

DEPARTEMENT DU LOIRET

AGGLOMERATION MONTARGOISE

CHAMP CAPTANT DE LA CHISE A AMILLY

**AVIS HYDROGEOLOGIQUE PREALABLE A L'AUGMENTATION
DU DEBIT DE POMPAGE DES FORAGES F2 ET F3**

GUILLAUME DUBROCA

HYDROGEOLOGUE AGREE EN MATIERE D'HYGIENE PUBLIQUE DANS LE DEPARTEMENT DU LOIRET (45)

MARS 2021

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| I. PREAMBULE | 3 |
| II. LOCALISATION DES OUVRAGES DE CAPTAGES CONCERNES | 4 |
| III. RAPPEL DU CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE | 5 |
| III .1. CONTEXTE GEOLOGIQUE | 5 |
| III .2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE | 7 |
| IV. SYNTHESE DES DONNEES TECHNIQUES DISPONIBLES | 8 |
| IV .1. FORAGE F2..... | 8 |
| IV.1.1. <i>Caractéristiques techniques de l'ouvrage F2</i> | 8 |
| IV.1.2. <i>Contrôles vidéo et flowmétrique</i> | 9 |
| IV.1.3. <i>Campagne de pompage de mai 2020</i> | 11 |
| IV.1.4. <i>Résultats de l'essai longue durée</i> | 12 |
| IV.1.5. <i>Qualité de l'eau brute issue du forage F2</i> | 13 |
| IV.1.6. <i>Aménagements prévus dans le cadre de la remise en service du forage F2</i> | 13 |
| IV.1.7. <i>Conclusion concernant la capacité de prélèvement à partir du forage F2</i> | 14 |
| IV .2. FORAGE F3..... | 16 |
| IV.2.1. <i>Caractéristiques techniques de l'ouvrage F3</i> | 16 |
| IV.2.2. <i>Contrôles vidéo et flowmétrique</i> | 16 |
| IV.2.3. <i>Aménagements prévus dans le cadre de la remise en service du forage F3</i> | 18 |
| IV.2.4. <i>Conclusion concernant la capacité de prélèvement à partir du forage F3</i> | 18 |
| V. CONCLUSIONS | 19 |
| V .1. PROGRAMME DE SUIVI QUANTITATIF..... | 19 |
| V .2. PROGRAMME DE SUIVI QUALITATIF | 20 |
| V .3. BILANS DE FONCTIONNEMENT | 20 |

FIGURES & TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Figure 1 – Localisation des forages F1, F2 et F3 constitutifs du champ captant de la Chise à Amilly (Source Géoportail)..... | 4 |
| Figure 2 – Extrait de la feuille géologique locale au 1/50 000 (source serveur Infoterre). | 5 |
| Figure 3 - Coupe géologique et technique de référence du forage F2 (d'après serveur Infoterre) | 10 |
| Figure 4 – Enregistrement piézométrique lors de la campagne de mai 2020 (Source Exeau TP) | 12 |
| Figure 5 - Coupe géologique et technique de référence du forage F3 (d'après serveur Infoterre) | 17 |
| Tableau 1 : Références des forages constitutifs du champs captant de la Chise à Amilly (45) | 4 |
| Tableau 2 : Synthèse des coupes géologiques du champs captant de la Chise à Amilly (45) | 6 |
| Tableau 3 : Résultats des essais par paliers réalisés en mai 2021 (Exeau TP) | 11 |
| Tableau 4 – Forage F2 - Synthèse des essais de pompage (1960- 2020) | 14 |
| Tableau 5 – Qualité des eaux brutes produites par les forages F2 et F3 (données 2020) | 15 |

I. PRÉAMBULE

Par décision de l'Agence Régionale de Santé du Loiret (45), j'ai été désigné afin d'émettre un avis relatif à un projet visant à accroître la capacité de production annuelle du champ captant de la Chise à Amilly (45).

Pour mémoire le champ captant de la Chise est constitué de 3 forages F1, F2 et F3 qui captent tous le même aquifère ; à savoir la craie sénonienne.

L'exploitation des différents ouvrages du champ captant est encadrée par un arrêté préfectoral et par des D.U.P. datant de 2014.

Toutefois, compte tenu des désordres récurrents quant à la qualité de l'eau produite (présence de nitrates, de pesticides et de COHV), l'exploitation de ces ouvrages nécessite la mise en place d'une station de traitement adaptée.

Dans ce cadre, il était prévu, en parallèle de l'augmentation du volume de prélèvement annuel, de remplacer l'installation de traitement actuelle (devenue insuffisante) par une nouvelle installation d'une capacité de traitement de 530 m³/h celle-ci devant être installée dans le Périmètre de Protection Immédiate du forage F1.

Ainsi, conformément à l'autorisation en vigueur, il était prévu d'exploiter les trois ouvrages aux débits de 200 m³/h pour F1, 150 m³/h pour F2 et 180 m³/h pour F3, et un volume total de 530 m³/h.

Toutefois, à la suite de la découverte d'une pollution majeure aux hydrocarbures à l'intérieur du PPI du forage F1 (2019) le projet initial a dû être profondément modifié.

Ainsi, l'installation de traitement a été déplacée à l'extérieur du PPI du forage F1 pour être installée sur une parcelle contiguë entre F1 et F2. Dans le même temps, compte tenu des risques potentiels de transferts de la pollution détectée vers le forage F1, la remise en service du forage F1 a été suspendue.

Par suite de ces modifications, il a été proposé, compte tenu des capacités de production connues des ouvrages F2 et F3, de transférer le volume de prélèvement initialement envisagé sur F1 vers les forages F2 et F3 avec des débits unitaires potentiels de l'ordre de 250 à 350 m³/h par forage.

Toutefois, en l'état actuel, excepté quelques essais de pompages ponctuels, ces débits n'ont jamais été testés sur les ouvrages concernés et les équipements en place ne permettent pas la mise en œuvre d'essais de pompages suffisants pour simuler les conditions d'exploitation envisagées.

Sur la base de ce constat, et compte tenu des éléments disponibles, le programme initial a été modifié de manière à équiper les deux forages F2 et F3 de nouvelles pompes, chacune d'une capacité nominale de 350 m³/h **mais fonctionnant sur le maintien d'une consigne de niveau dynamique**, l'objectif étant d'empêcher tout risque de surexploitation des ouvrages et de la nappe de la craie captée (conservation du caractère semi-captif à captif de la nappe de la craie).

Le présent avis constitue donc un avis préalable à la réalisation des aménagements qui permettront *in fine* de statuer sur la capacité réelle des forages F2 et F3 à fournir des débits supérieurs à ceux actuellement pratiqués ; le débit global objectif étant de 530 m³/h (à savoir la capacité nominale de l'installation de traitement).

Compte tenu des éléments disponibles à date, il est précisé que cet avis fera l'objet d'un avis complémentaire qui sera établi à l'issue de phases de test à forts débits et après une période d'observation en conditions d'exploitation.

Le cas échéant, en fonction des nouvelles conditions d'exploitation qui seront proposées, l'extension des périmètres de protection actuels pourra être réévaluée.

II. LOCALISATION DES OUVRAGES DE CAPTAGES CONCERNES

Pour rappel, les localisations et références des captages concernés par le présent avis sont présentées ci-après.

