



Résultats de la campagne de forages de reconnaissance, diagraphies et pompages d'essais sur le sous-bassin de Marchésieux (50)

Rapport final

BRGM/RP-65224-FR

Avril 2016



Résultats de la campagne de forages de reconnaissance, diagraphies et pompages d'essais sur le sous-bassin de Marchésieux (50)

Rapport final

BRGM/RP-65224-FR

Avril 2016

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 2013-2015

B. Vittecoq

Avec la collaboration de

Y. Gueho, H. Tissoux ; L. Ardito et A. Laurent

Vérificateur :

Nom : T. Klinka

Fonction : Hydrogéologue

Date : 03/11/2015

Signature :



Approbateur :

Nom : E. Gomez

Fonction : Directeur interrégional
Centre-Ouest

Date : 16/11/2015

Signature :



Le système de management de la qualité et de l'environnement
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots-clés : Forages, pompages d'essais, diagraphie, faluns, marnes du Bosq d'Aubigny, Marchésieux

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Vittecoq B. (2016) – Résultats de la campagne de forages de reconnaissance, diagraphies et pompages d'essais sur le sous-bassin de Marchésieux (50). Rapport final. BRGM/RP-65224-FR.

© BRGM, 2016, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Le bassin de Sainteny-Marchésieux représente une réserve aquifère particulièrement intéressante à l'échelle du département de la Manche puisqu'il alimente en eau potable 15% de la population de ce département. Le sous-bassin de Sainteny au nord-ouest (environ 35 km²) est exploité à raison de 4 millions de m³/an, tandis que le sous-bassin de Marchésieux, plus vaste (environ 100 km²) est actuellement très peu exploité (volumes annuels prélevés estimés à 0.15 M m³/an). Les connaissances disponibles ne permettent pas d'évaluer précisément l'extension et la nature des différentes formations géologiques en place, ainsi que les potentialités des aquifères associés, les estimations variant de quelques millions de m³/an à quelques dizaines de millions de m³/an. De plus, des travaux de recherche réalisés par l'université de Rennes entre 2001 et 2012 essentiellement dans le sous-bassin de Sainteny ont mis en évidence la fragilité, dans certaines conditions, des zones de marais et tourbières et la nécessité de veiller à mieux appréhender les impacts entre les prélèvements d'eau souterraine en relation avec les zones humides et le contexte géologique et hydrogéologique associé.

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie, le conseil Départemental de la Manche et le BRGM ont ainsi initié en 2012 un projet visant à améliorer la connaissance géologique et hydrogéologique du sous-bassin de Marchésieux, et les relations avec les zones humides.

Suite aux prospections géophysiques réalisées entre décembre 2012 et juillet 2015 (cf. Rapport BRGM/RP-65218-FR), et en concertation avec le comité de pilotage, 5 sites ont été retenus pour réaliser des forages de reconnaissances. Neufs forages ont ainsi été réalisés entre mai et août 2015 puis des diagraphies et pompages d'essais ont été réalisés en septembre et octobre 2015. Cette campagne de forages, pompages d'essais et diagraphies a permis d'améliorer de façon significative la connaissance géologique et hydrogéologique du sous-bassin de Marchésieux.

Les forages réalisés à Saint-André-de-Bohon (F1 et PF1) ont permis de confirmer que cette formation géologique est un très bon aquifère avec un débit spécifique pouvant atteindre 100 m³/h/m. Les faluns de Bohon étant caractérisés par des changements de granulométrie et de cimentation assez fréquents et leurs caractéristiques hydrodynamiques varient entre 1x10⁻² et 9x10⁻² m²/s. L'extension de cet aquifère a également été affinée et les prospections géophysiques permettent de bien déterminer son épaisseur.

Les trois piézomètres réalisés à Marchésieux (F2-P1, F2-P2 et F2-P3) dans le marais des Rouges Pièces ont vocation à intégrer un réseau d'observation des zones humides. Ces piézomètres ont permis de mettre en évidence la nature et l'épaisseur des différents horizons séparant les tourbes de l'aquifère sous-jacent. Le rôle des horizons argileux a également été mis en évidence, le premier constituant le substratum de la nappe des tourbes et le second un horizon semi-perméable imprimant à la nappe sous-jacente son caractère captif. Le piézomètre captant cette nappe sous-jacente dans un horizon sableux des marnes du Bosq d'Aubigny est en effet captif et son niveau piézométrique est au-dessus du niveau du sol (et au-dessus du niveau mesuré dans les deux piézomètres captant la nappe des tourbes). Le suivi des niveaux piézométriques dans ces piézomètres semble ainsi confirmer une alimentation des tourbes par les aquifères sous-jacents *via* des flux de drainance ascendants.

