvre une surface de l'ordre 10 050 ha englobant la partie amont du bassin de la Clérette. Les communes suivantes y sont incluses totalement ou pour partie :

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| - Anceameville | - Etainpuis |
| - Clères | - Frichemesnil |
| - Mont-Cauvaire | - Bracquetuit |
| - Sierville | - Grigneuseville |
| - Le Bocasse | - Bosc-le-Hard |
| - Butot | - Cottévrard |
| - Beautot | - Esteville |
| - Saint Ouen du Breuil | - Claville-Motteville |
| - La Houssaye-Béranger | - Critot |
| - Grugny | - Authieux-Ratiéville |
| - Varneville-Bretteville | - Saint-Victor-l'Abbaye |
| - Frenay-le-Long | |

9.4 APPROCHE DU BILAN HYDROLOGIQUE

Le calcul du bilan hydrique repose sur le bilan entre les flux entrant et sortant d'un système hydrologique. Un tel calcul de bilan est soumis à de nombreuses incertitudes (définition des pluies efficaces, adaptation à un milieu karstique) mais s'avère tout de même utile pour déterminer si la surface de l'AAC définie est cohérente avec la surface théorique nécessaire pour l'alimentation des captages.

Les résultats de cette estimation sont fournis dans le **Tableau 22**.

Ces résultats montrent que les eaux qui alimentent le captage proviennent en priorité d'un secteur moins étendu que le bassin défini à partir de la piézométrie. La qualité des eaux retrouvée sur les captages laisse également penser que leur alimentation se fait depuis une zone bénéficiant d'une certaine protection naturelle (couvert

forestier), ce qui n'est pas le cas sur la majorité de l'AAC tracée. Toutefois cette aire ne peut toutefois être définie avec plus de précision compte tenu de l'absence de données complémentaires.

Tableau 22. Estimation de la surface d'alimentation théorique

| | |
|--|---|
| Prélèvement maximum au niveau du captage | 400 000 m ³ /an soit 12,7 L/s |
| Pluie efficace moyenne pour une RFU de 150 mm (cf. §5) | 223,9 mm/an soit 7,1 L/s/km ² |
| Surface d'alimentation théorique | 1,8 km ² |

10 VUNERABILITE INTRINSEQUE DE LA NAPPE

La méthodologie de construction de la carte de vulnérabilité intrinsèque est présentée dans le guide méthodologique BRGM/RP-55874-FR de septembre 2007, intitulé « Délimitation des bassins d'alimentation des captages et cartographie de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses » (Document 8).

Les vecteurs de pollution diffuse – nitrates et produits phytosanitaires essentiellement – ont des comportements très différents lors de leur migration dans le sol et le sous-sol. Les nitrates sont très mobiles, alors que ce n'est pas nécessairement le cas des pesticides.

« Il n'est donc pas possible de cartographier une vulnérabilité représentant l'ensemble de ces comportements. La prise en compte de la nature des polluants dans la cartographie de la vulnérabilité suppose donc de dresser plusieurs cartes, prenant en compte les spécificités liées aux différentes espèces : le sol notamment, est dans cette approche un élément moteur prépondérant. »

[...]

« L'enjeu implicitement considéré n'est pas la ressource en eau souterraine en tant que telle, mais la qualité de l'eau pompée au niveau du captage d'eau potable. De fait, cela suppose que l'on prenne en compte l'écoulement de l'eau dans l'aquifère (la vulnérabilité doit prendre en compte la percolation de l'eau jusqu'à la nappe mais aussi sa circulation dans l'aquifère). »

La vulnérabilité intrinsèque d'une ressource en eau est donc calculée par l'addition de plusieurs paramètres classifiés et pondérés, dont la nature exacte et la pondération sont fonction du type d'aquifère mis en jeu :

- aquifère continu,
- aquifère fissuré (discontinu),
- aquifère karstique.

Selon les formules de calcul impliquant les différents paramètres pondérés, la valeur finale de la vulnérabilité varie entre 4 (vulnérabilité très élevée) et 0 (vulnérabilité très faible).

Tableau 23. Détail des classes de vulnérabilité

| Valeur indice | Classe | Vulnérabilité |
|---------------|--------|---------------|
| 3,2 - 4 | 4 | Très élevée |
| 2,4 - 3,19 | 3 | Elevée |
| 1,6 - 2,39 | 2 | Modérée |
| 0,8 - 1,59 | 1 | Faible |
| 0 - 0,79 | 0 | Très faible |

10.1 METHODE DRASTIC

Dans le cadre du calcul de la vulnérabilité pour un aquifère de type « continu » (adapté de la méthode DRASTIC, USGS) les paramètres suivant sont pris en compte :

- o Pluie efficace, P : obtenue par élaboration du bilan hydrique à partir de la pluviométrie, de l'évapotranspiration potentielle (ETP) et de la réserve utile des sols (RU).
- o Sol, S : la caractérisation des sols est obtenue à partir des cartes existantes et des nomenclatures de classement en fonction de la nature des sols, de leur épaisseur et de leur teneur en éléments grossiers.
- o Infiltration efficace, I : obtenue par la méthode IDPR (Indice de Développement et de Persistance des Réseaux), par données de terrains (cases lysimétrique) ou par d'autres méthode d'évaluation.
- o Epaisseur de la zone non saturée, H : obtenue par comparaison de l'altitude de la surface piézométrique et du terrain naturel.
- o Perméabilité de l'aquifère, K : obtenue à partir des pompages d'essais et/ou données bibliographiques.

Le poids de ces paramètres est proposé par le guide méthodologique :

Tableau 24. Critères pondérés proposés par le guide méthodologique

| Paramètres | Abréviation | Poids (%) |
|--|-------------|-----------|
| Pluie efficace | P | 10 |
| Sol | S | 25 |
| Infiltration (IDPR ou autre paramètre) | I | 30 |
| Epaisseur de la ZNS | H | 20 |
| Perméabilité | K | 15 |
| Total | | 100 |

Basé sur cette pondération, la formule de calcul est la suivante :

$$\text{Vulnérabilité intrinsèque} = 0,1 P + 0,25 S + 0,3 I + 0,2 H + 0,15 K$$

« A l'heure actuelle, les méthodes existantes de cartographie de la vulnérabilité peinent à trouver une unanimité quant aux paramètres à prendre en compte ». En l'occurrence, la méthodologie proposée par le guide méthodologique s'applique de manière satisfaisante à l'ensemble constitué par la nappe « libre » du réservoir de la craie, bien que la nature parfois karstique des écoulements peuvent être source de discussion quand à une éventuelle adaptation de la méthode en prenant en compte des paramètres différents ou une pondération modifiée.

10.2 METHODE DISCO

Dans le cadre du calcul de la vulnérabilité pour un aquifère de type « discontinu » (adapté de la méthode DISCO) les paramètres suivant sont pris en compte :

- Discontinuités, D : obtenue par photo-interprétation et/ou traçage. L'objectif est de déterminer les zones de transfert entre les zones d'infiltration et le captage.
- Sol, S : la caractérisation des sols est obtenue à partir des cartes existantes et des nomenclatures de classement en fonction de la nature des sols, de leur épaisseur et de leur teneur en éléments grossiers.
- Infiltration efficace, I : obtenue par la méthode IDPR (Indice de Développement et de Persistance des Réseaux), par données de terrains (cases lysimétrique) ou par d'autres méthode d'évaluation.

Le poids de ces paramètres est proposé par le guide méthodologique :

Figure 6. Critères pondérés proposés par le guide méthodologique (vulnérabilité intrinsèque)

| Paramètres | Abréviation | Poids (%) |
|--|-------------|-----------|
| Discontinuités | D | 50 |
| Sol | S | 30 |
| Infiltration (IDPR ou autre paramètre) | I | 20 |
| Total | | 100 |

Basé sur cette pondération, la formule de calcul est la suivante :

$$\text{Vulnérabilité intrinsèque} = 0,5 D + 0,2 S + 0,2 I$$

Les éléments IDPR et Sol sont les mêmes que pour la méthodologie DRASTIC.

En ce qui concerne l'étude des discontinuités, il est possible de réaliser une photo-interprétation de l'AAC, à partir des données de l'IGN. Un report des structures peut être fait sur une carte au 1/10 000^e ou au 1/5 000^e dans le but d'analyser les discontinuités structurales préexistantes pouvant conditionner le réseau des écoulements souterrains dans le voisinage de l'ouvrage.

Ces éléments permettront de déterminer les différentes (dans la mesure du possible) les classes de discontinuité de D0 (non fracturé) à D4 (très fracturé et en connexion rapide avec le captage) indiquées dans la méthodologie du BRGM.

10.3 METHODOLOGIE RISKE

Dans le cadre du calcul de la vulnérabilité pour un aquifère de type « discontinu karstique » (adapté de la méthode RISKE) les paramètres suivant sont pris en compte :

- o Roche, R : obtenue par analyse des cartes géologiques et des visites de terrains. Ce paramètre définit la vulnérabilité liée à la nature de la roche ;
- o Infiltration, I : obtenue par le biais de l'étude du Modèle Numérique de Terrain (MNT) et ne tient compte que de la pente.
- o Sol, S : la caractérisation des sols est obtenue à partir des cartes existantes et des nomenclatures de classement en fonction de la nature des sols, de leur épaisseur et de leur teneur en éléments grossiers.
- o Karstification, K : obtenue à partir de l'étude du réseau karstique.
- o Epikarst, E : l'Epikarst correspond à la partie superficielle du karst où la formation carbonatée peut se retrouver très altérée et très fracturée peut jouer un rôle de réservoir temporaire (permettant une infiltration lente. La mise en évidence d'une zone épikarstique est très délicate lorsqu'elle est recouverte par des formations superficielles. Dans le bassin d'alimentation des sources des trois fontaines, ce paramètre n'est pas connu.

Le poids de ces paramètres est proposé par le guide méthodologique :

Figure 7. Critères pondérés proposés par le guide méthodologique

| Paramètres | Abréviation | Poids (%) |
|----------------|-------------|-----------|
| Roche | R | 30 |
| Infiltration | I | 50 |
| Sol | S | 10 |
| Karstification | K | 10 |
| Total | | 100 |

Basé sur cette pondération, la formule de calcul est la suivante :

$$\text{Vulnérabilité intrinsèque} = 0,3 R + 0,5 I + 0,1 S + 0,1 K$$

La valeur finale de la vulnérabilité varie entre 4 (vulnérabilité très élevée) et 0 (vulnérabilité très faible).

« A l'heure actuelle, les méthodes existantes de cartographie de la vulnérabilité peinent à trouver une unanimité quant aux paramètres à prendre en compte ». En l'occurrence, la méthodologie proposée par le guide méthodologique s'applique de manière satisfaisante à l'ensemble constitué par la nappe « libre » du réservoir des Calcaires de Brie, bien que la nature parfois karstique des écoulements peuvent être source de discussion quand à une éventuelle adaptation de la méthode en prenant en compte des paramètres différents ou une pondération modifiée.

10.4 DEFINITION DES PARAMETRES

10.4.1 PLUIE EFFICACE

Les valeurs de pluies efficaces calculées précédemment (cf. §5) sont comprises entre 172 mm et 105,3 mm avec une moyenne à 139 mm.

Suivant la valeur de pluie efficace annuelle déduite, la gamme de valeur de l'indice de vulnérabilité spécifique au paramètre « Pluie efficace » se répartit de la façon suivante :

Tableau 25. Classes de vulnérabilité pour le paramètre P

| | | | | | |
|---------------------|-------|---------|---------|--------|-----|
| valeur de l'indice | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Pluie efficace (mm) | > 300 | 200-300 | 100-200 | 50-100 | <50 |

10.4.2 SOL

La vulnérabilité intrinsèque au paramètre « S », caractérisant le sol, a été définie sur la base de la classification ci-dessous, établie par le BRGM dans son guide méthodologique (Document 8). Elle est valable quelle que soit la région concernée.

Tableau 26. Classes de vulnérabilité pour le paramètre S

| % Cailloux | Texture | | |
|------------|---------|-------|-------|
| | argile | limon | sable |
| 0 – 15 % | 1 | 1 | 2 |
| 15 – 60 % | 1 | 2 | 3 |
| > 60 % | 2 | 3 | 3 |

| Epaisseur | Nature du sol | | | |
|-------------|---------------|---|---|---|
| | Inconnue | 1 | 2 | 3 |
| > 100 cm | 1 | 1 | 2 | 3 |
| 20 – 100 cm | 2 | 2 | 3 | 4 |
| 0 – 20 cm | 3 | 3 | 4 | 4 |
| nulle | 4 | 4 | 4 | 4 |

Les paramètres à renseigner sont le pourcentage d'éléments grossiers, la texture du sol et son épaisseur.

La seule carte pédologique existante est peu précise et à très grande échelle puisqu'il s'agit du Référentiel pédologique de Haute Normandie (*Document 13*) au 1/250 000^e. Ce document ne présente ni répartition de la texture, de l'épaisseur et du pourcentage d'éléments grossiers du sol.

La classification proposée est fournie dans le tableau suivant et est basée sur l'épaisseur de la formation :

Tableau 27. Classes de vulnérabilité pour le paramètre Sol/Protection

| | | | | | |
|--------------------|----|-----|------|-------|-----|
| valeur de l'indice | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Epaisseur (m) | <2 | 2-5 | 5-10 | 10-20 | >20 |

10.4.3 INFILTRATION EFFICACE

L'Indice de Développement et de Persistance des Réseaux (IDPR) permet de rendre compte de façon indirecte de la capacité intrinsèque des terrains à laisser s'infiltrer ou ruisseler les eaux de pluie. L'indice est la résultante de la comparaison du réseau hydrographique existant et d'un réseau théorique reconstitué à partir des seules données topographiques.