Figure 1 – Localisation des forages F1, F2 et F3 constitutifs du champ captant de la Chise à Amilly (Source Géoportail)

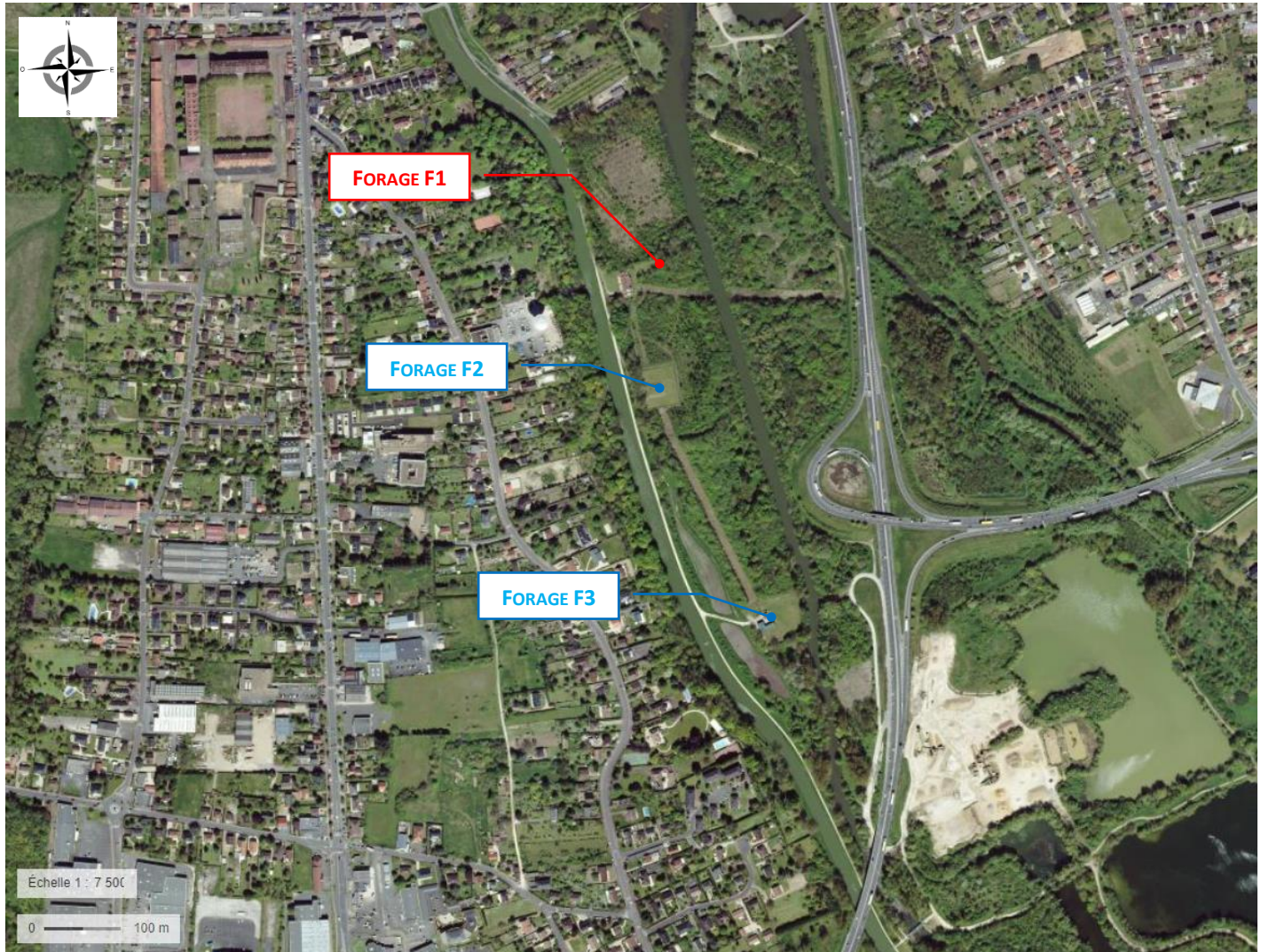


Tableau 1 : Références des forages constitutifs du champs captant de la Chise à Amilly (45)

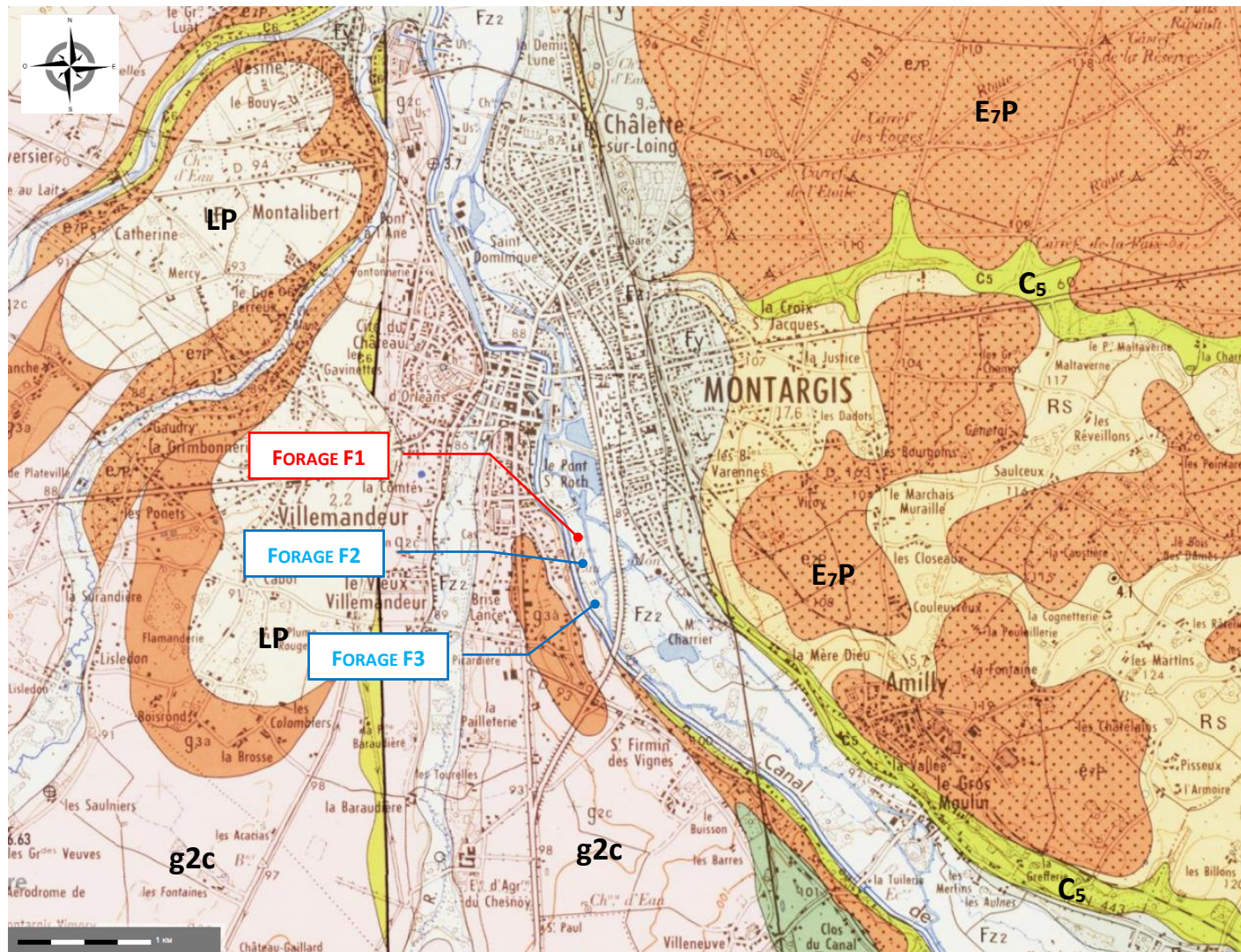
| Désignation de l'ouvrage | Références BSS | Coordonnées Lambert93 | | Altitude (mNG) | Référence cadastrales | | |
|--------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------|----------------|-----------------------|----------|---------|
| | | X (m) | Y (m) | | Section | Parcelle | Commune |
| Forage F1 | BSS001AKBB (ex-03653X0010/F1AEP) | 680 498 | 6 765 174 | 88.31 | CI | 6 | Amilly |
| Forage F2 | BSS001AKBH (ex-03653X0016/F2AEP) | 680 583 | 6 765 015 | 88.88 | | 23 | |
| Forage F3 | BSS001AKGX (ex-03653X0150/F3AEP) | 680 650 | 6 764 695 | 88.09 | | 34 | |

III. RAPPEL DU CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE¹

III .1. Contexte Géologique

Le secteur d'étude est localisé en limite orientale des dépôts des formations de Beauce. En effet, du fait de la faille d'axe Nord-Sud de la vallée du Loing, la formation de la Craie Sénonienne affleure en rive droite. Celle-ci se trouve alors directement drapée par la formation des argiles à silex et la formation à chailles.