Les deux forages (F3 et F4) réalisés à Raids et Saint-Sébastien-de-Raids captent tous les deux les marnes du Bosq d'Aubigny, au niveau de la crête piézométrique séparant le sous-bassin de Sainteny du sous-bassin de Marchésieux. Ils permettront notamment d'améliorer l'établissement des futures cartes piézométriques et l'évaluation de l'impact des prélèvements.

Les forages réalisés sur le site de la porte des Bosqs à Marchésieux (F5 et PF5) ont permis de mettre en évidence un horizon aquifère entre 107 et 121 m de profondeur, sous un épais recouvrement argileux. Malgré ce recouvrement la recharge semble s'effectuer assez rapidement et la faible minéralisation de l'eau milite pour une zone de recharge peu éloignée, qui pourrait confirmer la contribution des aquifères de socles situés en amont immédiat.

Les pompages d'essais réalisés sur les forages F4 et F5 ont également permis d'acquérir de nouvelles données permettant d'affiner la caractérisation des paramètres hydrodynamiques des marnes du Bosq d'Aubigny et la recharge de cet aquifère. Pour synthétiser ces travaux de reconnaissance, une analyse statistique des transmissivités a été menée sur les différents aquifères du bassin de Sainteny-Marchésieux. Elle traduit globalement le caractère aquifère des formations rencontrées.

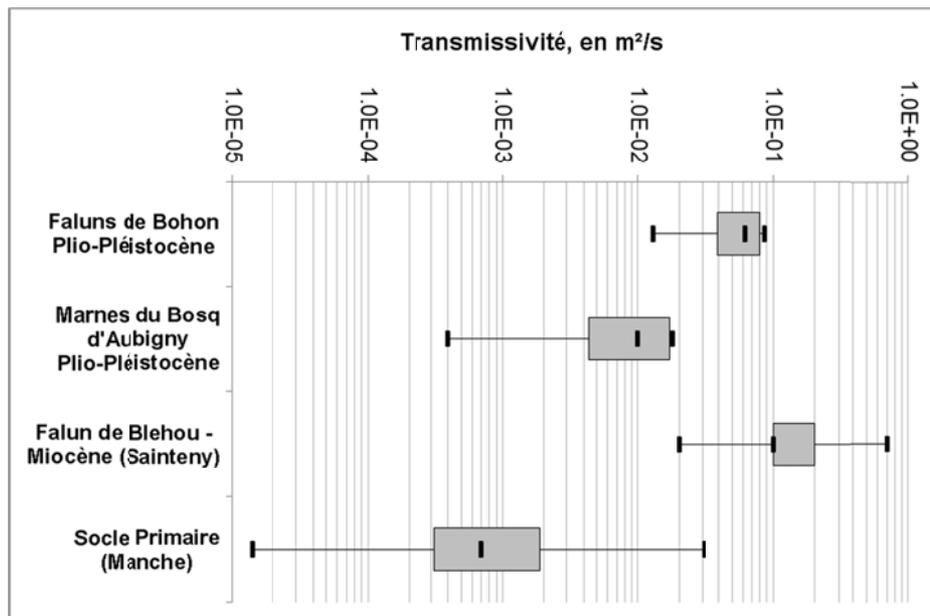


Illustration 1 : Synthèse statistique (box-plot) des valeurs de transmissivités des forages recoupant les principales formations du secteur d'étude. Les traits noirs correspondent aux valeurs minimales, médianes et maximales, les bornes de la boîte correspondent au 1^{er} et 3^{ème} quantile.

Enfin, ces travaux ont permis de confirmer et valider les hypothèses des prospections géophysiques et l'intérêt de coupler différentes méthodes pour optimiser la caractérisation des différentes formations. Les sondages RMP notamment se sont révélés très pertinents sur ce type de formations géologiques et pourraient permettre, à l'avenir, de prospecter rapidement un secteur d'étude et vérifier la bonne perméabilité d'un site avant la réalisation d'un forage d'exploitation.