L'IDPR existe sous forme de grille, discrétisé en carrés de 50m de côté. Les données nous ont été fournies par le BRGM.

Suivant la valeur de l'IDPR, la gamme de valeur de l'indice de vulnérabilité du paramètre I se répartit de la façon suivante :

Tableau 28. Classes de vulnérabilité pour le paramètre IDPR

| Valeur de l'indice | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|--------------------|-------|---------|----------|-----------|-----------|
| IDPR | 0-400 | 400-800 | 800-1200 | 1200-1600 | 1600-2000 |

Toutefois, comme préconisé dans le guide BRGM, l'IDPR n'est pas adapté pour les petites surfaces, ce qui est le cas pour le captage d'Anceaumeville. Aussi, nous avons préféré utiliser les classes de pentes.

Dans ce cas, l'infiltration est déterminée par le biais de l'étude du Modèle Numérique de Terrain (MNT) et ne tient compte que de la pente. La pente favorise le ruissellement au détriment de l'infiltration et les bétoures favorisent une infiltration rapide jusqu'à l'aquifère.

Plusieurs classes d'infiltration sont prises en compte :

I0 : Cette classe regroupe les zones où les pentes sont très fortes (>50%), induisant un ruissellement de l'eau très important et une infiltration négligeable. Cette classe n'est pas retrouvée sur le bassin.

I1 : zones où les pentes sont fortes (15-50%) favorisant le ruissellement.

I2 : zones de pentes moyennes (5-15%) et/ou zones où le ruissellement est limité en terrains carbonaté (comme les vallées sèches).

I3 : zones à pentes faibles (0-5%) où le ruissellement est limité et l'infiltration beaucoup plus forte.

10.4.4 EPAISSEUR DE LA ZONE NON SATURÉE

L'épaisseur de la zone non saturée a été définie par soustraction de la cote du niveau piézométrique à la cote du sol. La première a été renseignée à partir de la carte piézométrique des hautes eaux de 2009. De cette façon, nous tenons compte des plus petites valeurs de ZNS susceptibles d'exister au niveau de l'AAC et traduisant une plus forte vulnérabilité vis-à-vis de la nappe.

En effet, selon la classification dressée par le BRGM, présentée ci-dessous, plus l'épaisseur de zone non saturée est fine, plus la vulnérabilité associée est élevée.

Tableau 29. Classes de vulnérabilité pour le paramètre ZNS

| Valeur de l'indice | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|--------------------|----|-----|------|-------|-----|
| Épaisseur ZNS (m) | <2 | 2-5 | 5-20 | 20-50 | >50 |

10.4.5 PERMEABILITE

La perméabilité peut être obtenue à l'aide de la formule : $K = T/e$, avec T la transmissivité et e, l'épaisseur mouillée de l'aquifère capté.

La perméabilité obtenue est de l'ordre de 1.10^{-3} m/s (cf. §8.3.1). Cette valeur correspond à une vulnérabilité élevée (indice n°3).

Tableau 30. Classes de vulnérabilité pour le paramètre K

| Valeur de l'indice | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|--------------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| Perméabilité (m/s) | $> 10^{-3}$ | $10^{-4} - 10^{-3}$ | $10^{-5} - 10^{-4}$ | $10^{-7} - 10^{-5}$ | $< 10^{-7}$ |

10.4.1 DISCONTINUITES, D

Ce paramètre caractérise le transfert de l'eau au sein de l'aquifère depuis la zone d'infiltration jusqu'au captage. En effet, dans le cas d'aquifères fissurés ou karstique, ce transfert s'effectue préférentiellement à travers les failles et les zones fracturées.

Ce paramètre est subdivisé en 5 classes dans le guide du BRGM (*Erreur ! Source du renvoi introuvable.*). Leurs caractéristiques sont présentées ci-dessous :

D0 : Roche saine non altérée et non fracturée. Absence de connexion hydraulique avec le captage

D1 : Secteur avec connexion hydraulique lente au captage (>15 à 30 jours) mise en évidence par essais de traçage ; existence de phénomène d'atténuation (pic étalé de restitution du traceur). Secteur caractérisé par de faibles conductivités hydrauliques.

D2 : Secteur avec faible connexion hydraulique au captage (environ 10 jours). Zone de conductivité hydraulique moyenne ou discontinuités sans connexion hydraulique rapide avec le captage : dans zone d'altération et dans zone fissurée.

D3 : Zone de discontinuités bien connectées au captage avec phénomène d'atténuation limité, testées par essai de traçage (réponse rapide et concentrée du pic, en quelques jours). Dans zone fissurée de l'aquifère, grandes fractures bien connectées avec le captage.

D4 : Zone de discontinuités connectées de manière rapide (environ 10 à 24 heures), pas de phénomène d'atténuation significatif.

10.4.2 ROCHE

Ce critère caractérise le type de formation qui constitue la roche aquifère. En effet, la nature de la formation géologique contrôle en partie les circulations d'eau et donc le transfert de polluants potentiels dans la zone non saturée et dans la zone saturée.

La fracturation est prise en compte simultanément à la lithologie des couches.

Plusieurs classes de roches sont prises en compte :

R0 : influence nulle à très faible sur la vulnérabilité. Cette classe regroupe les formations marneuses (35-65% d'argiles) qui, si elles peuvent être aquifères, auront une influence très limitée en termes de vulnérabilité les circulations d'eau restant relativement lentes.

R1 : influence faible sur la vulnérabilité. Cette classe regroupe les formations marno-calcaires (25-35% d'argiles) qui auront une influence limitée en termes de vulnérabilité puisque les circulations d'eau restant encore relativement lentes.

R2 : influence moyenne sur la vulnérabilité. Cette classe regroupe les formations de marneux (10-25% d'argile).

R3 : influence forte sur la vulnérabilité. Cette classe regroupe les formations calcaires et dolomitique, soit en gros bancs non fracturés, soit en petits bancs avec des intercalations argilo-marneuses avec une fracturation homogène. Ce type de formation permet des circulations relativement faciles et rapides. C'est le cas notamment de la craie.

R4 : influence très forte sur la vulnérabilité. Cette classe regroupe les formations les plus vulnérables constituées par les calcaires en gros bancs massif affectés d'une fracturation importante.

10.4.3 KARSTIFICATION

Le paramètre karstification représente la connexion entre le réseau karstique et le captage étudié.

La classification retenue pour ce paramètre est la suivante :

K0 : Karst unaire non fonctionnel c'est-à-dire système carbonaté dont le degré de karstification ne permet pas un fonctionnement karstique : pas de récupération du traceur dans le cas des traçages artificiels ou très faible restitution.

K1 : Karst unaire peu/moyennement fonctionnel avec des vitesses de traçage artificiel lentes et des temps de séjour longs.

K2 : Karst unaire fonctionnel avec des indices de karstification développée : des vitesses de traçage artificiel rapides, une forte variabilité du débit et de la chimie de la source ou karst binaire pas / peu fonctionnel.

K3 : Karst binaire moyennement fonctionnel avec un réseau karstique bien développé, présence d'un drain collecteur de petite taille connecté avec la surface. Traçage(s) à circulation rapide.

K4 : karst binaire très fonctionnel avec un réseau karstique très bien développé et la présence d'un drain de grande taille connecté avec la surface. Traçage(s) à circulation rapide.

10.5 CHOIX DE LA METHODE

Selon la formation rencontrée, différents paramètres permettent de définir la typologie de l'aquifère. Ces paramètres rapportés au captage S3 sont définis ci-dessous.

Tableau 31. Caractérisation de l'aquifère selon les différents paramètres

| Critère | Captage S3 | Type d'aquifère |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| Lithologie | craie | 3 types |
| Structure | Hétérogène avec réseaux de drainage | karstique |
| Taille du bassin versant souterrain | 100 km ² | karstique |
| Débit de production | 90 m ³ /h | Continu |
| Turbidité | rare | Continu |
| Surface piézométrique | corrélée à la topographie | Fissuré |
| Variation du niveau piézométrique | moyenne | Continu |
| Perméabilité | moyenne 1,2.10 ⁻⁰³ m/s | Continu |

La méthode RISKE est utilisée en cas de mise en évidence de phénomène karstique au niveau du captage. Hors, comme vu en §9.3.1, aucun karst n'a pu être mis en relation avec les captages de vallée. De plus le captage ne montre pas d'indices karstiques (pas de turbidité, perméabilité et débit moyens).

Compte tenu de ces éléments, il convient d'utiliser plutôt la méthode DRASTIC ou la méthode DISCO.

La méthode DISCO ne comptant que 3 paramètres dont le paramètre sol qui est peu discrétisé sur le territoire et (carte régionale au 1/250 000^e) et se basant sur l'étude des linéaments sans savoir si ces derniers sont connectés au captage S3, elle est moins sécuritaire que la méthode DRASTIC. Ainsi nous pérorons cette dernière méthode pour la vulnérabilité intrinsèque de l'AAC S3.

CONCLUSION

L'alimentation en eau potable du SMAEPA est actuellement assurée par le réseau AEP du Syndicat, lui-même alimenté par les captages d'Anceameville (S2) et Sierville (forage du château d'eau). Le SMAEPA souhaite actuellement mettre en service son nouveau captage S3

Afin de protéger sa nouvelle ressource en eau potable, le syndicat a lancé une procédure visant à instaurer un périmètre de protection autour de son captage (indice n°00775X0105).

Ce forage profond de 50 m, capte la nappe de la craie du Turonien, sous un faible recouvrement de limons dans la vallée de la Clérette. Cette nappe, libre sur le secteur d'étude, bénéficie d'une faible protection naturelle de limons et sables et grès de Fontainebleau au niveau des plateaux et affleure dans les vallées.

La nappe est principalement alimentée par les précipitations efficaces via les zones de transfert préférentielles au niveau des vallées, et par drainance descendante depuis le Stampien et les limons.

Le SMAEPA souhaite aujourd'hui exploiter le forage de Saint-Martin-en-Bière à un débit de 60 m³/h et 1 200 m³/j en régime de pointe. Le pompage d'essai effectué en 2014 montre que la capacité de production du forage est parfaitement suffisante pour pouvoir assurer ces besoins ainsi que les besoins prévisionnels d'ici 2030 (1 200 m³/j en régime de pointe).

D'après l'étude des paramètres hydrodynamiques, la zone d'appel s'étend vers le NE, dans l'axe de la vallée de la Clérette. Le rabattement induit par le pompage est assez fort à proximité immédiate du captage mais diminue très vite pour atteindre des rabattements induits centimétriques au-delà de 100 m de distance au bout d'une journée de pompage. Le captage a une d'incidence modérée au droit des autres ouvrages présents dans la vallée (S2 notamment).

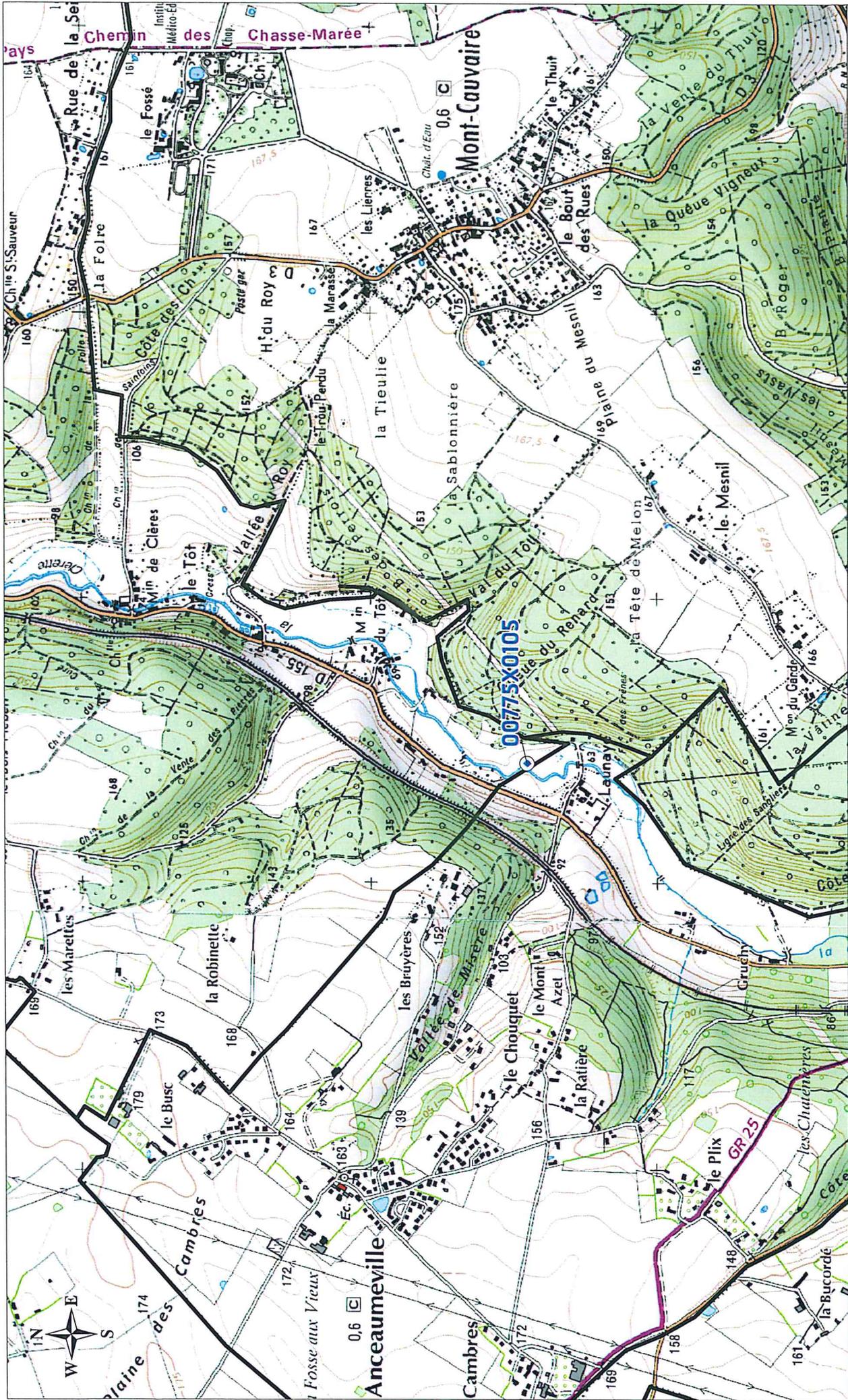
L'eau brute prélevée sur ce forage est de bonne qualité pour tous les paramètres testés lors des analyses chimique effectuées. Toutefois, la tendance observée sur l'ensemble des ouvrages voisins est une augmentation des nitrates assez sensible depuis plus de 20 ans.