Figure 2 – Extrait de la feuille géologique locale au 1/50 000 (source serveur Infoterre).



Ainsi au droit du champs captant de la Chise qui se trouve dans le lit majeur du Loing, la succession géologique suivante est rencontrée :

- *Alluvions récentes du Loing* (Notation Fz2) (formations de fond de vallée).
- *Formation de Beauce* (notation g2c). Constituée du niveau des calcaires du Gatinais (Calcaires d'Etampes), sa puissance est
- *Formation à Chailles* (notation E7P) - Formée de cailloutis siliceux emballés dans une matrice argilo sableuse dont l'épaisseur est inférieure à 10 mètres.
- *La Craie Sénonienne silex* (notation C5).

¹ D'après l'Avis de Monsieur Jean-Claude SCHMIDT (Hydrogéologue Agréé) établi en avril 2010.

Tableau 2 : Synthèse des coupes géologiques du champs captant de la Chise à Amilly (45)

| Profondeur (m) | Forage F1 | Forage F2 | Forage F3 |
|----------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| 0 | Alluvions récentes | Alluvions récentes | Alluvions récentes |
| 0.5 | | | |
| 1 | | | |
| 1.5 | | | |
| 2 | | | |
| 2.5 | | | |
| 3 | | | |
| 3.5 | | | |
| 4 | | | |
| 4.5 | | | |
| 5 | Calc. Du Gatinais | 7.3 | 5.4 |
| 5.5 | | | |
| 6 | | | Calc. Du Gatinais |
| 6.5 | | | 6.1 |
| 7 | | | Formation à Chailles |
| 7.5 | | | |
| 8 | | | |
| 8.5 | | | |
| 9 | | | |
| 9.5 | | | |
| 10 | | | |
| 10.5 | | | |
| 11 | | | |
| 11.5 | 11.6 | | |
| 12 | Formation à Chailles | 12.6 | |
| 12.5 | | | |
| 13 | | | |
| 13.5 | | | |
| 14 | | | |
| 14.5 | | | |
| 15 | | | |
| 15.5 | | | |
| 16 | | | |
| 16.5 | | | |
| 17 | Eocene inferieur | 14.7 | |
| 17.5 | | | |
| 18 | | | |
| 18.5 | | | |
| 19 | | | |
| 19.5 | | | |
| 20 | | | |
| 20.5 | | | |
| 21 | | | |
| 21.5 | | | |
| 22 | Craie Senonienne | 28.13 | |
| 22.5 | | | |
| 23 | | | |
| 23.5 | | | |
| 24 | | | |
| 24.5 | | | |
| 25 | | | |
| 25.5 | | | |
| 26 | | | |
| 26.5 | | | |
| 27 | | | |
| 27.5 | | | |
| 28 | | | |
| 28.5 | | | |
| 29 | | | |
| 29.5 | | | |
| 30 | | | |

D'après l'Avis de Monsieur Jean-Claude SCHMIDT (Hydrogéologue Agréé) établi en avril 2010.

- ➔ L'analyse des données géologiques confirment la succession lithologique attendue avec toutefois de fortes disparités dans l'épaisseur des différentes formations en présence, notamment dans le cas du forage F3 ou la formation des calcaires du Gatinais n'est reconnue que sur 0,4 mètres d'épaisseur,
- ➔ A noter également la présence dans le forage F1, de la formation de l'Eocène inferieur intercalée entre la formation des Chailles et celle de la Craie Sénonienne.

III .2. Contexte Hydrogéologique

Le secteur d'étude se caractérise par la présence de plusieurs aquifères superposés. Ainsi, il est possible de distinguer plusieurs nappes.

- *Nappe des alluvions*- contenue dans les formations alluviales du Loing. Cette nappe est en relation avec le cours d'eau. (il est rappelé que c'est une pollution de cette nappe par des hydrocarbures qui est à l'origine du retrait du forage F1 du dispositif de production).
- *Nappe des Calcaires du Gatinais* (C. de Beauce) – Bien développée en rive gauche (ouest du Loing), il s'agit d'une nappe superficielle très vulnérable au regard des activités de surface. Les données piézométriques disponibles (BE 1994, HE 2002 et SOGETI 2009) indiquent une forte influence du réseau de surface (Bezonde).
- *Nappe de la Craie Sénonienne* : il s'agit ici de **la nappe captée par les forages de la Chise**. La protection de cette nappe reste variable, meilleure en rive gauche (ouest) du Loing du fait de la présence des formations à Chailles qu'en rive droite (Est) où les formations de recouvrement se font plus discrètes.

Les données piézométriques disponibles (SOGETI Janvier 2009) indiquent que le sens d'écoulement général de cette nappe est influencé par le Loing et le Vernisson et que le gradient d'écoulement est de l'ordre de 2‰.

Le bassin d'alimentation du champ captant de la Chise, couvre une superficie de 53 km².

D'après les mesures piézométriques réalisées en 2004 (BURGEAP), ***l'exploitation du champ captant entraîne une dépression locale de la nappe de la craie avec une alimentation probable par drainance depuis les niveaux supérieurs (Calcaires du Gatinais et alluvions du Loing) à travers les formations argileuses à silex remaniées (chailles) qui constituent ici le niveau intercalaire semi-perméable entre les deux nappes.***

→ *Compte tenu des modalités d'exploitation envisagées au droit du site, et afin de préciser les modalités d'alimentation de la nappe de la Craie, le programme de suivi piézométrique intégrera 4 piézomètres s'intéressant à la nappe alluviale.*

IV. SYNTHESE DES DONNEES TECHNIQUES DISPONIBLES

La remise en service du forage F1 ayant été suspendue, seuls les ouvrages F2 et F3 ont été considérés.

Les données synthétisées ci-après sont issues de l'avis de Monsieur SCHMIDT ainsi que des différents rapports d'inspection des ouvrages. Les banques de données spécialisées (Infoterre) ont également été consultées.

IV .1. Forage F2

IV.1.1. Caractéristiques techniques de l'ouvrage F2

Ce forage a été réalisé en 1960 par la société SPIE.

D'une profondeur de 28,1 mètres, ce forage capte la formation de la craie à partir de -14,7 mètres.

La coupe de référence (source infoterre) indique que l'ouvrage est muni sur toute la hauteur d'un tubage acier Ø650 mm plein entre la surface et -15,8 mètres puis d'une section crépinée (fentes oblongues) entre -15,8 et -28,32 mètres le fond de l'ouvrage. L'espace annulaire entre la foration et l'extrados du tubage crépiné est rempli par du gravier siliceux calibré 15/25.

Des mesures de flowmétrie ont permis de confirmer que 50% du débit provenait de la zone 15,8-21 mètres, 45 % d'entre -23 et-28 mètres.

Plusieurs campagnes d'essais de pompage ont été réalisées.

En février 1960, le forage a été testé au débit de 400 m³/h pour un rabattement de 10 mètres (Q spé : 40 m³/h/m).

En novembre 1972, le forage a été testé au débit de 320 m³/h pour un rabattement de 3,7 mètres (Q spé : 86 m³/h/m).