Sommaire

1. Introduction	11
1.1. CONTEXTE GENERAL	11
1.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE	12
1.3. PRESENTATION DES TRAVAUX REALISES	13
2. Site 1 - Saint-André-de-Bohon	17
2.1. OBJECTIF DES FORAGES	17
2.2. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES	19
2.2.1. Caractéristiques du forage 01173X0031/RDC-F1	19
2.2.2. Caractéristiques du piézomètre 01173X0032/RDC-PF1	22
2.3. POMPAGE D'ESSAI PAR PALIERS DE DEBITS	23
2.4. POMPAGE D'ESSAI LONGUE DUREE	25
2.5. CONCLUSION	28
3. Site 2 – Marais des Rouges Pièces à Marchésieux.....	29
3.1. OBJECTIF DES FORAGES	29
3.2. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES	30
3.2.1. Caractéristiques générales du forage 01176X0091/LRP-F2-P1	30
3.2.2. Caractéristiques générales du piézomètre 01176X0095/LRP-F2-P2.....	34
3.2.3. Caractéristiques générales du piézomètre 01176X0096/LRP-F2-P3.....	35
3.3. CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES	36
4. Site 3 – Transformateur RTE à Saint-Sébastien-de-Raids.....	39
4.1. OBJECTIF DU FORAGE	39
4.2. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES	40
5. Site 4 – Village Dorléans à Raids	45
5.1. OBJECTIF DU FORAGE	45
5.2. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES DU FORAGE 01176X0092/VDO-F4	46
5.3. POMPAGE D'ESSAI PAR PALIERS DE DEBITS	49

5.4. POMPAGE D'ESSAI LONGUE DUREE	50
6. Site 5 – La porte des Bosqs à Marchésieux	51
6.1. OBJECTIF DES FORAGES	51
6.2. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES	52
6.2.1. Caractéristiques géologiques et techniques du forage 01176X0093/LPB-F5	52
6.2.2. Caractéristiques géologiques et techniques du forage 01176X0094/LPB-PF5	56
6.3. POMPAGE D'ESSAI PAR PALIERS DE DEBITS SUR LE FORAGE F5	57
6.4. POMPAGE D'ESSAI LONGUE DUREE SUR LE FORAGE F5	58
6.4.1. Rabattements mesurés dans le forage F5	58
6.4.2. Rabattements mesurés dans le piézomètre PF5	60
6.5. CONCLUSION	61
7. Conclusion	63
8. Bibliographie	65

Liste des illustrations

Illustration 1 : Synthèse statistique (box-plot) des valeurs de transmissivités des forages recoupant les principales formations du secteur d'étude. Les traits noirs correspondent aux valeurs minimales, médianes et maximales, les bornes de la boîte correspondent au 1 ^{er} et 3 ^{ème} quantile.....	4
Illustration 2 : Localisation de la zone d'étude, du sous-bassin hydrogéologique de Marchésieux et représentation des cours d'eau pérennes (BDTOPO).....	12
Illustration 3 : Localisation des 5 sites de forages.....	13
Illustration 4 : Principales caractéristiques des forages réalisés.....	15
Illustration 5 : Localisation des sites de forages sur la carte de l'inversion du fond du bassin (en mNGF) issue des résultats des mesures gravimétriques pour un contraste de densité de -0.9 g.cm^{-3} entre le socle et les sédiments	16
Illustration 6 : Profil sismique 2014 SHR-02 réalisé rue de la cane à Saint-André-de-bohon (localisation en orange sur l'illustration 7). La couleur rouge correspond au socle acoustique, le jaune aux faluns de Bohon et le bleu aux sables de Saint-Vigor (faciès argileux). L'emplacement du forage RDC-F1 est indiqué en rouge.	17
Illustration 7 : Localisation du forage 01173X0031/RDC-F1, rue de la Cane à Saint-André-de-Bohon. Le profil sismique réalisé en 2014 est représenté en orange.....	18
Illustration 8 : Photographie de la tête de l'ouvrage 01173X0031/RDC-F1	19
Illustration 9 : Coupe géologique et technique du forage F1 établie sur la base des observations des cuttings sur le chantier et de la diagraphie micromoulinet pour les arrivées d'eau.	20
Illustration 10 : Coupe géologique du forage F1 établie par l'université de Caen sur la base des échantillons prélevés in-situ par le BRGM.....	21
Illustration 11 : Coupe géologique et technique du forage 01173X0032/RDC-PF1.....	22
Illustration 12 : Photographies de la foration et de la tête de l'ouvrage 01173X0032/RDC-PF1 23	
Illustration 13 : Courbe caractéristique de l'essai de puits réalisé sur le forage 01173X0031/RDC-F1 – (à gauche) et droite débit / rabattements spécifiques (à droite), en fonction des rabattements au bout d'une heure de pompage. Synthèse des résultats de l'essai de puits et coefficients de pertes de charges.	24
Illustration 14 : Photographie du dispositif de pompage (gauche) et du rejet dans le bas côté 100 m en aval (Droite)	25
Illustration 15 : Résultats du pompage d'essai de longue durée réalisé sur le forage 01173X0032/RDC-PF1 du 14 au 18 septembre 2015 : courbes des rabattements et paramètres hydrodynamiques calculés	26
Illustration 16 : Résultats du pompage d'essai de longue durée réalisé sur le forage 01173X0031/RDC-F1 du 14 au 18 septembre 2015 : courbes des rabattements et paramètres hydrodynamiques calculés	27
Illustration 17 : Cartographie de l'extension supposée des faluns de Bohon et transmissivités associées	28
Illustration 18 : Localisation du site « 2 » dans les marais des Rouges Pièces à Marchésieux (cercle rouge). Le cercle orange correspond au site de suivi des zones humides équipé de 6 piézomètres des marais Marchésieux et le cercle bleu foncé correspond au site de suivi des zones humides équipé de 6 piézomètres des marais de Tribehou	29
Illustration 19 : Description détaillée in-situ de la lithologie du forage 01176X0091/LRP-F2-P1 30	
Illustration 20 : Coupe géologique du forage 01176X0091/LRP-F2-P1 établie par l'université de Caen sur la base des échantillons prélevés in-situ par le BRGM	31