Nanterre, le 16 octobre 2015

Cloé LE GUELLEC
Hydrogéologue – Responsable de projet

ANNEXES

Annexe 1. LOCALISATION DU CAPTAGE ET DU SMAEPA SUR FOND TOPOGRAPHIQUE



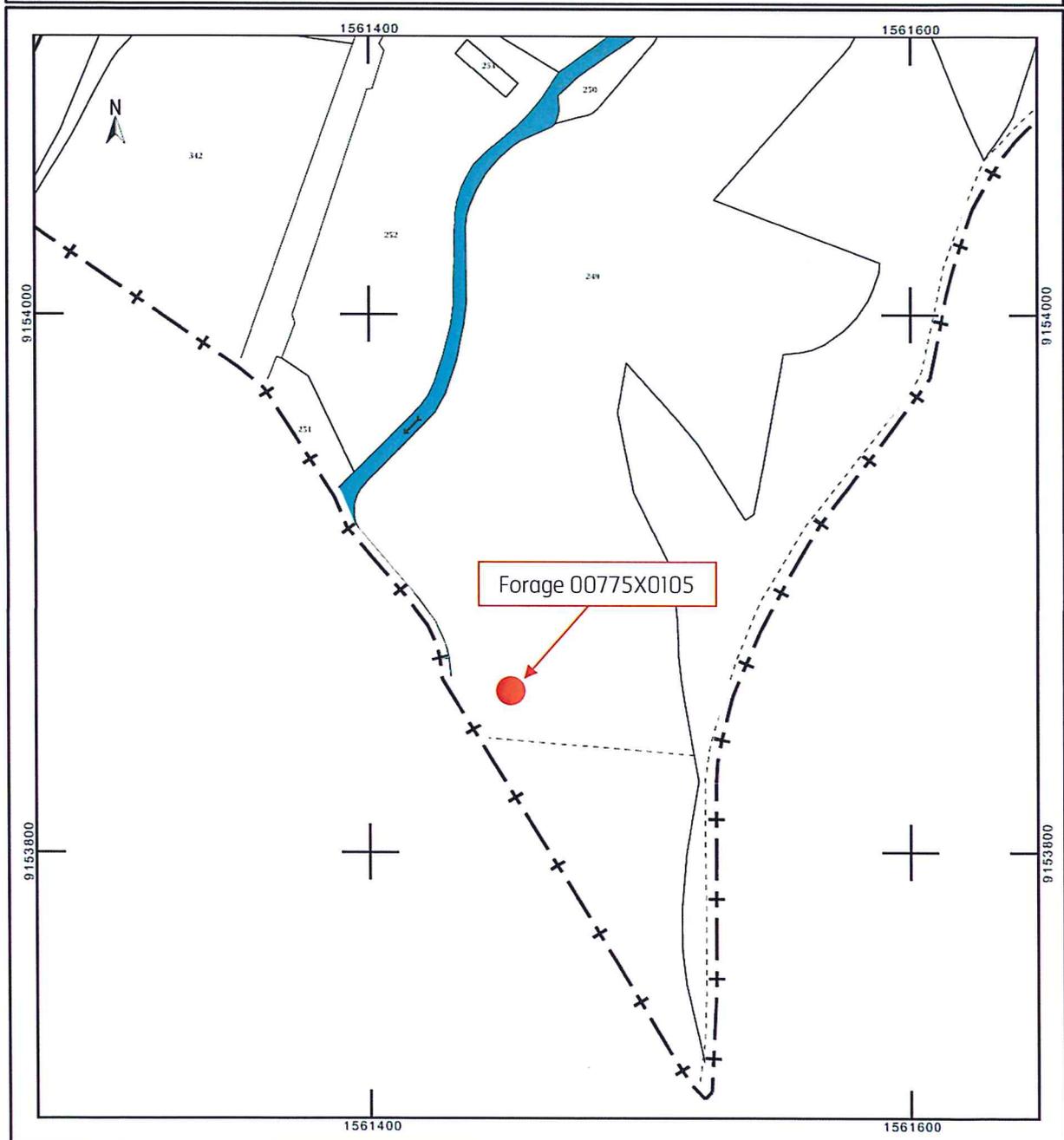
Légende

-  Captage S3
-  Limite de commune



Annexe 2. LOCALISATION DU CAPTAGE SUR PLAN CADASTRAL NORMALISE

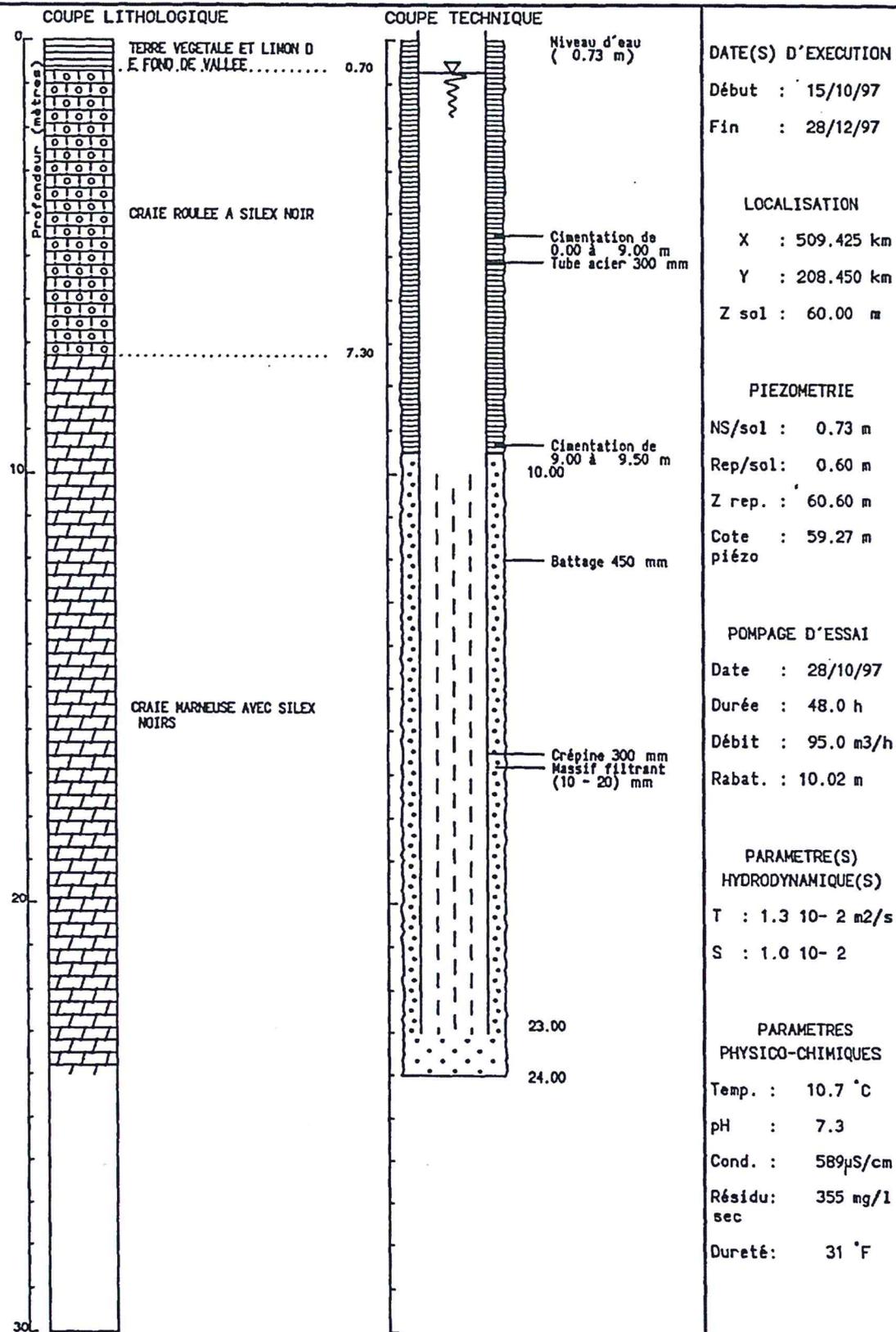
| | | |
|---|--|---|
| Département : SEINE-MARITIME | DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES ----- EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL ----- | Le plan visualisé sur cet extrait est géré par le centre des impôts foncier suivant : CDIF Rouen 1 Cité administrative 21 quai Jean Moulin 76032 76032 ROUEN CEDEX tél. 02 32 18 92 92 -fax 02 32 18 92 89 cdif.rouen-1@dgifp.finances.gouv.fr |
| Commune : CLERES | | Cet extrait de plan vous est délivré par : cadastre.gouv.fr |
| Section : C Feuille : 000 C 02 | | |
| Échelle d'origine : 1/2500 Échelle d'édition : 1/2000 | | |
| Date d'édition : 23/10/2015 (fuseau horaire de Paris) | | |
| Coordonnées en projection : RGF93CC50 ©2014 Ministère des Finances et des Comptes publics | | |



Annexe 3. COUPE LITHOLOGIQUE ET TECHNIQUE AU DROIT DU CAPTAGE S3

Département : Seine Maritime
 Commune : CLERES

N° classement : 0077-5X-0105
 Désignation : MPRIM



Annexe 4. RAPPORT D'INSPECTION ENDOSCOPIQUE DU FORAGE S3

Examen du forage par caméra immergée

5.1 Intervention

L'inspection vidéo du forage a été réalisée le lundi 7 juillet 2014 en régime STATIQUE puis en régime DYNAMIQUE le 9 juillet 2014 lors de l'essai de pompage par paliers (à 5 paliers de débits distincts).

Le matériel mis en œuvre par la société DIR'eau comprenait un ensemble vidéo inspection GEOVISTA GVCAM II composé des éléments suivants :

- ✓ Caméra en acier inoxydable à double visée : radiale avec rotation à 360° (gauche et droite) infinie et axiale avec rotation à 360° (gauche et droite) infinie ;
- ✓ Éclairage à LED blanche pour les 2 objectifs, immergeable jusqu'à 500 m (72 mm de diamètre dépourvue d'éclairages annexes).

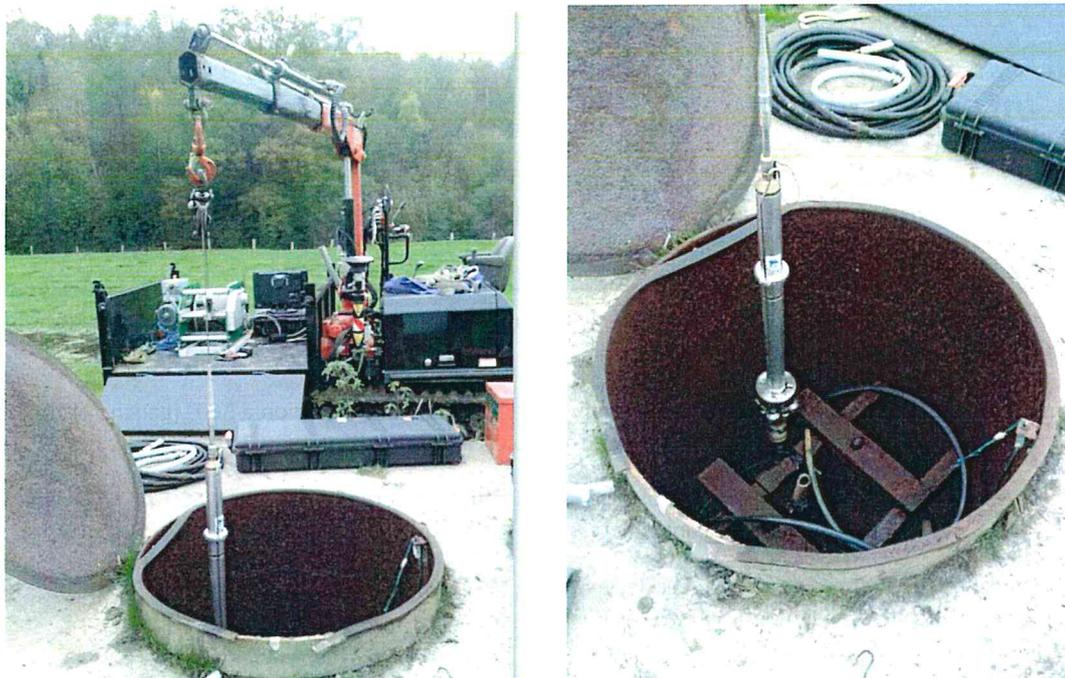
Un touret de 500 mL de coaxial blindé, motorisé avec incrémentation sur la vidéo du linéaire de coaxial et variation de vitesse (alimentation 220 AC).