Ainsi, lors d'un essai de pompage réalisé en 1987 par SAFEGE, le forage avait été testé au débit de 325 m³/h pour un rabattement d'environ 5 mètres (Q spé : ~70 m³/h/m). Dans son avis de 1989, Monsieur Philippe Maget fait état d'un essai de pompage mené au débit de 320 m³/h pour un rabattement de 5,94 mètres (Q spé : 53 m³/h/m).

A date, le forage F2 est autorisé pour un débit de production de 150 m³/h. Conservé comme secours, son exploitation est suspendue depuis 2004.

→ Afin de confirmer sa capacité, ce forage a fait l'objet en mai 2020 d'un nouvel essai de pompage (EXEAU TP).

L'analyse des données disponibles confirment le fort potentiel de ce forage et de la nappe captée et sa capacité à être exploité à fort débit.

IV.1.2. Contrôles vidéo et flowmétrie

En 2008, le forage F2 a fait l'objet d'une campagne de contrôle par diagraphies (GHI). Le contrôle vidéo avait permis de confirmer les caractéristiques techniques de l'ouvrage (position des différents tubages), l'absence de défaillances majeures (malgré la présence généralisée d'un dépôt organique) et avait également permis d'observer que de manière générale l'ouvrage était en bon état avec toutefois un colmatage partiel des crépines par des concrétions minérales et/ou organiques.

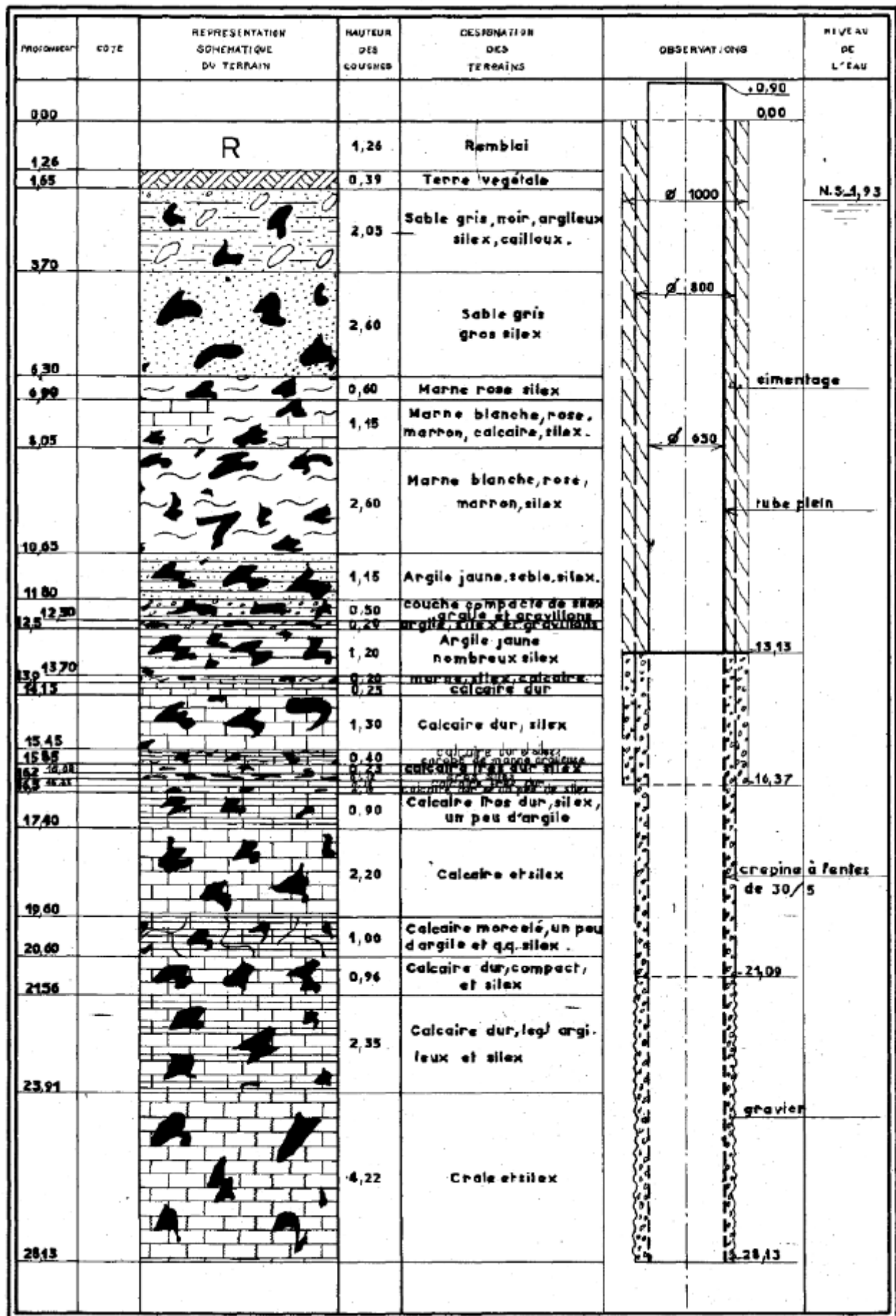
Ce contrôle vidéo avait été complété par un micromoulinet réalisé sur toute la hauteur crépinée (entre -15,5 et -28,2m). Les résultats obtenus montraient une répartition homogène des venues d'eau.

En novembre 2018, le forage F2 a fait l'objet d'un nouveau contrôle vidéo (SONDALP). Les observations réalisées corroborent celles faites lors du contrôle de 2008 et confirment le décalage avec la coupe originelle en ce qui concerne le sommet des crépines dont le sommet est relevé à -15,5 mètres (contre -15,8 mètres en 2008).

A noter également une différence dans le diamètre ($\varnothing 630$ mm contre $\varnothing 650$ mm en 2008 et sur la coupe originelle) et dans le type de crépines, identifié cette fois comme des crépines à nervure repoussées).

→ Les différents contrôles réalisés indiquent un état de dégradation plus ou moins prononcé des tubages ainsi qu'un colmatage partiel des crépines.

Figure 3 - Coupe géologique et technique de référence du forage F2 (d'après serveur Infoterre)



IV.1.3. Campagne de pompage de mai 2020

Afin de permettre la remise en service du forage, une opération de nettoyage/qualification a été entreprise en mai 2020. Les opérations ont été réalisées par l'entreprise Exeau TP (Bouzy La forêt, 45) entre le 18 et le 29 mai.

Compte tenu de l'absence de données récentes quant à la capacité réelle de l'ouvrage ainsi qu'à la qualité de l'eau produite, le forage F2 a fait l'objet d'un test de pompage en mai 2020 avec un débit de sollicitation de 150 m³/h (Essai réalisé par Exeau TP).

A l'issue de ce pompage, un prélèvement d'eau brute a été réalisé avec mise en œuvre d'un programme d'analyse complet.

⇒ Résultats des essais par paliers

Avant lancement, le niveau statique dans l'ouvrage était de 3.71 m/repère (=radier du bâtiment).

Lors de opérations de nettoyage, le forage a été pompé pendant une durée de 4 heures consécutives, au débit de 285 m³/h. Après 4 heures de pompage continu, le niveau dynamique s'établissait à environ 7,23 mètres/repère, soit un rabattement de 3,52 m.

A l'issue de la phase de nettoyage, le forage a fait l'objet d'un test de pompage par paliers. Chaque palier a consisté en la réalisation de phases de pompages de 2 heures consécutives.