Illustration 21 : Photographies des principales lithologies recoupées.....	32
Illustration 22 : Coupe géologique et technique du forage 01176X0091/LRP-F2-P1	33
Illustration 23 : Coupe géologique et technique du piézomètre 01176X0095/LRP-F2-P2.....	34
Illustration 24 : Coupe géologique et technique du piézomètre 01176X0096/LRP-F2-P3.....	35
Illustration 25 : Photographies du site en fin de travaux ; les trois tubes rouges correspondent aux trois piézomètres.....	36
Illustration 26 : Schéma conceptuel de la lithologie du site des Rouges Pièces à Marchésieux	37
Illustration 27 : Suivi piézométrique dans les piézomètres P1, P2 et P3 du site des Rouges Pièces à Marchésieux.....	37
Illustration 28 : Localisation du forage 01175X0113/RTE-F3 (cercle rouge) situé sur la commune de Saint-Sébastien-de-Raids à proximité du transformateur RTE et du forage 01176X0092/VDO-F4 (cercle orange) situé au lieu-dit le village Dorléans à Raids.	39
Illustration 29 : Localisation du forage F3 à proximité du transformateur RTE (cercle rouge à fond bleu, fond Google Earth).....	40
Illustration 30 : Description lithologique détaillée du forage 01175X0113/RTE-F3.....	41
Illustration 31 : Photographie du forage 01175X0113/RTE-F3	41
Illustration 32 : Photographies des principales lithologies observées dans le forage 01175X0013/RTE-F3	42
Illustration 33 : Coupe géologique « chantier » et technique du forage 01175X0113/RTE-F3...	43
Illustration 34 : Coupe géologique du forage 01175X0013/RTE-F3 établie par l'université de Caen sur la base des échantillons prélevés in-situ par le BRGM	44
Illustration 35 : Localisation du forage 01176X0092/VDO-F4 (cercle orange) situé au lieu-dit le village Dorléans à Raids.	45
Illustration 36 : Photographie de la foreuse et la tête de l'ouvrage	46
Illustration 37 : coupe géologique « chantier » et coupe technique du piézomètre 01176X0092/VDO-F4	47
Illustration 38 : Coupe géologique du forage 01176X0092/VDO-F4 établie par l'université de Caen sur la base des échantillons prélevés in-situ par le BRGM	48
Illustration 39 : Courbe caractéristique de l'essai de puits réalisé sur le forage 01176X0092/VDO-F4 – (à gauche) et droite débit / rabattements spécifiques (à droite), en fonction des rabattements au bout d'une heure de pompage. Synthèse des résultats de l'essai de puits et coefficients de pertes de charges.	49
Illustration 40 : Résultats du pompage d'essai de longue durée réalisé sur le forage 01176X0092/VDO-F4 du 30 septembre au 2 octobre 2015 : courbes des rabattements et paramètres hydrodynamiques calculés. Le coefficient d'emmagasinement n'est pas significatif, l'interprétation étant réalisée au puits de pompage.	50
Illustration 41 : Résultats du profil électrique réalisé le long de la RD900 (cf. Illustration 42) et localisation du forage F5 à proximité de l'abscisse 600 m.	51
Illustration 42 : Localisation des forages 01176X0093/LPB-F5 et 01176X0094/LPB-PF5 sur la commune de Marchésieux, au lieu-dit La Porte des Bosqs, sur la parcelle ZR176 de la zone artisanale du SIATR. Le profil sismique est représenté en orange et le profil électrique en noir	52
Illustration 43 : Photographie des travaux sur le forage F5 et le piézomètre PF5	53