L'ensemble étant piloté à partir d'une régie de contrôle comprenant : panel de commande, éclairage, vitesse touret, prises diverses, écran couleur LCD 17 cm, objectifs, rotation...

L'enregistrement des séquences vidéo a été réalisé sur DVD (et format informatique) au moyen d'un enregistreur SONY 220 V AC.

Clichés : Illustration du matériel mis en œuvre lors d'un passage caméra (crédit photo explor-e – clichés d'archives)



5.2 Caractéristiques générales

On se réfèrera à la coupe technique du forage de S3 d'Anceaumeville (indice BRGM 0077-5X-0105) en annexe 3 et à son inspection vidéo en annexe 4.

Annexe 3 : Coupe technique du forage S3 d'Anceaumeville (indice BRGM 0077-5X-0105) recollée à partir des observations faites lors de l'inspection vidéo

Annexe 4 : DVD – Inspection vidéo du forage S3 d'Anceaumeville (indice BRGM 0077-5X-0105)

5.3 Compte-rendu de l'inspection vidéo du forage S3 d'Anceaumeville (indice BRGM 0077-5X-0105)

Toutes les cotes sont référencés par rapport à l'arase du casing en acier (=R).

Le zéro de la caméra a été réalisé de -0,30 m/R.

5.3.1 Tête de forage

Il s'agit d'un forage en acier E24-2 Ø 300 x 325mm.

Le forage de captage est situé en extérieur et ne dispose pas d'édicule de protection.

Le forage est fermé en tête par un capot en acier E24-2, fermé par une barre cadénassée traversante.

Le forage S3 est un forage d'essai jamais équipé ni exploité.

Il présente un hors-sol de 1,20 m/TN.

On distingue à sa base une cimentation annulaire sommitale Ø 450 mm, régulière, située à l'arase du TN.

5.3.2 Casing hors d'eau

Il s'agit d'un tube lisse en acier E24-2 Ø 300 x 325mm.

La surface du tubage acier apparaît normalement oxydée, plus ou moins régulière, sans défaut structurel apparent.

A partir de -1,10 m/R, le casing présente une oxydation (corrosion) plus avancée, ce qui engendre un effeuillement du casing. Ce dernier se délite en plaques plus ou moins importantes.

On distingue 1 jonction soudée à -0,61 m/R.

Cette jonction correspond au repère utilisé lors des essais de pompage de 1997.

Le forage a ensuite été rehaussé contre les crues de la Clérette.



1^{re} jonction soudée rencontrée hors eau



Vue d'ensemble du tube lisse HORS EAU



Tube lisse hors eau avec corrosion plus prononcée engendrant un effeuillement du casing



5.3.3 Eau

Le niveau d'eau statique est rencontré à -1,51 m/R.

En **régime STATIQUE**, l'eau apparaît claire sans particules minérales et/ou colloïdales en suspension, sur toute la hauteur.

En **régime DYNAMIQUE**, la qualité de l'eau a été contrôlée par ITV depuis la base de la pompe (placée à -13,50 m/R) jusqu'au fond du forage.

On distingue des venues de particules crayeuses de teinte blanche et de turbidité (conséquence des vitesses de circulation d'eau) à partir de -22,10 m/R, jusqu'au fond.

Sous l'influence du pompage, cette « colonne d'eau turbide » remonte jusqu'à la pompe, mais reste « centrale » dans l'ouvrage. En effet, de -22 m/R jusqu'à la pompe, les venues d'eau sont dépourvues de particules et de turbidité, générant une couronne d'eau claire.

La turbidité s'estompe progressivement dans le temps, sous l'influence du pompage.

Plus le débit est important, plus le temps d'éclaircissement de l'eau est long.

Les séries de photos ci-après illustrent les venues d'eau turbide et d'eau claire en pompage, lors de chacun des 5 paliers de débit de l'essai de puits.

Les prises de vue se situent en début de pompage.

Q = 30 m³/h



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine de plus en plus faibles, eau turbide à partir de -20,20 m/R

Q = 50 m³/h



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine



Turbidité de plus en plus généralisée



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau plus ou moins claire depuis l'ensemble de la crépine

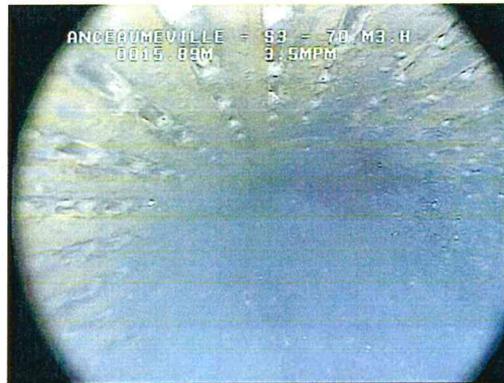


Turbidité généralisée avec venues de particules de carie au droit de certaines fentes oblongues

Q = 70 m³/h



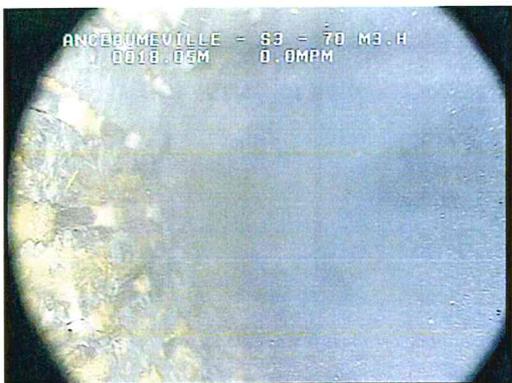
Colonne d'eau peu turbide



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine, avec particules de craie en suspension



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine, avec particules de craie en suspension



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine, avec particules de craie en suspension, qui diminuent avec le temps de pompage



Q = 90 m³/h



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine avec particules de craie en suspension



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine



Turbidité généralisée à proximité du fond



Venues de particules de carie au travers de certaines fentes oblongues

Q = 106 m³/h



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine avec particules de craie en suspension



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine avec particules de craie en suspension



Colonne d'eau « centrale » chargée en turbidité avec venues d'eau claire depuis l'ensemble de la crépine avec particules de craie en suspension

A L'ARRET



Arrivées d'eau (EN STATIQUE) avec venues de particules de craie au travers de certaines fentes

5.3.4 Casing immergé

5.3.4.1 Partie non captante

Il s'agit de la continuité du tube lisse de tête, rencontré hors eau, en acier E24-2 \varnothing 300 x 325mm.

Le tube lisse immergé présente une incrustation irrégulière de teinte homogène grisâtre à foncée.

Cette incrustation se traduit par la présence d'un concrétionnement irrégulier, peu volumineux, plus ou moins friable (hydroxyde de fer). Ce dernier apparaît par zones bien localisées, plus dense que sur le reste du tubage.

A partir de -4,90 m/R, l'incrustation apparaît plus homogène et se traduit par des petits nodules épars, réguliers tapissant la quasi-totalité de la surface du casing.

On peut y distinguer de rares concrétions isolées plus volumineuses et très peu étendues.

A -10,95 m/R, la jonction du tube lisse et de la partie captante présente une corrosion plus avancée sous forme d'un concrétionnement plus dense et plus volumineux.



Tube lisse recouvert d'une incrustation irrégulière et hétérogène



Tube lisse recouvert d'une incrustation irrégulière et hétérogène



Tube lisse recouvert d'une incrustation irrégulière et hétérogène



Tube lisse irrégulièrement corrodé



Jonction soudée



Tube lisse avec incrustation régulière et modérée



Tube lisse avec incrustation régulière et modérée



Tube lisse avec incrustation régulière et modérée, rares concrétions isolées plus volumineuses



Tube lisse avec incrustation régulière et modérée



Vue d'ensemble de la base du tube lisse et du sommet de la partie crépinée



Jonction tube lisse et partie captante

5.3.4.2 Partie captante

Le top crépine est établi à -10,95 m/R.

Il s'agit d'une crépine en acier E24-2 Ø 300 x 325mm à fentes oblongues verticales (slot de 6 mm – CO de 15% selon la coupe du BRGM).

De -10,95 à -22,10 m/R

Le casing de la crépine présente une incrustation plus ou moins régulière, très hétérogène, conséquence de la corrosion de l'acier.

Cette dernière se traduit par la présence d'un concrétionnement irrégulier, peu épais et peu volumineux, recouvrant certaines zones de la crépine. De nombreuses autres zones apparaissent dépourvues de dépôts indurés et laissent entrevoir « l'acier même » du casing.

Les fentes oblongues apparaissent dans leur ensemble toutes dégagées, laissant facilement entrevoir le massif de gravier filtre à l'extrados.

Ce dernier apparaît homogène, sans zone de vide apparente et « intègre », sans dépôts colloïdaux et/ou minéraux apparents.

En plan plus rapproché, on peut apercevoir sur les zones recouvertes d'hydroxyde de fer (concrétionnement), des adhérences de floccs bactériens.



Incrustation hétérogène (zones de la crépine « intègres ») d'hydroxyde de fer avec adhérences de colloïdes (floccs bactériens). Fentes dégagées laissant entrevoir à l'extrados le massif de gravier filtre homogène et « intègre »



Incrustation hétérogène (zones de la crépine « intègres ») d'hydroxyde de fer avec adhérences de colloïdes (flocs bactériens). Fentes dégagées laissant entrevoir à l'extrados le massif de gravier filtre homogène et « intègre »



Incrustation hétérogène (zones de la crépine « intègres ») d'hydroxyde de fer avec adhérences de colloïdes (flocs bactériens). Fentes dégagées laissant entrevoir à l'extrados le massif de gravier filtre homogène et « intègre »



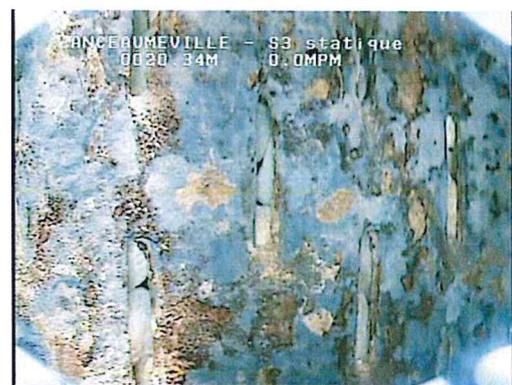
Incrustation hétérogène (zones de la crépine « intègres ») d'hydroxyde de fer avec adhérences de colloïdes (flocs bactériens). Fentes dégagées laissant entrevoir à l'extrados le massif de gravier filtre homogène et « intègre »



Incrustation hétérogène (zones de la crépine « intègres ») d'hydroxyde de fer avec adhérences de colloïdes (flocs bactériens). Fentes dégagées laissant entrevoir à l'extrados le massif de gravier filtre homogène et « intègre »



Incrustation hétérogène (zones de la crépine « intègres ») d'hydroxyde de fer avec adhérences de colloïdes (flocs bactériens). Fentes dégagées laissant entrevoir à l'extrados le massif de gravier filtre homogène et « intègre »



Incrustation hétérogène (zones de la crépine « intègres ») d'hydroxyde de fer avec adhérences de colloïdes (flocs bactériens). Fentes dégagées laissant entrevoir à l'extrados le massif de gravier filtre homogène et « intègre »



Incrustation hétérogène (zones de la crépine « intègres ») d'hydroxyde de fer avec adhérences de colloïdes (flocs bactériens). Fentes dégagées laissant entrevoir à l'extrados le massif de gravier filtre homogène et « intègre »



Incrustation hétérogène (zones de la crépine « intègres ») d'hydroxyde de fer avec adhérences de colloïdes (flocs bactériens). Fentes dégagées laissant entrevoir à l'extrados le massif de gravier filtre homogène et « intègre »



Vue d'ensemble de la partie inférieure du forage

Détail du concrétionnement d'hydroxyde de fer et des adhérences colloïdales qui le recouvre

De -22,10 m/R au fond

Le casing de la crépine présente une incrustation plus conséquente qui se généralise au fur et à mesure de la progression vers le fond de l'ouvrage.

Les fentes oblongues restent souvent dégagées, certaines présentent une incrustation in situ qui a pour conséquence une obstruction partielle de leur lumière, d'autres, au droit de zones limitées, apparaissent quant à elles, totalement obstruées.

Le gravier reste distinguable au travers de l'ensemble des fentes.



Incrustation d'hydroxyde de fer de plus en plus dense pour se généraliser sur toute la crépine, colmatage partiel des ouvertures par ces mêmes dépôts ferriques plus ou moins indurés

A partir de -22,40 m/R, on peut distinguer au travers des ouvertures, des dépôts de craie qui se généralisent rapidement pour occulter totalement le massif de gravier filtre.

Des coulures blanchâtres de craie sont généralement observables à l'aplomb de nombreuses fentes oblongues.



Incrustation généralisée sur la crépine avec craie de plus en plus dense à l'extrados occultant tout ou partie du gravier filtre



Craie blanche occultant le massif de gravier filtre

FOND

Le fond du forage est sondé et atteint à -23,41 m/R.

La nature du fond n'a pas pu être appréciée à juste titre, du fait de la présence d'une plaque d'acier corrodée détachée depuis la partie sommitale hors eau (casing effeuillé).



Vue d'ensemble du fond et de la base de la partie crépinée



Détail du fond composé de craie et recouvert de débris de concrétions

Le DOE (document BRGM) présente un ouvrage d'une profondeur finale théorique de 23 m.

Le top crépine théorique est situé à -10 m.

Or, on peut observer un décalage de 0,95 m entre ce document et le forage en l'état.

Dans ces conditions, le fond théorique serait établi à -23,95 m/R soit un comblement partiel du forage de 0,54 m.

5.4 Synthèse de l'inspection vidéo

L'inspection vidéo du forage a été réalisée le lundi 7 juillet 2014 en régime STATIQUE puis en régime DYNAMIQUE le 9 juillet 2014 lors de l'essai de pompage par paliers (à 5 paliers de débits distincts).