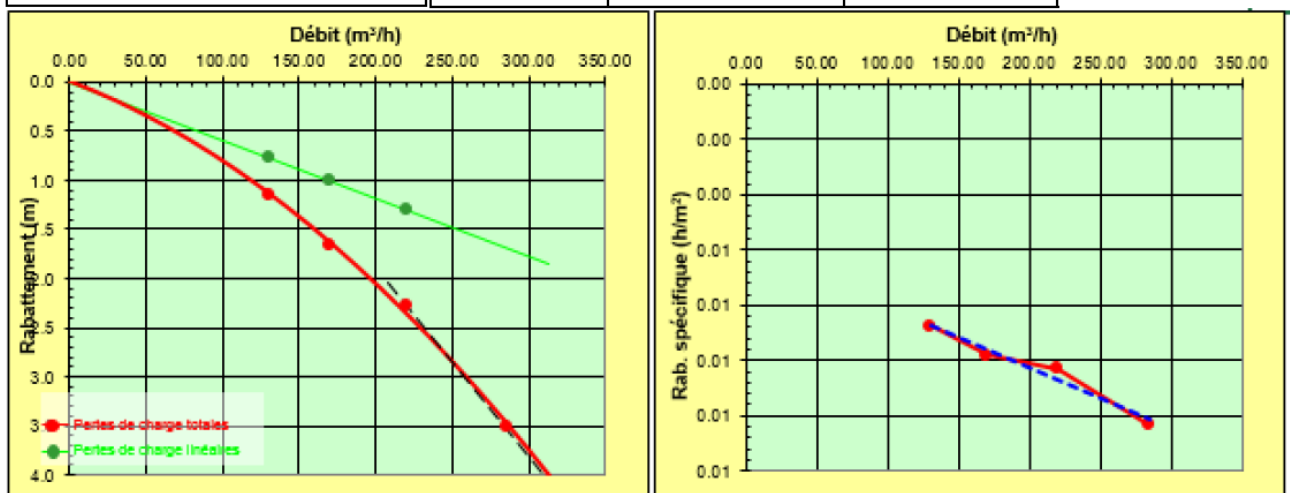
Les caractéristiques de paliers réalisés sont rappelées ci-après.

Tableau 3 : Résultats des essais par paliers réalisés en mai 2021 (Exeau TP)

| Numéro de Palier | DUREE POMPAGE (min) | DEBIT MOYEN (m ³ /h) | RABATTEMENT FINAL (m) | RABATTEMENT SPECIFIQUE (h/m ²) | DEBIT SPECIFIQUE (m ² /h) |
|------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------|--|--------------------------------------|
| 1 | 120 | 130 | 1.14 | 0.009 | 114.04 |
| 2 | 120 | 170 | 1.67 | 0.010 | 101.80 |
| 3 | 120 | 220 | 2.27 | 0.010 | 96.92 |
| 4 | 120 | 285 | 3.52 | 0.012 | 80.97 |

| | Débit (m ³ /h) | Pdc linéaire (m) | Pdc quadra. (m) |
|--|---------------------------|------------------|-----------------|
| | 130.00 | 0.76 | 0.37 |
| | 170.00 | 1.00 | 0.64 |
| | 220.00 | 1.29 | 1.07 |
| | 285.00 | 1.67 | 1.79 |

| |
|--|
| PARAMETRES DE LA COURBE : |
| B (h/m²) = 0.00588 |
| C (h²/m⁵) = 0.00002 |
| n = 2.0 |



→ L'interprétation des données issues de l'essai de mai 2020 indique que le débit critique de l'ouvrage est de l'ordre de 250 m³/h pour un rabattement associé de 2,7 mètres.

IV.1.4. Résultats de l'essai longue durée

A l'issue de l'essai par paliers, le forage F2 a fait l'objet d'un essai de pompage à débit constant sur une durée de 72 heures consécutives.

Compte tenu des difficultés liées au rejet des eaux, cet essai a été réalisé au débit de **150 m³/h**. Durant l'essai, les niveaux piézométriques dans les forages F1 et F2 ont été suivis et enregistrés.

Figure 4 – Enregistrement piézométrique lors de la campagne de mai 2020 (Source Exeau TP)



- ➔ Les résultats de l'essai réalisé confirment la capacité de l'ouvrage F2.
- ➔ Par ailleurs, le suivi piézométrique des ouvrages permet de confirmer l'existence d'interférences piézométriques entre les trois ouvrages constitutifs du champ captant.

Ainsi les enregistrements réalisés au cours de cet essai montrent que :

- la mise en route du forage F3 entraîne une baisse du niveau piézométrique dans les forages F1 et F2. Cette baisse est de l'ordre de 20 cm sur F1 (F1/F3 = 490 mètres) et de 30cm sur F2 (F2/F3 = 335 m).
- A la suite de la mise en pompage du forage F2 (150 m³/h), le niveau piézométrique dans le forage F1 s'abaisse d'environ 1,2 mètres incidence cumulée F2+ F3).

- ➔ Faute de disposer d'un suivi suffisamment précis, le comportement du forage F3 n'a pu être intégré.

IV.1.5. Qualité de l'eau brute issue du forage F2

Les prélèvements d'eau brute, pour analyse complète ont été effectués le 28/05/2020 par le laboratoire CARSO à l'issue du pompage de 72 heures.

Les résultats de cette analyse sont présentés dans le Tableau 5, page 15 et sont comparés à la qualité du forage F3 (analyse de juillet 2020) et aux seuils de production fixés par l'arrêté du 11 janvier 2007.

Les résultats confirment la présence de contaminants avec des concentrations supérieures aux valeurs de référence pour les pesticides (*Atrazine déséthyl*, *Atrazine déséthyl désypropil*, *Alachlore ESA*) et solvants (*tri/tetra chloroéthylène*).

A titre d'information, l'eau brute issue du forage F2 a été comparée avec celle issue du forage F3 déjà en exploitation. Les résultats obtenus confirment une qualité d'eau équivalente, avec présence excessive de pesticides et COHV.

Ces anomalies seront corrigées au travers de l'installation de potabilisation qui sera prochainement mise en place.

IV.1.6. Aménagements prévus dans le cadre de la remise en service du forage F2

Dans le cadre de la remise en service de l'ouvrage plusieurs aménagements sont prévus.

A ce stade, la nature des équipements n'est pas précisément connue (consultation des fournisseurs en cours).

Toutefois, celles-ci concerneront à minima les points suivants :

- Réfection de la tête de puits avec mise en place d'une tête de puits étanche (protection contre le risque de crue, submersion),
- Remplacement de la pompe immergée actuelle par une pompe de grande capacité (350 m³/h),
- Remplacement de la colonne d'exhaure par une colonne inox DN250 à double joncs/joints, compte tenu de la conception du forage F2, l'aspiration de la pompe sera installée à une profondeur maximale de 12 mètres /sol,
- Afin s'assurer un positionnement optimal dans la colonne de production et permettre un refroidissement efficace du moteur, la pompe sera munie de centreurs diélectriques,
- Installation d'une sonde piézométrique immergée pour le suivi du niveau dynamique et le pilotage de la pompe,
- Installation d'une armoire de pilotage permettant le fonctionnement en variation de vitesse avec maintien d'une consigne de fonctionnement prédéterminée (débit/niveau),
- Mise en place d'un dispositif d'enregistrement des paramètres de fonctionnement (débit/niveau).

IV.1.7. Conclusion concernant la capacité de prélèvement à partir du forage F2

L'ensemble des données disponibles confirment le fort potentiel de l'ouvrage et de la nappe captée.

Ainsi, la productivité moyenne de l'ouvrage est actuellement évaluée à **80 m³/h/m**.

Tableau 4 – Forage F2 - Synthèse des essais de pompage (1960- 2020)

| Date | Débit (m3/h) | Rabatement (m) | Débit Spécifique (m3/h/m) |
|---------------|--------------|----------------|---------------------------|
| Février 1960 | 400 | 10 | 40.0 |
| Novembre 1972 | 320 | 3.7 | 86.5 |
| 1987 | 325 | 5 | 65.0 |
| Mai 2020 | 150 | 1.84 | 81.5 |

Compte tenu de ces éléments, et sous réserve d'un bon état du forage, **il est proposé d'exploiter le forage au débit maximal en considérant un niveau dynamique maximum de -6,5 mètres/sol (TN)**, permettant de conserver la nappe exploitée en charge.