Illustration 44 : Coupe géologique « chantier » et coupe technique du forage 01176X0093/LPB-F5. Les venues d'eau sont déterminées grâce à la diagraphie micromoulinet.....	54
Illustration 45 : Coupe géologique du forage 01176X0093/LPB-F5 établie par l'université de Caen sur la base des échantillons prélevés in-situ par le BRGM	55
Illustration 46 : Coupe géologique et technique du forage 01176X0094/LPB-PF5.....	56
Illustration 47 : Courbe caractéristique de l'essai de puits réalisé sur le forage 01176X0093/LPB-F5 – (à gauche) et droite débit / rabattements spécifiques (à droite), en fonction des rabattements au bout d'une heure de pompage. Synthèse des résultats de l'essai de puits et coefficients de pertes de charges.	57
Illustration 48 : Photographie du site « 5 » avec le forage 01176X0093/LPB-F5 au fond à droite en bleu et le piézomètre 01176X0094/LPB-PF5 à gauche en rouge	58
Illustration 49 : Résultats du pompage d'essai de longue durée réalisé sur le forage 01176X0093/LPB-F5 du 23 au 25 septembre 2015 : courbes des rabattements et paramètres hydrodynamiques calculés. Le coefficient d'emménagement n'est pas significatif, l'interprétation étant réalisée au puits de pompage.....	59
Illustration 50 : Rabattements mesurés dans le forage 01176X0093/LPB-F5 en bleu et dans le piézomètre 01176X0094/LPB-PF5 en rouge.....	60
Illustration 51 : Schéma conceptuel des écoulements entre Feugères et la Porte des Bosqs superposé au début du profil sismique. Les flèches bleues représentent les écoulements possibles en provenance du socle et au contact entre le socle primaire et les sédiments plio-quadernaires	61
Illustration 52 : Synthèse statistique (box-plot) des valeurs de transmissivités des forages recoupant les principales formations du secteur d'étude. Les traits noirs correspondent aux valeurs minimales, médianes et maximales, les bornes de la boîte correspondent au 1 ^{er} et 3 ^{ème} quantile.....	62

Liste des annexes

Annexe 1 Rapport de la société LogHydro : Diagraphies de production au micromoulinet des forages F1 et F5 et diagraphies gamma-ray des ouvrages F1, F2, F3, F4 et F567	
Annexe 2 Données de suivi manuel lors des pompages d'essais de longue durée sur les forages F1, F4 et F5	71
Annexe 3 Etude géologique des cinq forages réalisée par l'université de Caen	81

1. Introduction

Le bassin de Sainteny-Marchésieux représente une réserve aquifère particulièrement intéressante à l'échelle du département de la Manche puisqu'il alimente en eau potable un quart de la population de ce département. Le sous-bassin de Sainteny au nord-ouest (environ 35 km²) est exploité à raison de 4 millions de m³/an, tandis que le sous-bassin de Marchésieux, plus vaste (environ 100 km²) est actuellement très peu exploité (volumes annuels prélevés estimés à 0.15 Mm³/an). Les connaissances disponibles ne permettent pas d'évaluer précisément les potentialités des aquifères le constituant, les estimations variant de quelques millions de m³/an à quelques dizaines de millions de m³/an.

De plus, des travaux de recherche réalisés par l'université de Rennes entre 2001 et 2012 essentiellement dans le sous-bassin de Sainteny ont mis en évidence la fragilité des zones de marais et tourbières et la nécessité de veiller à mieux appréhender les impacts entre les prélèvements d'eau souterraine et les zones humides.

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie, le conseil général de la Manche et le BRGM ont ainsi initié en 2012 un projet visant à améliorer la connaissance géologique et hydrogéologique du sous-bassin de Marchésieux, et en particulier, le potentiel de la ressource en eau souterraine et les relations avec les zones humides, celles-ci représentant environ 30% (27 km²) de la superficie du sous-bassin de Marchésieux.

Ce projet est réalisé en concertation avec la DREAL Basse-Normandie, la DDTM de la Manche, les universités de Caen et Rennes, le Parc naturel régional des marais du Bessin et du Cotentin (PNRMCB), le SYMPEC et le syndicat départemental des eaux de la Manche. Le présent rapport s'inscrit dans les deux dernières phases du projet et vise à synthétiser les prospections géophysiques réalisées.

1.1. CONTEXTE GENERAL

Le sous-bassin de Marchésieux s'inscrit dans un environnement déjà impacté par l'activité anthropique et dans un système hydrologique complexe. Il appartient au système hydrogéologique du bassin de Sainteny-Marchésieux. La zone d'étude, représentée sur l'illustration 2, se situe au centre du département de la Manche, entre Carentan au nord-est et Périers au sud-ouest. La zone se caractérise par un relief peu élevé, dont l'altitude varie environ entre 45 mNGF et 2 mNGF.