Nota : Pour réaliser les ITV en dynamique, une opération de dépose et de repose de l'atelier de pompage aura été nécessaire pour permettre le passage de la caméra sous la pompe. Cette dernière a par ailleurs été remontée de 3 m et donc placée à -12 m dans le but de visualiser un maximum de hauteur crépinée.

En l'état, le forage est équipé d'une crépine en acier E24-2 de 325 mm à fentes oblongues, sur une hauteur totale de 12,45 m, établie entre -10,95 et -23,41 m/R.

Le fond est sondé et atteint à -23,41 m/R, pour un fond théorique initial de -23,95 m/R soit un comblement modéré de l'ordre de 54 cm.

L'équipement dans son ensemble ne présente pas de défaut structurel majeur apparent.

La crépine apparaît dans son ensemble intègre, avec un très léger colmatage en partie inférieure par des dépôts (incrustation) d'hydroxyde de fer ferrique.

EN DYNAMIQUE, on observe à partir de 30 m³/h et ce jusqu'à 106 m³/h, des venues de turbidité essentiellement à partir de -22,10 m/R.

A partir de 50 m³/h, la turbidité est accompagnée de venues de particules de craie blanche, depuis cette même zone. Ces dernières apparaissent légèrement plus nombreuses à 106 m³/h.

Plus le débit augmente, plus la turbidité dure et met de temps à s'estomper voire disparaître.

Soit cette turbidité ainsi que les venues de particules crayeuses sont la conséquence d'un développement du forage insuffisant donc inachevé, soit la conséquence d'une zone à partir de -22,10 m/R, de craie plus tendre, plus instable.

Cette dernière hypothèse pourrait par ailleurs être corroborée par la présence de craie avérée et de plus en plus marquée à l'extrados (massif de gravier occultée par la craie).

Annexe 5. RESEAU D'ALIMENTATION (ADDUCTION ET DISTRIBUTION), DESCRIPTIF DE L'INSTALLATION DU CAPTAGE (STATION DE POMPAGE)

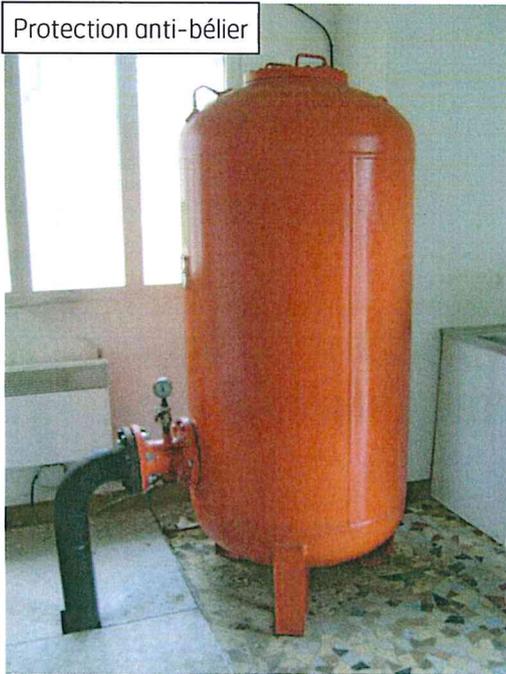
Analyseur de chlore



Robinet de prélèvement



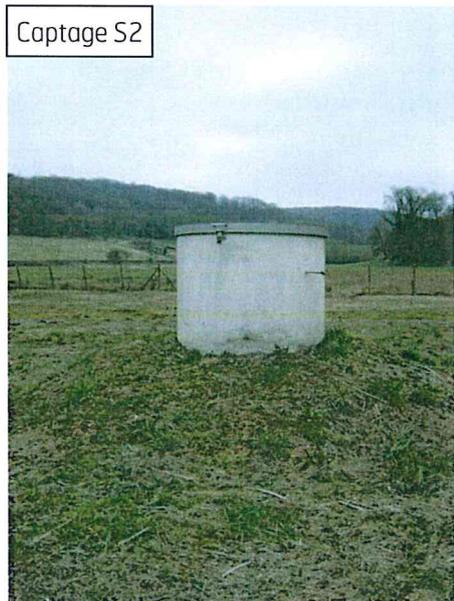
Protection anti-bélier



Armoire de commandes



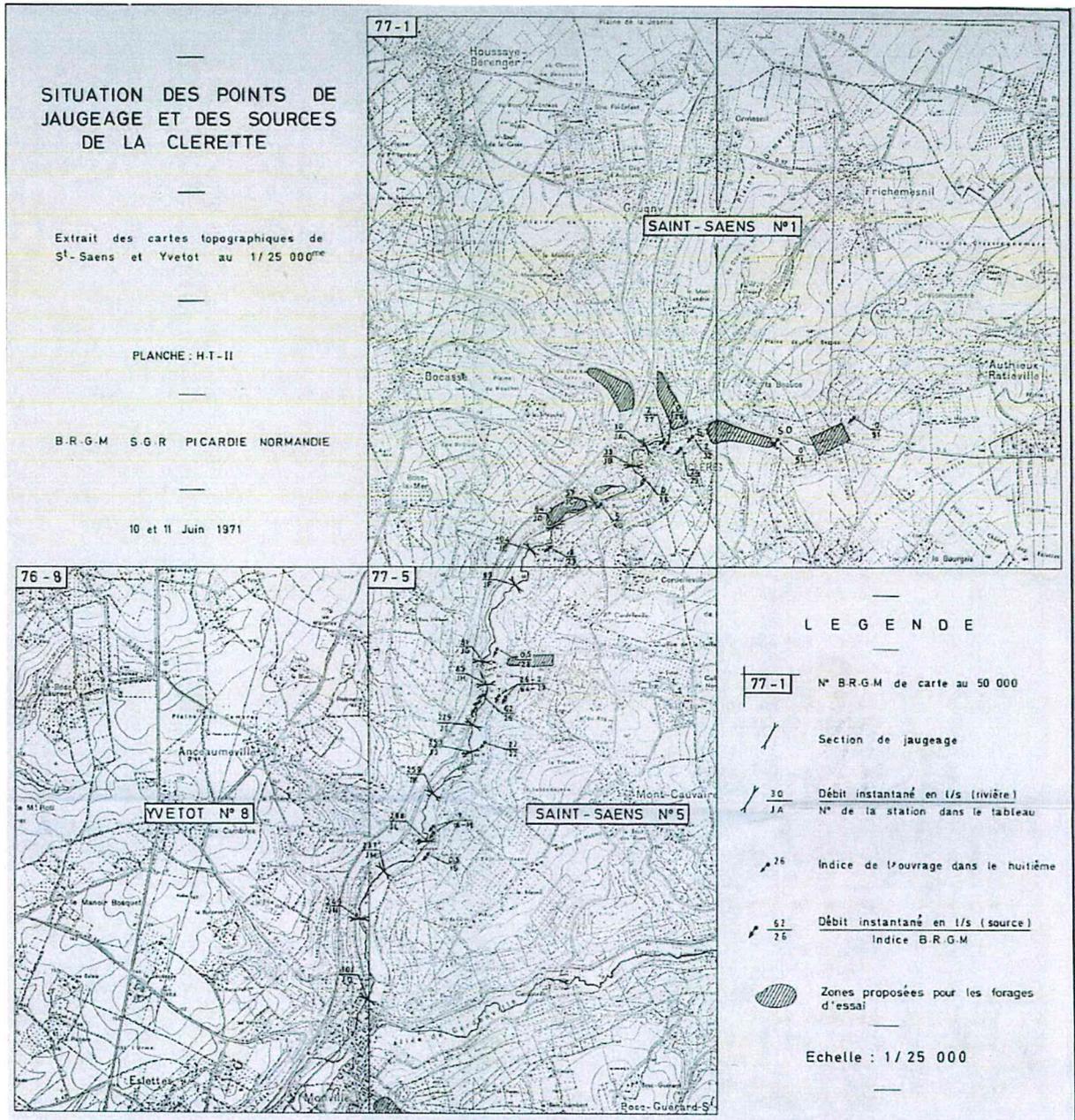
Captage S2



Station de pompage



Annexe 6. LOCALISATION DES JAUGEAGES ET PROFIL DES DEBITS DE LA CLERETTE EN JUIN 1971

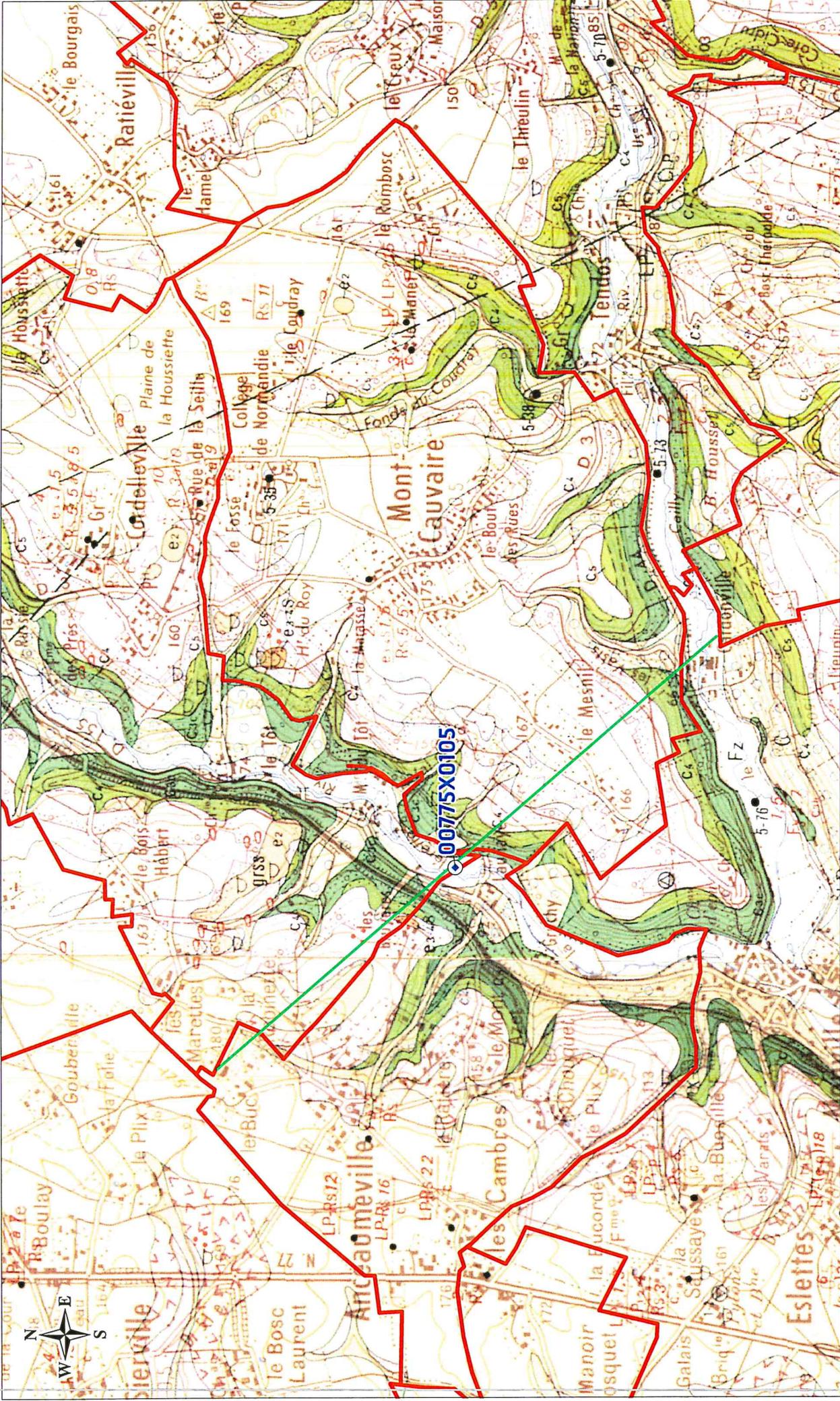


SMAEPA DE LA REGION DE SIERVILLE (76)
 DUP du forage S3 (00775X0105) - Etude hydrogéologique

| Repère de la station de jaugeage | Désignation | Distances à la Source origine de la Clérette en mètres | Distances partielles en mètres | Date | Débits en l/s | Débits partiels en l/s | Altitude |
|----------------------------------|--|--|--------------------------------|---------|---------------|------------------------|----------|
| S. 0 | Source dite de la Fontaine 77.1.51 | 0 | 0 | 10/6/71 | 0 | 0 | + 105 |
| S. 1 | Source Epinay 77.1.32 | 950 | 950 | 11/6/71 | 2 | 2 | + 96 |
| J. A. | Amont de Clères | 1 400 | 450 | 10/6/71 | 30 | 28 | + 94 |
| J. B | Clères | 1 650 | 250 | 10/6/71 | 33 | 3 | + 92 |
| J. C | Aval de Clères La Russie | 2 350 | 700 | 10/6/71 | 57 | 24 | + 87 |
| J. D | Amont Ferme des Prés | 2 850 | 500 | 10/6/71 | 84 | 27 | + 84 |
| J. E | Aval ferme des Prés | 3 150 | 300 | 10/6/71 | 104 | (- 20) | + 80 |
| J. F | Cordelleville | 3 600 | 450 | 11/6/71 | 89 | (- 15) | + 79 |
| J. G | Amont Moulin de Clères | 4 500 | 900 | 11/6/71 | 81 | (- 8) | + 75 |
| J. H | Aval Moulin de Clères Le Tôt | 4 700 | 200 | 11/6/71 | 85 | 4 | + 74 |
| J. I | Aval des Cressonnères Vallée du Roy | 5 150 | 450 | 11/6/71 | 229 | 144 | + 70 |
| J. J | Moulin du Tôt | 5 400 | 250 | 11/6/71 | 253 | 24 | + 69 |
| J. K | Queue du Renard | 6 000 | 600 | 11/6/71 | 259 | 6 | + 65 |
| J. L | Launaye 77.5.68 | 6 500 | 500 | 11/6/71 | 298 | 39 | + 62 |
| J. M | Le Mont Azet Ligne des Sangliers | 7 000 | 500 | 11/6/71 | 237 | (- 61) | + 60 |
| J. N | Les châtenières Les Mouettes 76.8.80 | 7 500 | 500 | 10/6/71 | 249 | 12 | + 59 |
| J. O | Amont de Montville Mont Cauvaire | 8 300 | 800 | 10/6/71 | 301 | 52 | + 57 |