Compte tenu de la capacité de l'ouvrage (débit spécifique), le débit de production maximum attendu serait de l'ordre de **250 à 300 m3/h**.

- Toutefois, à ce stade, ce débit de pompage n'a jamais été testé en conditions d'exploitation réelles (en fonctionnement simultané des ouvrages), excepté lors d'essais de pompage ponctuels.
- En conséquence, il est à ce stade précisé que **les conditions d'exploitation définitives du forage F2 ne seront définies qu'à l'issue d'une campagne de suivi réalisée dans des conditions de fonctionnement normales en hautes eaux et en basses eaux** avec instrumentation des différents ouvrages F1, F2 et F3 et d'au moins 4 piézomètres s'intéressant à la nappe alluviale de surface.

Tableau 5 – Qualité des eaux brutes produites par les forages F2 et F3 (données 2020)

| Paramètres | Unités | Forage F2 Prélèvement du 28/05/2020 | Forage F3 Prélèvement du 22/04/2020 | Limites et références de qualité |
|--|------------|---|---|--|
| Paramètres microbiologiques | | | | |
| Escherichia coli | UFC/100 ml | <1 | N.A | 0 |
| Entérocoques | UFC/100 ml | <1 | N.A | 0 |
| Bactéries coliformes | UFC/100 ml | <1 | N.A | 0 |
| Bactéries sulfitoréductrices | UFC/100 ml | <1 | N.A | 0 |
| Numération de germes aérobies revivifiables à 22 °C | UFC/mL | 3 | N.A | - |
| Numération de germes aérobies revivifiables à 36 °C | UFC/mL | <1 | N.A | - |
| Physico-chimie de base | | | | |
| Carbone organique total | mg/L | 0.6 | 0.5 | 2 |
| Conductivité à 25 °C | µS/cm | 659 | 705 | entre 200 et 1100 |
| Cyanures totaux | µg/l | <10 | N.A | 50 |
| Fluorures | mg/L | <0.05 | N.A | 1.5 |
| pH | | 7.18 | 7.7 | compris entre 6.5 et 9 |
| Température (in situ) | °C | 13.6 | 14.3 | 25 |
| Turbidité | NFU | 0.1 | 0.11 | 1 |
| Cations | | | | |
| Ammonium | mg/L | <0.05 | <0.05 | 0.1 |
| Sodium | mg/L | 11.3 | 9.2 | 200 |
| Anions | | | | |
| Chlorures | mg/L | 32.6 | N.A | 250 |
| Nitrates (NO3) | mg/L | 40 | 65.1 | 50 |
| Nitrites (NO2) | mg/L | <0.02 | <0.01 | 0.5 |
| Sulfates | mg/L | 26.3 | N.A | 250 |
| Pesticides | | | | |
| Atrazine | µg/l | 0.058 | 0.044 | 0.1 |
| Atrazine 2-hydroxy | µg/l | 0.034 | 0.028 | |
| Atrazine déséthyl | µg/l | 0.138 | 0.205 | |
| Atrazine déisopropyl | µg/l | 0.006 | 0.015 | |
| Atrazine déséthyl 2 hydroxy | µg/l | 0.028 | 0.008 | |
| Atrazine déséthyl désipropyl | µg/l | 0.273 | 0.0505 | |
| Propazyme 2 Hydroxy | µg/l | < 0.005 | 0.007 | |
| Simazine | µg/l | 0.016 | 0.011 | |
| Dimetachlore CGA | µg/l | <0.02 | 0.072 | |
| Metolachlor NOA | µg/l | - | 0.085 | |
| Metolachlor ESA | µg/l | 0.026 | 0.178 | |
| Metazachlor ESA | µg/l | <0.02 | 0.055 | |
| Alachlore ESA | µg/l | 1.089 | < 0.1 | |
| 2,6 dichlorobenzamide | µg/l | 0.014 | 0.01 | |
| Norflurazon | µg/l | 0.014 | 0.007 | |
| Norflurazon désméthyl | µg/l | 0.012 | 0.01 | |
| N,N-diméthylnicotinamide, 2-sulfonamide (ASDM) | µg/l | - | 0.006 | |
| Norflurazon | µg/l | - | 0.007 | |
| Norflurazon desmethyl | µg/l | - | 0.01 | |
| Tolytriazole | µg/l | - | 0.008 | |
| Aldrine, dieldrine, heptachlore,heptachlorépoxyde (par substance individuelle) | µg/l | - | < 0.005 | 0.03 |
| Total pesticides | µg/l | 0.708 | - | 0.5 |
| Divers | | | | |
| Perchlorate | µg/l | 0.96 | 8.7 | 0.4 |
| Métaux | | | | |
| Aluminium | µg/l | <0.01 | N.A | 200 |
| Antimoine | µg/l | <1 | N.A | 5 |
| Arsenic | µg/l | <2 | N.A | 10 |
| Baryum | µg/l | 0.06 | N.A | 700 |
| Bore | µg/l | 0.018 | N.A | 1000 |
| Cadmium | µg/l | <1 | N.A | 5 |
| Chrome | µg/l | <5 | N.A | 50 |
| Cuivre | mg/L | <0.01 | N.A | 2 |
| Fer | µg/l | <0.1 | N.A | 200 |
| Manganèse | µg/l | <10 | N.A | 50 |
| Nickel | µg/l | <5 | N.A | 20 |
| Plomb | µg/l | 2 | N.A | 10 |
| Sélénium | µg/l | <2 | N.A | 10 |
| Composés organiques | | | | |
| Benzène | µg/l | <0.5 | <0.5 | 1 |
| Chlorure de vinyle | µg/l | <0.5 | <0.5 | 0.5 |
| Tétrachloroéthylène + trichloroéthylène | µg/l | 2.9 | 8.7 | <seuil |
| Radioactivité | | | | |
| Activité alpha globale | Bq/l | - | - | En cas de valeur supérieure à 0.10, analyse des radionucléides spécifiques |
| Activité bêta globale résiduelle | Bq/l | - | - | En cas de valeur supérieure à 0.10, analyse des radionucléides spécifiques |
| Dose totale indicative (DTI) | mSv/an | 0.00056 | <0.1 | 0.1 |
| Tritium | Bq/l | | - | 100 |

IV .2. Forage F3

IV.2.1. Caractéristiques techniques de l'ouvrage F3

Ce forage a été réalisé en 1975 par la société Intrafor-COFOR

D'une profondeur de 30 mètres, ce forage capte la formation de la craie à partir de -12.15 mètres.

La coupe de référence (source Infoterre) indique que l'ouvrage se compose de deux sections. La première section entre la surface et -12,00 mètres est constituée d'un tubage acier plein Ø1000 mm puis à partir de -12 mètres et jusqu'à -30 mètres d'un tubage crépiné (crépines à fentes oblongues 30x5mm).

L'espace annulaire entre la foration et l'extrados du tubage crépiné est rempli par du gravier siliceux calibré 15/25mm.

Des mesures de flowmétrie ont permis de préciser que les venues d'eau étaient distribuées de la manière suivante : moins de 5% du débit entre -11 et -15 mètres, 40% entre -15 et -19 et 50% entre -21 et -29 mètres.

Plusieurs campagnes d'essais de pompage ont été réalisées.

En mars 1976, le forage a été testé au débit de 325 m³/h pour un rabattement de 2,3 mètres (Qspé : 141 m³/h/m).