Le sous-bassin de Marchésieux est parcouru par la Taute et sa basse vallée. Sa superficie est de 88 km². Les cours d'eau s'écoulent globalement selon la direction sud-ouest à nord-est. La superficie des zones humides comprises dans le sous-bassin de Marchésieux est de 27 km².

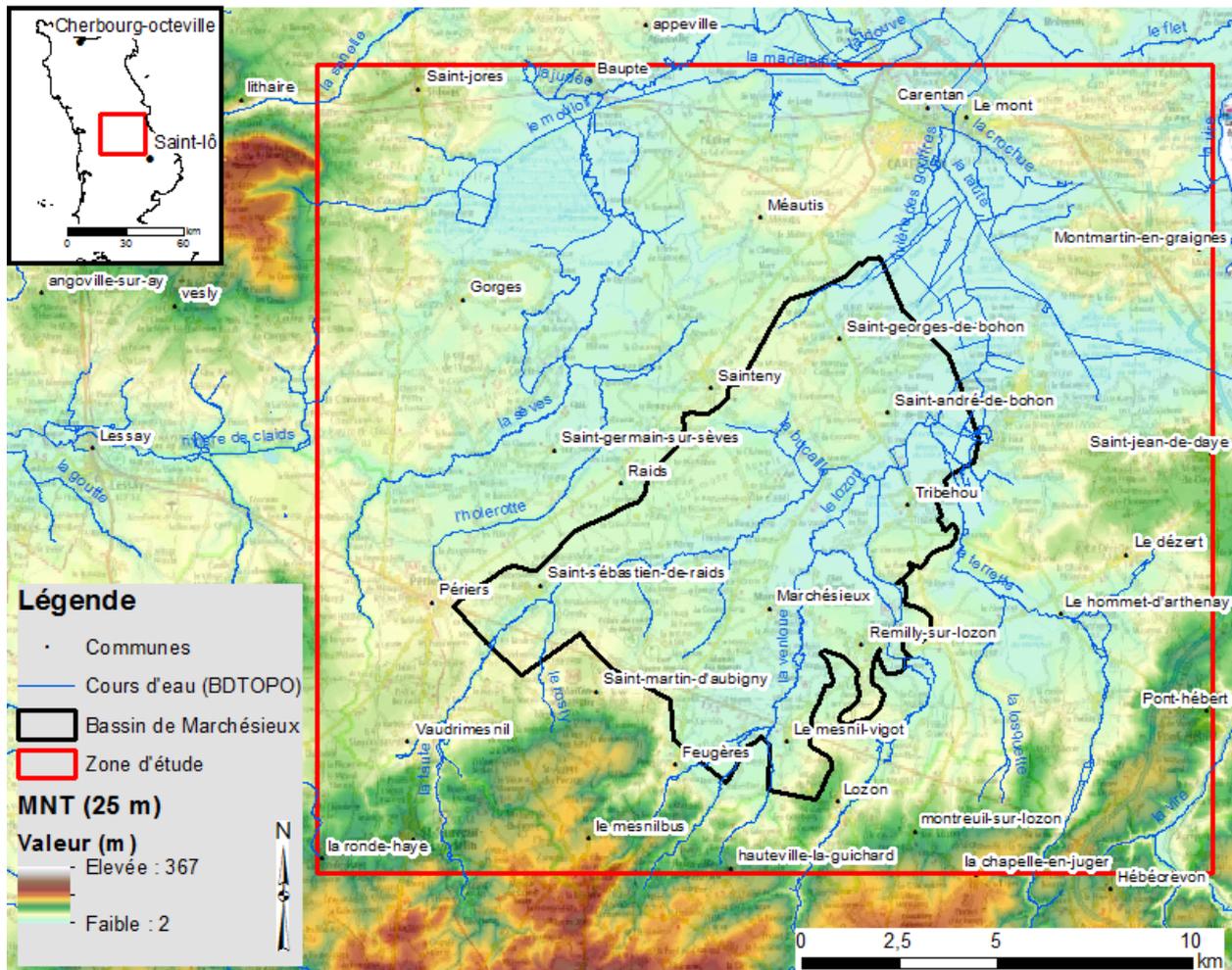


Illustration 2 : Localisation de la zone d'étude, du sous-bassin hydrogéologique de Marchésieux et représentation des cours d'eau pérennes (BDTOPO)

1.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Le bassin de Sainteny-Marchésieux représente une réserve aquifère particulièrement intéressante à l'échelle du département de la Manche puisqu'il alimente en eau potable 15% de la population du département.