Annexe 7. EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE DE SAINT-SAËNS A 1/50 000



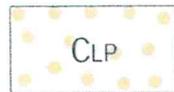
Légende

- Captage S3
- Limite de commune
- Tracé de la coupe

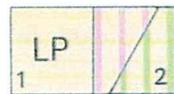




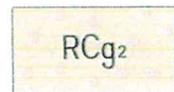
Remblais



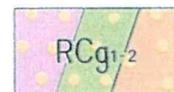
Colluvions limoneuses de fond de vallons



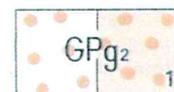
Complexe limoneux des plateaux : limons, argiles et sables dominants,
 1 - épaisseur moyenne estimée à 1,50 m ou plus
 2 - épaisseur inférieure à 1,50 m avec indication du substrat



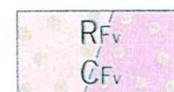
Formations sableuses dérivant pour l'essentiel des "Sables de Fontainebleau"



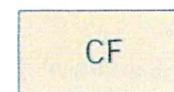
Formations argilo-sableuses à meulières (épaisseur généralement comprise entre 1 et 2 m) avec indication du substrat



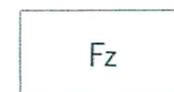
"Grèzes" : cailloutis calcaires et sables
 1 - épaisseur inférieure à 1,50 m avec indication du substrat



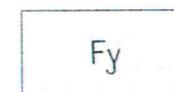
Formation alluviale résiduelle ou colluvionnée avec indication du substrat



Remplissage de fonds de vallées sèches : limons, sables et graviers



Alluvions actuelles et subactuelles : limons, argiles et sables
 FzT - présence de tourbe

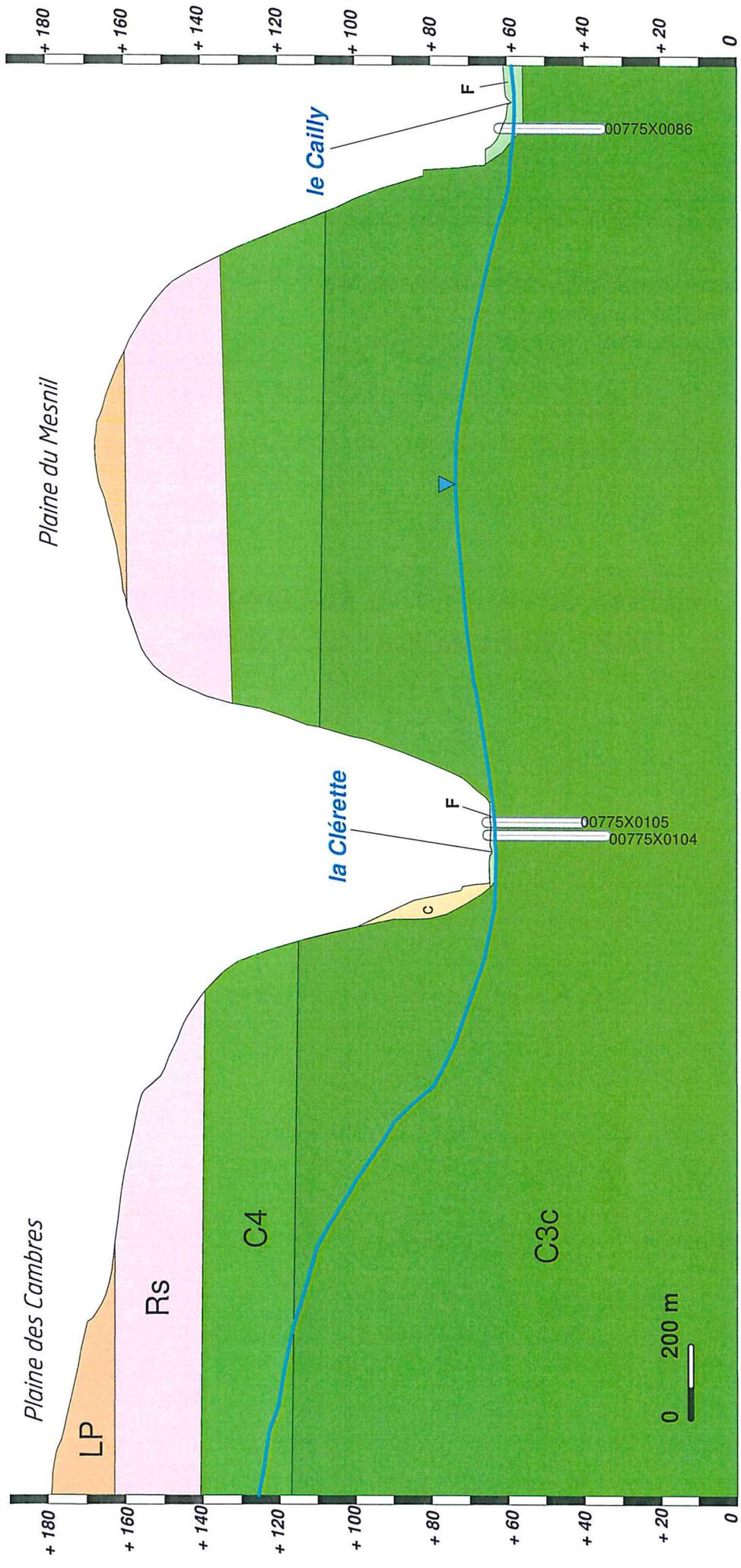


Alluvions anciennes, (terrasse de 0 à 10 m) : sables et graviers calcaires ou siliceux avec quelques blocs de grès.

| | | |
|-----------------|--|--|
| | Alluvions anciennes, (terrasse de 10 à 20 m) : sables et graviers essentiellement siliceux | |
| | Alluvions anciennes, (terrasse de 20 à 30 m) : sables et graviers siliceux | |
| | Alluvions anciennes (Cailloutis de Sénart, terrasse de 45 à 55 m) : sables et graviers siliceux | |
| | Alluvions anciennes (terrasse de 65 m) : sables et graviers siliceux | |
| | Stampien supérieur : Calcaire d'Etampes | |
| <p>en coupe</p> | <p>en plan</p> | <p>Stampien moyen et inférieur : Grès et Sables de Fontainebleau</p> <p>1 - Banc de grès localisé au toit des sables, 2 - Banc de grès intermédiaire 3 - Surface de banc de grès dégagé par l'érosion (platière) 4 - Blocs de grès en chaos et rochers éboulés M - Molasse d'Etrechy</p> |
| | Stampien inférieur (Sannoisien) : Calcaire et Meulière de Brie | |
| | Stampien inférieur (Sannoisien) : Marnes vertes | |
| | Bartonnien supérieur (Ludien) : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil | |
| | Bartonnien supérieur (Ludien) : Calcaire de Champigny e _{6-7a} - Calcaires de St-Ouen et de Champigny indifférenciés (S-E de la feuille) | |

NO

SE



Formations géologiques

- LP= Limons non différenciés
- Rs = Silex, argiles et sables remaniés
- C4 = Craie blanche à silex abondants (Coniacien)
- C3c = Craie gris-blanchâtre à silex rares (Turonien)
- F = Alluvions récentes, anciennes et remblais
- c = Colluvions de versants (limoneux, sableux, crayeux à nombreux éclats de silex)
- Niveau piézométrique

Annexe 8. EXTRAIT DU REFERENTIEL REGIONAL PEDOLOGIQUE DE HAUTE NORMANDIE A 1/250 000

CARTE PÉDOLOGIQUE



LÉGENDE

Soils non hydromorphes

- 1 Sol de limon épais
- 3 Sol de limon peu épais sur argile à silex
- 5 Sol de limon caillouteux peu épais
- 7 Association de sols de versant sur argile à silex, craie et limons plus ou moins remaniés
- 8 Sol de craie peu épais
- 10 Sol de terrasses et formations sablo-caillouteuses

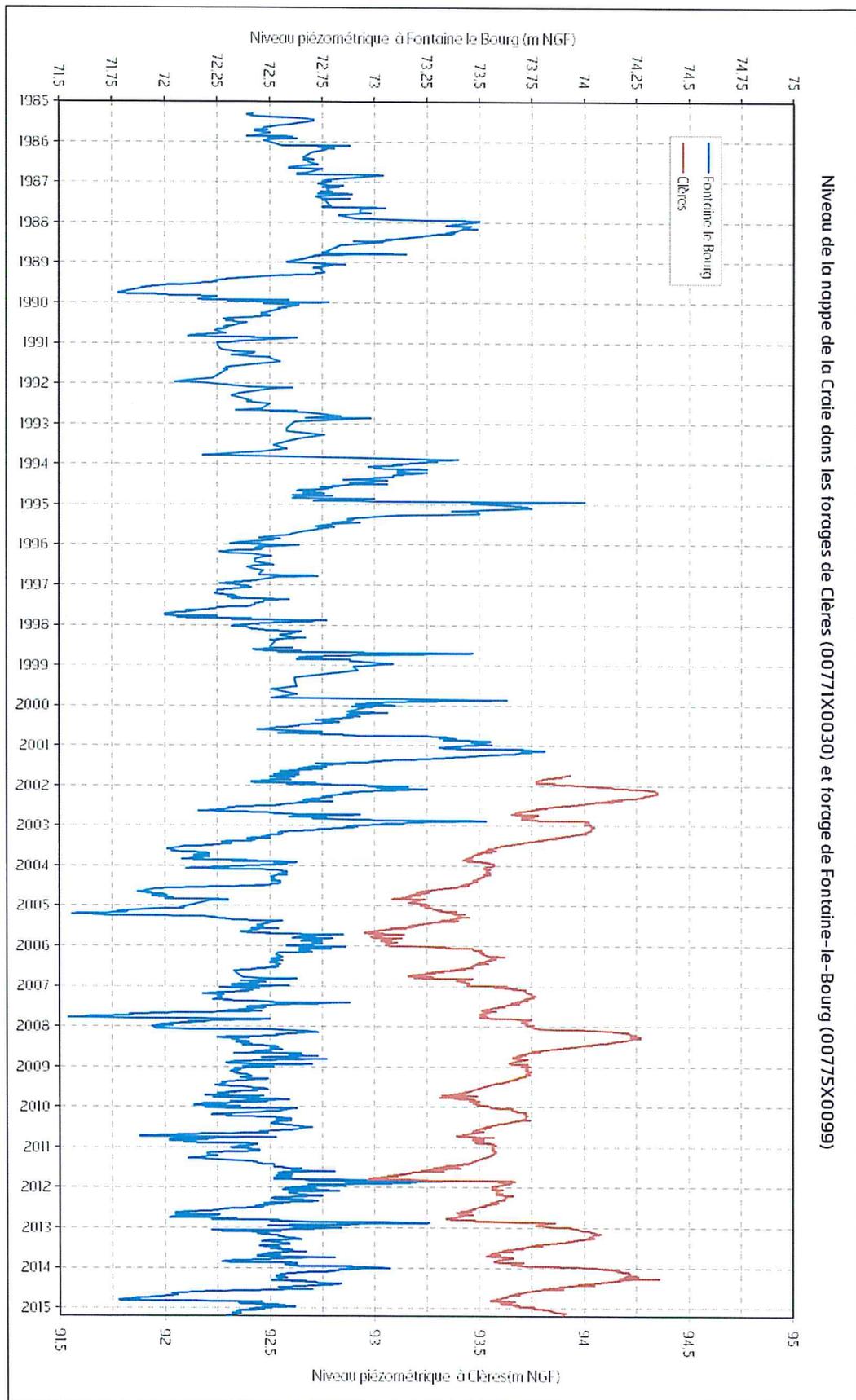
Soils hydromorphes

- 2 Sol de limon épais, hydromorphe
- 4 Sol de limon peu épais sur argile à silex, hydromorphe
- 6 Sol de limon caillouteux peu épais, hydromorphe
- 9 Sol d'alluvions fines, hydromorphe
- 11 Sol de terrasses et formations sablo-caillouteuses, hydromorphe
- 12 Sol de sables très grossiers, hydromorphe, de plateau
- 13 Sol des sables et argiles peu plastiques hydromorphes du Pays de Bray
- 14 Sol des argiles hydromorphes

- 15 Sol peu épais caillouteux de calcaire dur
- 16 Sol de craie du Pays de Bray
- 17 Association de sols du Haut Bray
- 18 Association de sols sableux, argileux et argilo-calcaires



**Annexe 9. VARIATIONS PIEZOMETRIQUES DE LA NAPPE DE LA CRAIE
DANS LE FORAGE DE CLERES (00771X0030) ET DE FONTAINE-LE-
BOURG (00775X0099)**



Annexe 10. PIEZOMETRIE DE LA NAPPE DE LA CRAIE D'APRES LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE SEINE-MARITIME (DOCUMENT 1)