A date, le forage F3 est autorisé pour un débit de production de 180m³/h. Exploité en continu, il constitue l'un des ouvrages principaux de la collectivité. Raccordée à la surface par une colonne DN 200 d'une longueur de 12,3 mètres, la crépine d'aspiration de pompe est positionnée à -13.95m/sol.

→ *L'analyse des données disponibles confirment le fort potentiel de ce forage et sa capacité à être exploité à fort débit.*

IV.2.2. Contrôles vidéo et flowmétrie

En 2008, le forage F3 a fait l'objet d'une campagne de contrôle par diagraphies (GHI). Le contrôle vidéo avait mis en évidence quelques écarts avec la coupe originelle. Ainsi, après correction, il apparaissait que la profondeur de l'ouvrage était de l'ordre de 31 mètres (contre 30 mètres sur la coupe initiale).

Ce contrôle avait également permis de préciser que l'ouvrage commençait à se dégrader avec un concrétionnement important de la section lisse et la présence possible de perforations ainsi qu'un colmatage des sections crépinées par des concrétions minérales avec présence de dépôts organiques. Le fond présentait un comblement de l'ordre de 20 cm par des dépôts divers (dépôts grossiers, fil de fers, colliers de serrage).

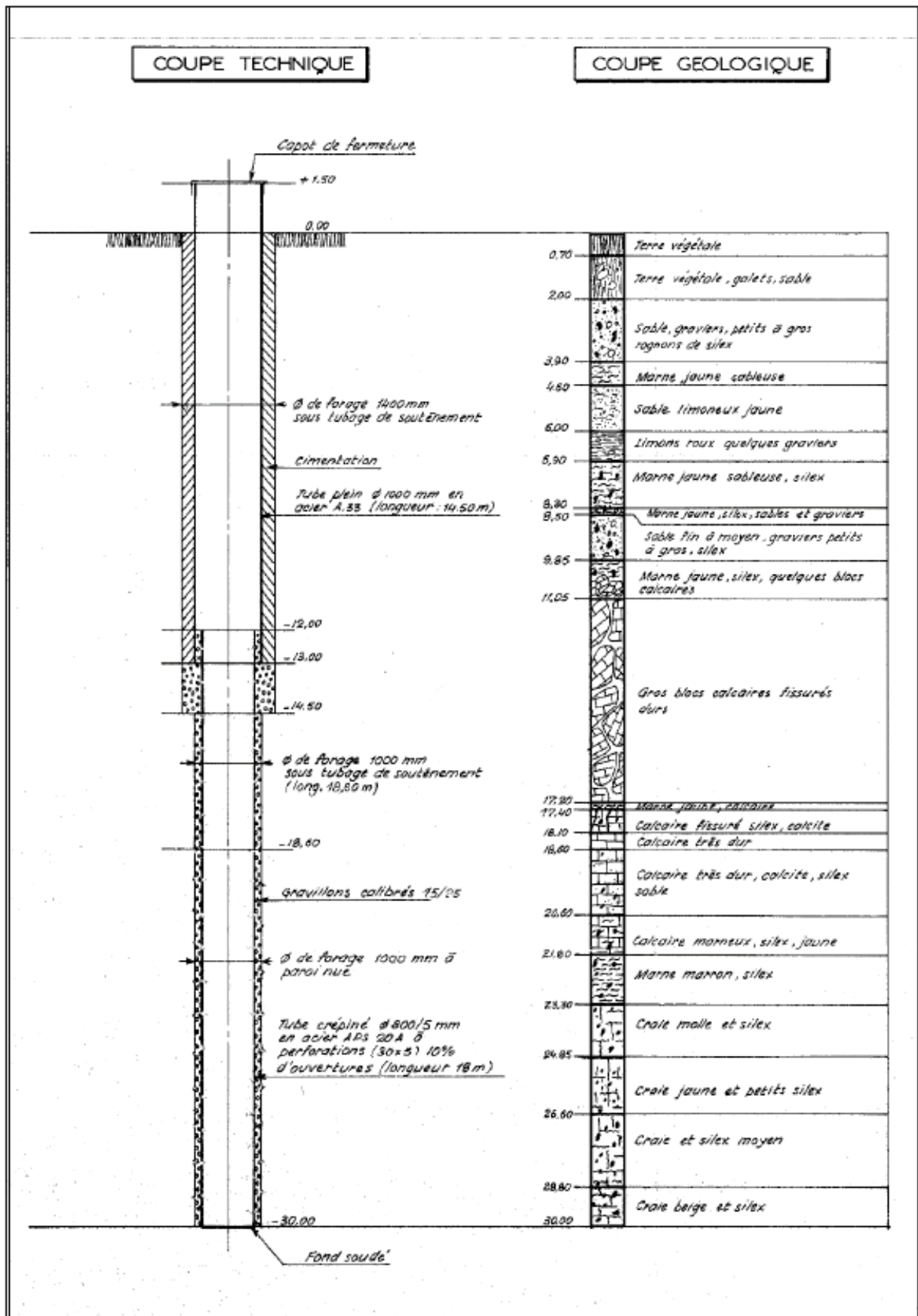
Ce contrôle vidéo avait été complété par un micromoulinet réalisé entre -11 et le fond du forage. Les résultats obtenus montraient une répartition homogène des venues d'eau.

En novembre 2018, le forage F3 a fait l'objet d'un nouveau contrôle vidéo (SONDALP). Les observations réalisées avaient permis de confirmer celles de 2008 avec l'absence de défaillances majeures, une corrosion généralisée des tubages et la présence (plus importante) de dépôts organiques et minéraux dans la section crépinée. La profondeur du forage (-31 m/sol) a également été confirmée.

→ *Les différents contrôles réalisés (2008 et 2018) indiquent un état de dégradation significatif des tubages pleins (corrosion avec possibles perforations) ainsi qu'un colmatage partiel des crépines par des concrétions et/ou des dépôts organiques.*

→ *Aussi, afin de limiter tout risque de défaillance majeure consécutive à la modification du régime de sollicitation (effondrement), il est recommandé, à l'issue des opérations de nettoyage de l'ouvrage, de procéder à un nouveau contrôle de l'état réel des différentes sections de l'ouvrage, l'objectif étant de confirmer sa capacité à supporter un pompage à fort débit.*

Figure 5 - Coupe géologique et technique de référence du forage F3 (d'après serveur Infoterre)



IV.2.3. Aménagements prévus dans le cadre de la remise en service du forage F3

Dans le cadre des modifications d'exploitation envisagées, plusieurs aménagements sont prévus.

A ce stade, la nature des équipements n'est pas précisément connue (consultation des fournisseurs en cours).

Toutefois, celles-ci concerneront à minima les points suivants :

- Réfection de la tête de puits avec mise en place d'une tête de puits étanche (protection contre le risque de crue, submersion (hauteur d'eau 0,5 à 1 mètre/sol avec aléas vitesse <1/ms d'après PPRI 2015),
- Remplacement de la pompe immergée actuelle par une pompe de grande capacité (350 m³/h),
- Remplacement de la colonne d'exhaure par une colonne inox DN250 à double joncs/joints, compte tenu de la conception du forage F3, l'aspiration de la pompe sera installée à une profondeur de 11 mètres /repère actuel,
- Afin d'assurer un positionnement optimal dans la colonne de production et permettre un refroidissement efficace du moteur, la pompe sera munie de centreurs diélectriques+ jupe de refroidissement.
- Installation d'une sonde piézométrique immergée pour le suivi du niveau dynamique et le pilotage de la pompe,
- Installation d'une armoire de pilotage permettant le fonctionnement en variation de vitesse avec maintien d'une consigne de fonctionnement prédéterminée (débit/niveau),
- Mise en place d'un dispositif d'enregistrement des paramètres de fonctionnement (débit/niveau).