Le sous-bassin de Sainteny au nord-ouest (environ 35 km²) est exploité à raison de 4 millions de m³/an, tandis que le sous-bassin de Marchésieux, plus vaste (environ 100 km²) est actuellement très peu exploité. Les connaissances géologiques et hydrogéologiques actuellement disponibles ne permettent pas d'évaluer précisément les potentialités des aquifères le constituant. De plus, des travaux de recherche réalisés par l'université de Rennes entre 2001 et 2012 ont mis en évidence la fragilité des zones de marais et tourbières et la nécessité de veiller à mieux appréhender les impacts entre les prélèvements d'eau souterraine et les zones humides.

L'objectif du projet est d'améliorer la connaissance géologique et hydrogéologique du sous-bassin de Marchésieux, de mieux comprendre le fonctionnement hydrodynamique du système aquifère et ses relations avec les zones humides, et d'évaluer son exploitabilité pour l'alimentation en eau potable (AEP).

Les principales interrogations concernant ce sous-bassin sont relatives à la géométrie et la nature du/des système(s) aquifère(s), au sens d'écoulement de la nappe, aux paramètres hydrodynamiques du/des réservoir(s) aquifère(s) (et donc aux zones favorables à l'implantation de forages d'exploitation), aux impacts des prélèvements sur les zones humides et à la qualité de l'eau.

L'étude s'est articulée en trois phases, qui se sont déroulées en trois ans (2012-2015) :

- Phase 1 - Synthèse et exploitation des données existantes ;
- Phase 2 - Amélioration de la connaissance géologique – Prospections géophysiques et géologiques ;
- Phase 3 - Amélioration de la connaissance hydrogéologique.

Le présent rapport s'inscrit dans les phases 2 et 3 du projet et synthétise la campagne de forage réalisée pendant l'été 2015 suite aux prospections géophysiques et les diagraphies et pompages d'essais réalisés en septembre 2015.

1.3. PRESENTATION DES TRAVAUX REALISES

En concertation avec le comité de pilotage, cinq sites ont été retenus pour réaliser des forages de reconnaissances afin de caractériser la nature des formations en place et trois pompages d'essais seront réalisés pour évaluer les paramètres hydrodynamiques des aquifères associés.



Illustration 3 : Localisation des 5 sites de forages

Neuf forages ont été réalisés sur ces cinq sites :

- Un forage et un piézomètre ont été réalisés sur le site « 1 » situé rue de la Cane à Saint-André-de-Bohon. Un forage (F1) de gros diamètre (foration 380 mm et tubage 225 mm) de 84 m de profondeur a été réalisé dans l'objectif de recouper la totalité des faluns de Bohon et de recouper le socle situé vers 80 m d'après les prospections géophysiques. Ce forage a fait l'objet d'une diagraphie gamma-ray et d'un micromoulinet, ainsi que de pompages par paliers et d'un pompage d'essai de 96 h à un débit de 114 m³/h afin de tester la productivité des faluns de Bohon et de calculer leurs caractéristiques hydrodynamiques. Un piézomètre de 18 m de profondeur (PF1), recoupant les faluns de Bohon, a été implanté à 40 m du forage F1 afin de suivre les rabattements pendant l'essai de nappe dans le forage F1 et de pouvoir ainsi évaluer l'impact des rabattements induits par ce pompage et calculer le coefficient d'emmagasinement de la nappe des faluns de Bohon.
- Trois piézomètres (F2-P1, F2-P2 et F2-P3) de 2.2 à 20 m de profondeur ont été réalisés sur le site « 2 » situé dans le marais des Rouges Pièces à Marchésieux. Le premier objectif était de vérifier la présence, la nature et l'épaisseur d'un niveau argileux (suspecté lors des prospections géophysiques), séparant les tourbes situées en surface de l'aquifère des marnes du Bosq d'Aubigny situé plus en profondeur. Le second objectif était de mesurer les transferts de pression entre ces différents aquifères et de montrer le rôle des aquifères dans l'alimentation des tourbes et zones humides.
- Un piézomètre de 30 m de profondeur (F3) a été réalisé à l'ouest du transformateur RTE sur la commune de Saint-Sébastien-de-Raids. Les objectifs étaient d'une part la reconnaissance de la nature et de l'épaisseur des formations, et d'autre part la mise en place d'un piézomètre sur ce secteur constituant *a priori* une crête piézométrique entre le sous-bassin de Sainteny et le sous-bassin de Marchésieux.
- Un piézomètre de 100 m de profondeur (F4) a été réalisé au lieu-dit village Dorléans sur la commune de Raids. Les objectifs étaient similaires à ceux du forage F3. En complément, des pompages par paliers et un pompage longue durée de 48 h à un débit de 18 m³/h ont été réalisés sur ce site afin de caractériser les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère des marnes du Bosq d'Aubigny.
- Enfin, deux piézomètres ont été réalisés au lieu-dit La Porte des Bosqs à Marchésieux. Le premier piézomètre (F5) d'une profondeur de 134 m avait comme objectifs (i) la reconnaissance de la nature et de l'épaisseur des formations, (ii) de recouper le socle estimé vers 120-130 m de profondeur d'après les reconnaissances géophysiques et de caractériser sa nature et (iii) de réaliser des pompages par paliers et un pompage longue durée de 48h (à un débit de 12 m³/h) afin de caractériser les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère recoupé.