EAUX SOUTERRAINES

- Courbe isopièze (égale altitude de la nappe) équidistance 10 m, avec sens d'écoulement de la nappe.
 1 - courbe maîtresse 2 - courbe intercalaire
- Ligne de partage des eaux souterraines
- Relation mise en évidence par tracage :
 Vitesse de circulation en m/h
- Ouvrages de captage**
- Puits Forage
- Source captée
- A.E.P. communale
- A.E.P. d'un syndicat
- Industrielle
- Agricole
- Abandonné
- Ouvrage de reconnaissance (ou non en service)
- Mise en bouteille d'eau de table ou minérale
- Débit spécifique en m³/h/m
 232
 3:38
 Indice B.R.G.M.
- Piezomètre : 1 - en service
 2 - abandonné
 Indice B.R.G.M.
- Champ captant
- Zone à forts prélèvements
- Périmètres de protection des captages A.E.P. définis par le géologue agréé :
 1 - périmètre rapproché 2 - périmètre éloigné
- Principales zones hydrogéologiques favorables à préserver
- Principales zones de mauvaise qualité chimique de la nappe

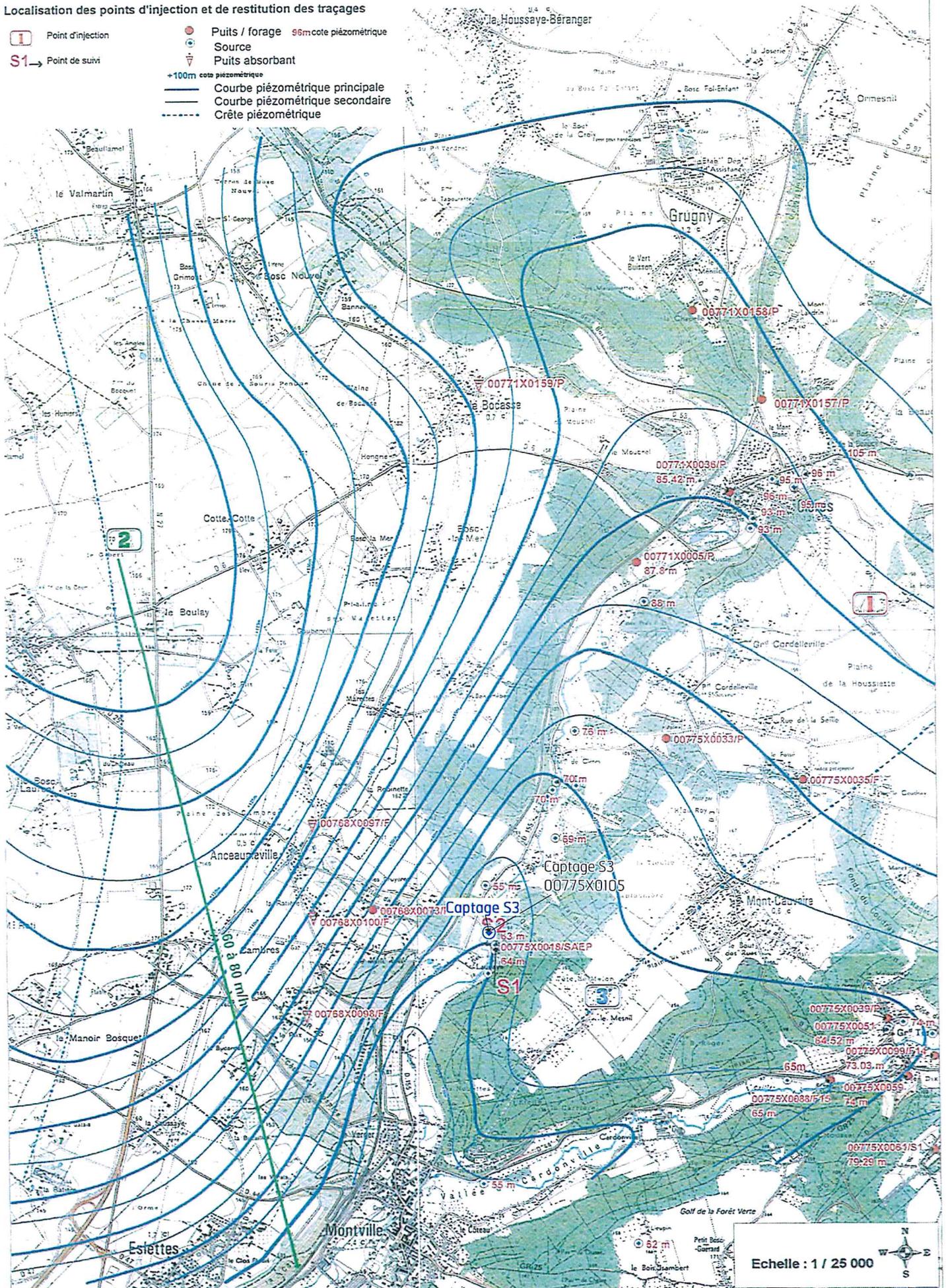
POINTS DE POLLUTION REELS OU POTENTIELS CONNUS

- Zone d'épandage
- Bassin : 1 - d'infiltration 2 - de lagunage
- Dépôt d'ordures ménagères 1 - brut ou sauvages 2 - contrôlé
 3 - abandonné
- Dépôt de déchets industriels
- Usine de traitement des ordures
- Station d'épuration d'eaux usées
- Point de rejet d'eaux pluviales ou usées (bêtoires, puits perdus)
- Raffinerie, dépôt d'hydrocarbure, station de reprise d'oléoduc
- 1 - oléoduc 2 - gazoduc
- Industrie chimique, pharmaceutique, teinturerie
- Industrie métallurgique, traitement des métaux
- Tissage, filature
- Papeterie, cartonnerie
- Industrie alimentaire (laiterie, brasserie, conserverie, sucrerie)
- Abattoir
- Balastière
- Installations diverses (gare de triage, docks, terrain d'aviation zone industrielle, centrale électrique)

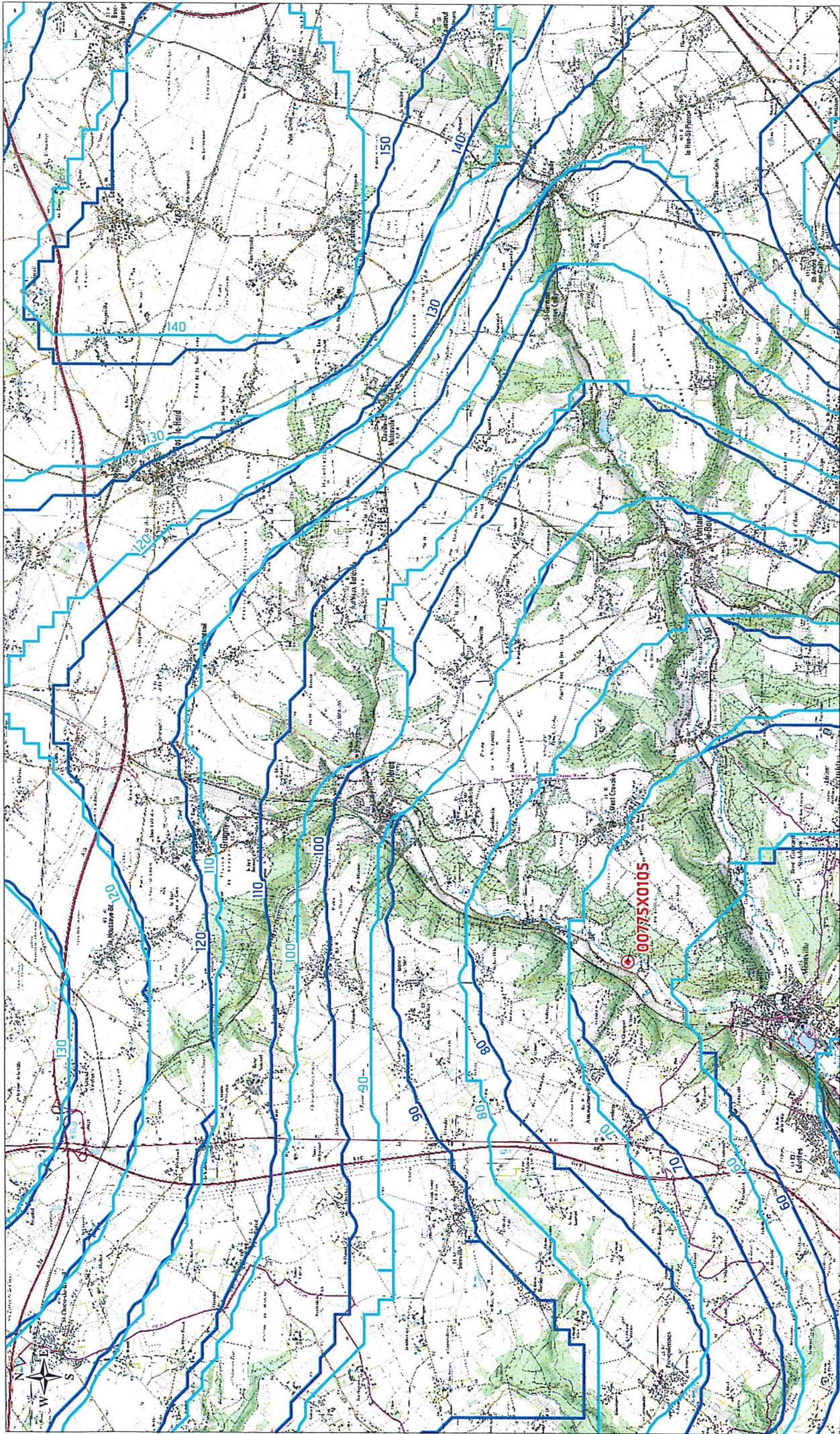
**Annexe 11. CARTE PIEZOMETRIQUE DE LA CRAIE SUR LE SECTEUR
D'ETUDE D'APRES LE RAPPORT GAUDRIOT (DOCUMENT 4)**

Localisation des points d'injection et de restitution des traçages

- 1 Point d'injection
- Puits / forage
- Source
- ◐ Puits absorbant
- ◑ +100m cote piézométrique
- Courbe piézométrique principale
- Courbe piézométrique secondaire
- Crête piézométrique
- S1 → Point de suivi



**Annexe 12. ISOPIEZES DE LA CRAIE EN HAUTES EAUX 2001 ET BASSES
EAUX 2006 D'APRES L'ATLAS HYDROGEOLOGIQUE DE HAUTE-
NORMANDIE 2011 (DOCUMENT 5)**



Piezométries issues de l'Atlas Hydrogéologique de Haute Normandie 2011

Légende

-  Captage_S3
-  Piézométrie Basses Eaux 2006
-  Piézométrie Hautes Eaux 2001

Annexe 13. INVENTAIRE DES POINTS D'EAU ENVIRONNANT LE CAPTAGE S3



Localisation des ouvrages souterrains

- Légende**
- Limite de commune
 - Usage du forage**
 - ▲ Source
 - Agricole
 - AEP
 - Collectif
 - Domestique
 - Elevage
 - Injection eau usée
 - ▽ Sondage
 - Irrigation
 - Pompe à chaleur