Comme dans le cas du forage F2 et dans le cadre des travaux envisagés, le forage F3 fera l'objet d'une opération de nettoyage par brossage (à la brosse nylon, sur toute la hauteur) et air-lift (curage). Afin de vérifier l'efficacité de l'opération et de s'assurer de l'intégrité des tubages, un contrôle vidéo post nettoyage est fortement recommandé.

IV.2.4. Conclusion concernant la capacité de prélèvement à partir du forage F3

Compte tenu des éléments disponibles à date, **il est proposé d'exploiter le forage au débit maximal en considérant un niveau dynamique maximum de -6,0 mètres/sol**, permettant de conserver la nappe exploitée en charge.

Compte tenu de la capacité de l'ouvrage (débit spécifique), le débit de production maximum attendu serait de l'ordre de 300 à 350 m³/h.

- *Toutefois, à ce stade, excepté lors d'essais de pompage ponctuels, et du fait du caractère stratégique de l'ouvrage, ce débit de pompage n'a pas été testé en conditions d'exploitation réelles.*
- *Aussi, comme pour le forage F2 et afin de limiter tout risque de défaillance majeure consécutive à la modification du régime de sollicitation (effondrement), il est recommandé, à l'issue des opérations de nettoyage de l'ouvrage, de procéder à un nouveau contrôle de l'état réel des différentes sections de l'ouvrage, l'objectif étant de confirmer sa capacité à supporter un pompage à fort débit.*

V. CONCLUSIONS

L'analyse des données disponibles à date confirme l'excellent potentiel des forages F2 et F3 et moyennant une exploitation conjointe, leur capacité à répondre aux besoins de la collectivité.

Toutefois afin de s'assurer d'exploiter les forages dans des conditions optimales, à la fois pour les forages et pour la nappe, il est proposé d'exploiter ces deux ouvrages sur la base du maintien d'un niveau dynamique maximum qui serait respectivement de 6,5 mètres/sol pour le forage F2 et 6,0 mètres/sol pour le forage F3.

Compte tenu de la capacité de la station de traitement envisagée, le débit global cumulé ne dépassera pas 530 m³/h.

| | Forage F2 | Forage F3 |
|---|---|-----------|
| <u>Conditions d'exploitation</u> | | |
| Débit maximum de la pompe (m ³ /h) | 350 | 350 |
| Débit Global F2+F3 (m ³ /h) | 530 | |
| Profondeur maximale de la pompe (Aspiration, m/sol) | 12 | 11 |
| Mode de pilotage recommandé | Variation de vitesse sur consigne de maintien de niveau | |
| Niveau dynamique maximum (m/sol) | 6,5 | 6,0 |

Il est rappelé que l'augmentation des prélèvements au niveau du champ captant entrainera, au regard des conditions d'exploitation actuelles, des modifications hydrodynamiques locales avec notamment une extension de la zone d'influence et des zones d'appel dont l'importance est difficilement quantifiable à date.

Aussi, afin de valider ces hypothèses de fonctionnement et appréhender les éventuels changements dans le comportement hydrodynamique de la nappe et dans la qualité de l'eau brute captée, il est proposé d'accompagner ces modifications par la mise en œuvre d'un programme de suivi quantitatif et qualitatif de la ressource.

V.1. Programme de suivi quantitatif

→ Ce programme a pour objectifs de **valider la capacité de la ressource et des ouvrages à répondre aux besoins de la collectivité en toute saison**. En outre, les données recueillies serviront à préciser les modalités de fonctionnement de la nappe et notamment l'existence des phénomènes de drainance pouvant être à l'origine de désordres qualitatifs. Ce programme sera mis en œuvre au plus tard dès la modification des conditions d'exploitation du champ captant effectives (augmentation du volume de prélèvement et/ou mise en service du forage F2).

Ainsi à ce stade, le programme suivant peut être proposé.

| | Forage F1 | Forage F2 | Forage F3 | Piézomètres de la nappe superficielle (4) |
|--|-----------|-----------|-----------|---|
| <u>Suivi d'exploitation</u> | | | | |
| Suivi du débit de pompage (1mes/ 15 min) | - | Oui | Oui | - |
| Niveau piézométrique (1mes/ 15 min) | Oui | Oui | Oui | Oui |

Tous les ouvrages utilisés pour le Contrôle piézométrique devront faire l'objet d'un géoréférencement précis (X, Y (Lambert 93) et Z (mNGF)).

Afin de permettre à la collectivité de suivre la ressource et d'anticiper d'éventuelles modifications, des bilans d'exploitation présentant l'évolution des niveaux piézométriques vs les débits pour tous les ouvrages seront régulièrement établis. Dans un premier temps, ces bilans seront établis à fréquence trimestrielle puis pourront être espacés (fréquence semestrielle (fin de basses eaux et fin de hautes eaux) en fonction des observations effectuées).

Dans tous les cas, toute anomalie de fonctionnement devra faire l'objet d'un signalement sans délai à la collectivité.

V.2. Programme de suivi qualitatif

- En complément du suivi quantitatif, un suivi qualitatif sera réalisé. **Compte tenu de présence de la pollution à proximité du F1, ce suivi portera à la fois sur la nappe alluviale et sur la nappe profonde de la craie.**
 - Le programme de suivi qualitatif aura pour objectifs de confirmer la qualité de l'eau captée au regard des hypothèses connues et permettre d'appréhender un éventuel transfert de pollution depuis la zone contaminée à proximité de F1 vers la nappe de la craie captée pour la production d'eau potable.
- A l'instar du programme de suivi quantitatif, ce programme sera mis en œuvre au plus tard au plus tard dès la modification des conditions d'exploitation du champ captant effectives (augmentation du volume de prélèvement et/ou mise en service du forage F2).

Ainsi à ce stade, compte tenu des incertitudes quant au comportement de la ressource sous l'effet d'une augmentation de sollicitation, il est proposé la mise en place d'un programme de suivi renforcé pendant la première année d'exploitation.

Ainsi, à ce stade le programme de suivi suivant peut être proposé.

| | Forage F1 | Forage F2 | Forage F3 | Piézomètres de la nappe superficielle (4) |
|--|-------------|-------------|-------------|---|
| <u>Paramètres</u> | | | | |
| Hydrocarbures (totaux/dissous avec coupe carbonée) + HAP | Mensuel | Mensuel | Mensuel | Mensuel |
| COHV + Pesticides | Trimestriel | Trimestriel | Trimestriel | Trimestriel |
| Paramètres généraux (balance ionique – métaux -pH, conductivité) | Trimestriel | Trimestriel | Trimestriel | Trimestriel |

Les analyses seront réalisées sur des prélèvements synchrones.

En fonction des résultats du suivi quantitatif et qualitatif, le programme de suivi pourra être modifié.

V.3. Bilans de fonctionnement

Afin de permettre à la collectivité de suivre la ressource et d'anticiper d'éventuelles modifications, des bilans d'exploitation présentant l'évolution des niveaux piézométriques vs les débits pour tous les ouvrages suivis seront régulièrement établis.

Dans un premier temps, ces bilans seront établis à fréquence trimestrielle puis pourront être espacés (fréquence semestrielle (fin de basses eaux et fin de hautes eaux)) en fonction des observations effectuées.

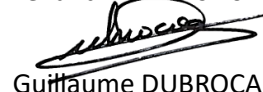
Dans tous les cas, tout fonctionnement anormal des ouvrages devra faire l'objet d'un signalement sans délai à la collectivité.

Enfin, à l'issue d'une période d'observation significative (minimum 1 année), les données enregistrées seront analysées et interprétées et les régimes d'exploitation des forages F2 et F3 définis.

Il convient de noter qu'en fonction des nouvelles modalités d'exploitation qui seront définies, les périmètres de protection établis et actuellement en vigueur pourront être modifiés.

Fait à Olivet,

Le lundi 21 mars 2021,



Guillaume DUBROCA