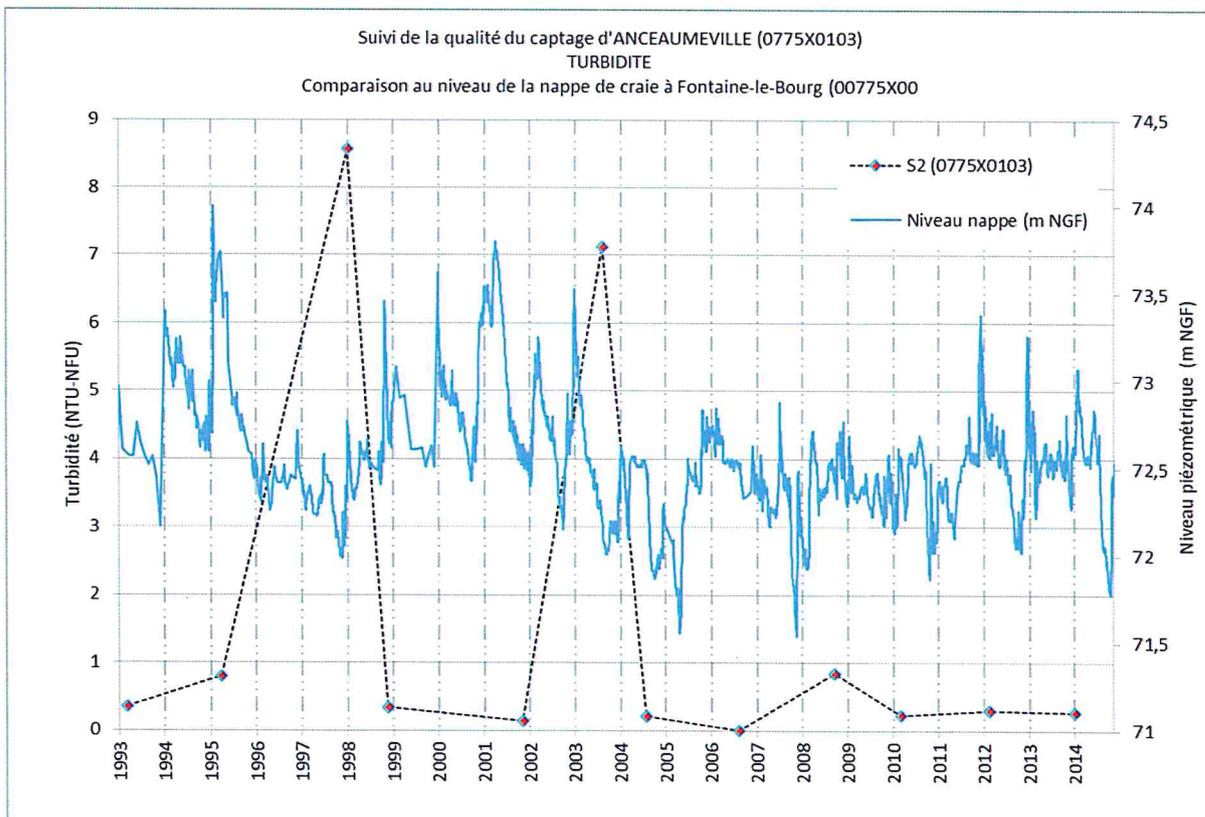
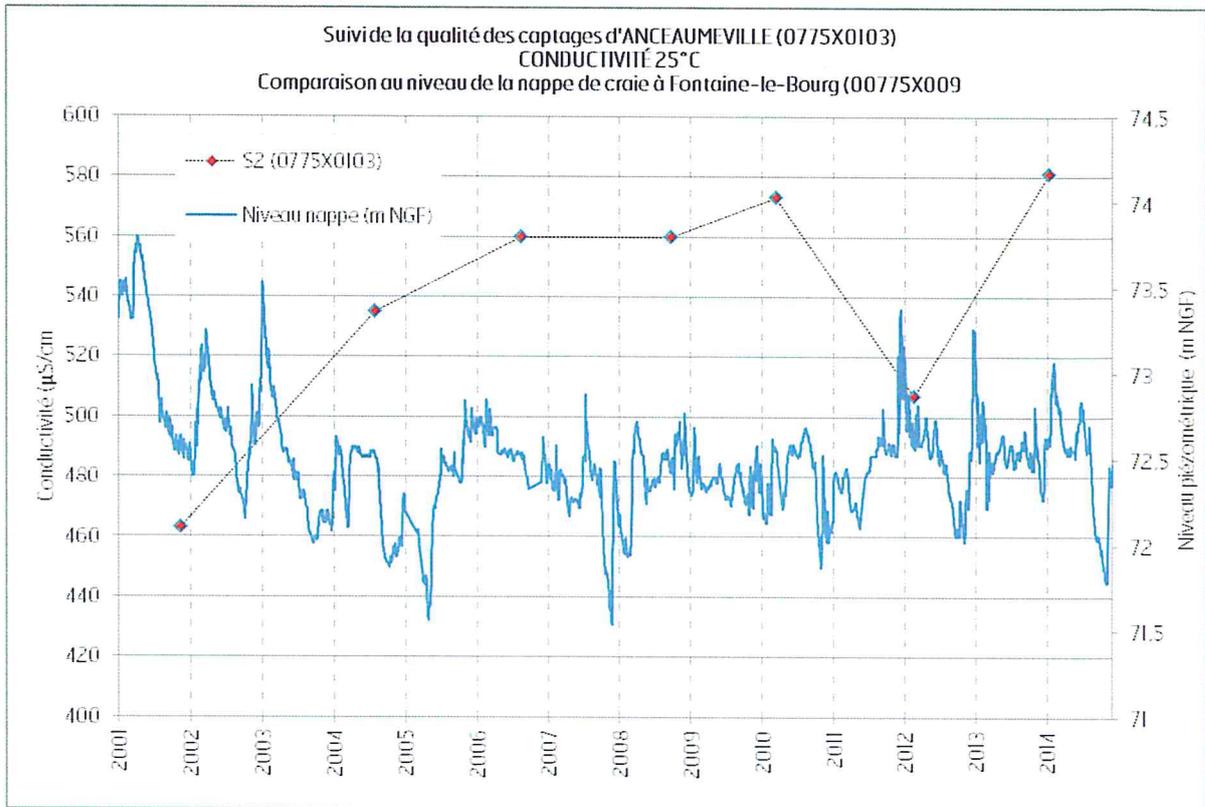


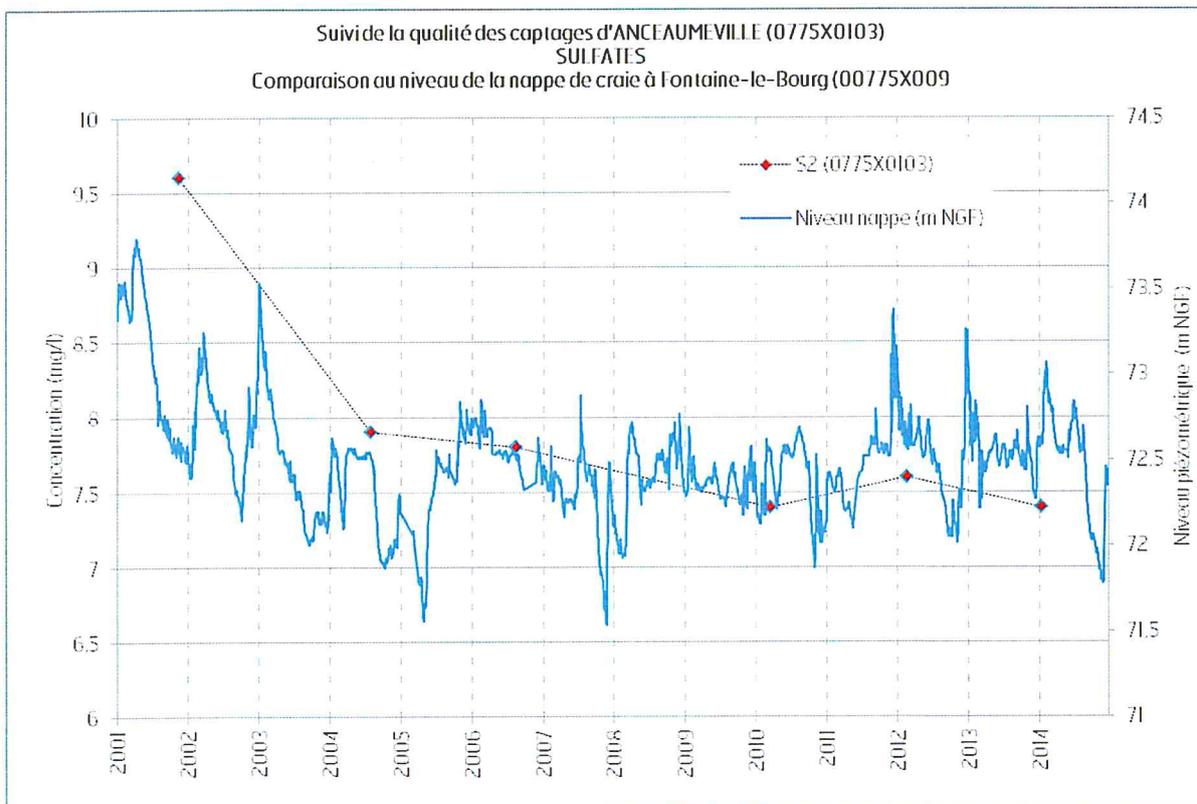
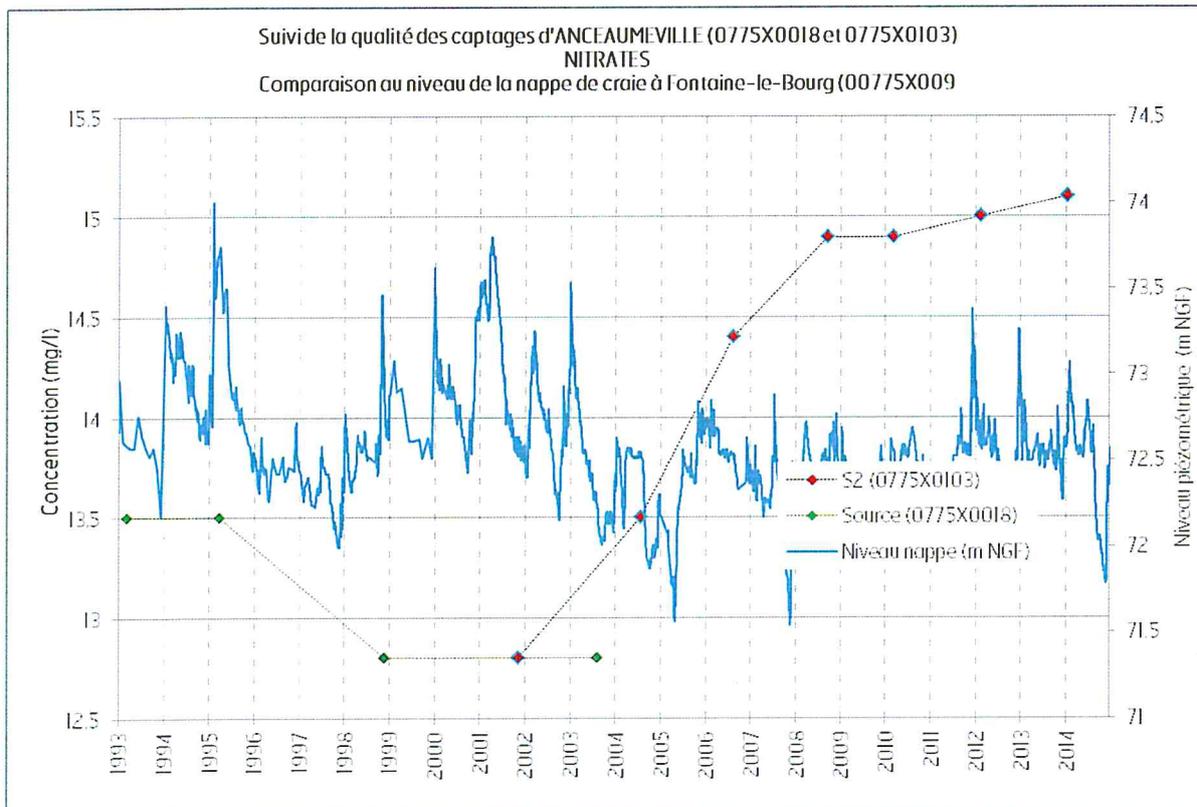
Source: cartes topographiques IGN 1910E, 1911E et 2010O au 1:25000

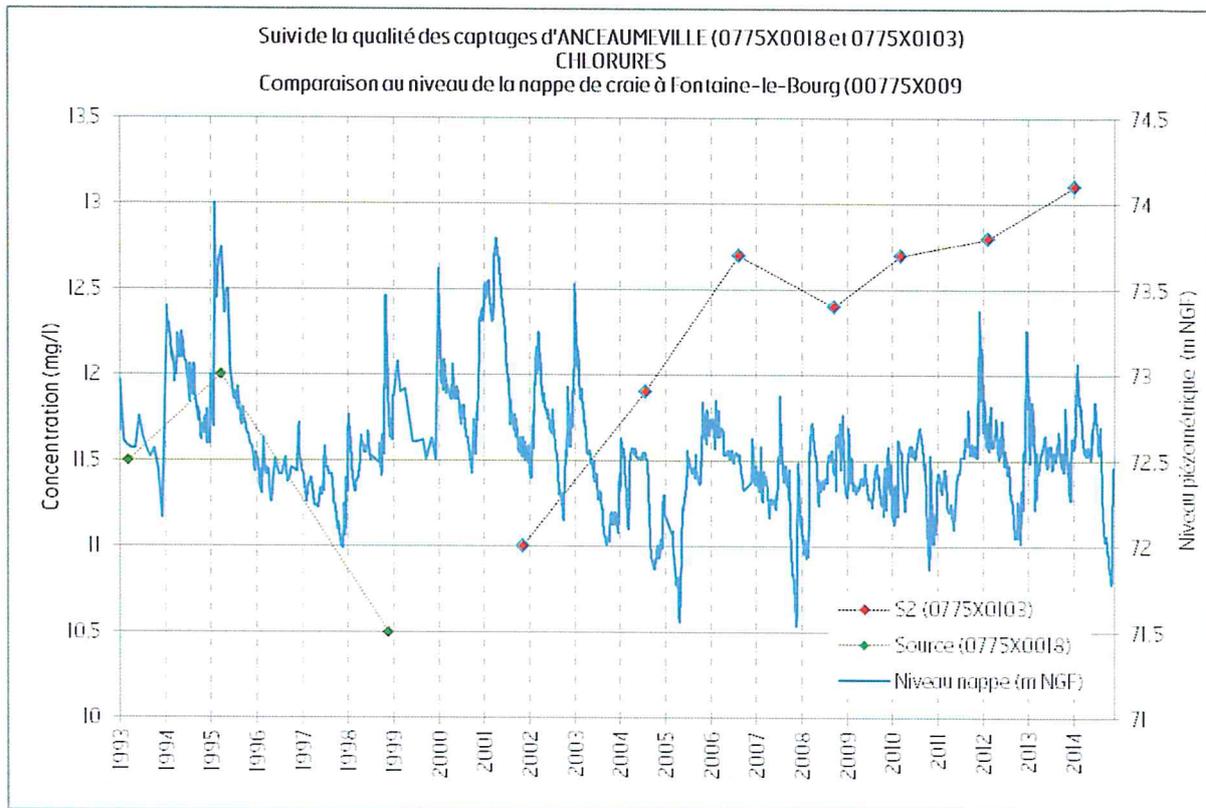


ARCHAÏAUBAÏT CONSEIL

**Annexe 14. SUIVI QUALITE DU FORAGE S2 ET DE LA SOURCE
D'ANCEAUMEVILLE ET COMPARAISON AVEC LE NIVEAU DE LA NAPPE DE
LA CRAIE DANS LE FORAGE DE FONTAINE LE BOURG**







Annexe 15. SUIVI QUALITE DES CAPTAGES DU SECTEUR D'ETUDE ET COMPARAISON AVEC LE NIVEAU DE LA NAPPE DE LA CRAIE DANS LE FORAGE DE FONTAINE LE BOURG