Deux ateliers de forages sont intervenus pour cette campagne de forage. La tarière du BRGM a réalisé les forages F2-P1, F2-P2, F2-P3, PF5 et F3. L'entreprise SETRAFOR a réalisé les forages F1, PF1, F3, F4, F5. La spécificité du site F3 est que ce forage s'est déroulé en deux étapes. La tarière du BRGM a réalisé un premier forage à 49 m de profondeur qui a permis un très bon échantillonnage et identification des terrains traversés. Les terrains instables s'ébouyant, l'équipement du forage n'a pas été possible. La foreuse rotary de SETRAFOR est ensuite intervenue pour procéder au réalésage et à l'équipement du forage.

Les diagraphies de production au micromoulinet des forages F1 et F4 et les diagraphies gamma-ray des ouvrages F1, F2, F3, F4 et F5 ont été réalisés par l'entreprise LogHydro (cf. rapport en Annexe 1). Les pompages d'essais ont été réalisés par l'entreprise SETRAFOR (cf. mesures manuelles présentées en Annexe 2). Enfin, les cuttings des forages F1, F2-P1, F3, F5 et F5 ont été transmis à l'université de Caen (O. Dugué) pour une analyse détaillée et un calage lithostratigraphique. Ces résultats font l'objet d'un rapport distinct de l'université de Caen présenté dans l'annexe 3. Les coupes géologiques ont été ajoutées dans les chapitres correspondant du présent rapport pour faciliter la lecture.

Les chapitres suivants détaillent sites par sites les travaux réalisés et les résultats obtenus. Le tableau ci-dessous récapitule les principales caractéristiques des forages réalisés.

Forage	N°BSS	Dénomination	Commune	Lieu-dit	X (m) Lambert93	Y (m) Lambert93	Z (mNGF) provisoire	Profondeur (m)	Position crépines	Aquifère ciblé	Foration	société
F1	01173X0031	RDC-F1	Saint André de Bohon	Rue de la Cane	390034	6912826	13	84	18 - 80 m	Faluns de Bohon	Rotary	SETRAFOR
PF1	01173X0032	RDC-PF1	Saint André de Bohon	Rue de la Cane	384913	6905209	13	18	13 - 18 m	Faluns de Bohon	Rotary	SETRAFOR
F2-P1	01176X0091	LRP-F2-P1	Marchésieux	Les rouges Pièces	388964	6909704	1.5	23	19 - 20 m	Mames du Bosq d'Aubigny - Faciès sableux situé sous le niveau argileux	Tarrière	BRGM
F2-P2	01176X0095	LRP-F2-P2	Marchésieux	Les rouges Pièces	388964	6909705	1.5	7	6 - 7 m	Base des tourbes	Tarrière	BRGM
F2-P3	01176X0096	LRP-F2-P3	Marchésieux	Les rouges Pièces	388965	6909704	1.5	2	1 - 2 m	Haut des tourbes	Tarrière	BRGM
F3	01175X0113	RTE-F3	Saint Sébastien de Raids	Transformateur RTE	382597	6909050	17	49	20 - 30 m	Mames du Bosq d'Aubigny - Faciès sablo-mameux sous les Sables de Saint Vigor	Tarrière	BRGM
F4	01176X0092	VDO-F4	Raids	Village Doréans	384177	6910041	13	100	20 - 98 m	Mames du Bosq d'Aubigny - Faciès marno-sableux	Rotary	SETRAFOR
F5	01176X0093	LPB-F5	Marchésieux	La Porte des Bosqs	384894	6905214	20	134	34 - 124 m	Mames du Bosq d'Aubigny - Faciès marno-argileux coquillier	Tarrière puis Rotary	BRGM/ SETRAFOR
PF5	01176X0094	LPB-PF5	Marchésieux	La Porte des Bosqs	390060	6912846	20	31	3 - 21 m	Mames du Bosq d'Aubigny - Faciès argileux coquillier	Tarrière	BRGM

Illustration 4 : Principales caractéristiques des forages réalisés

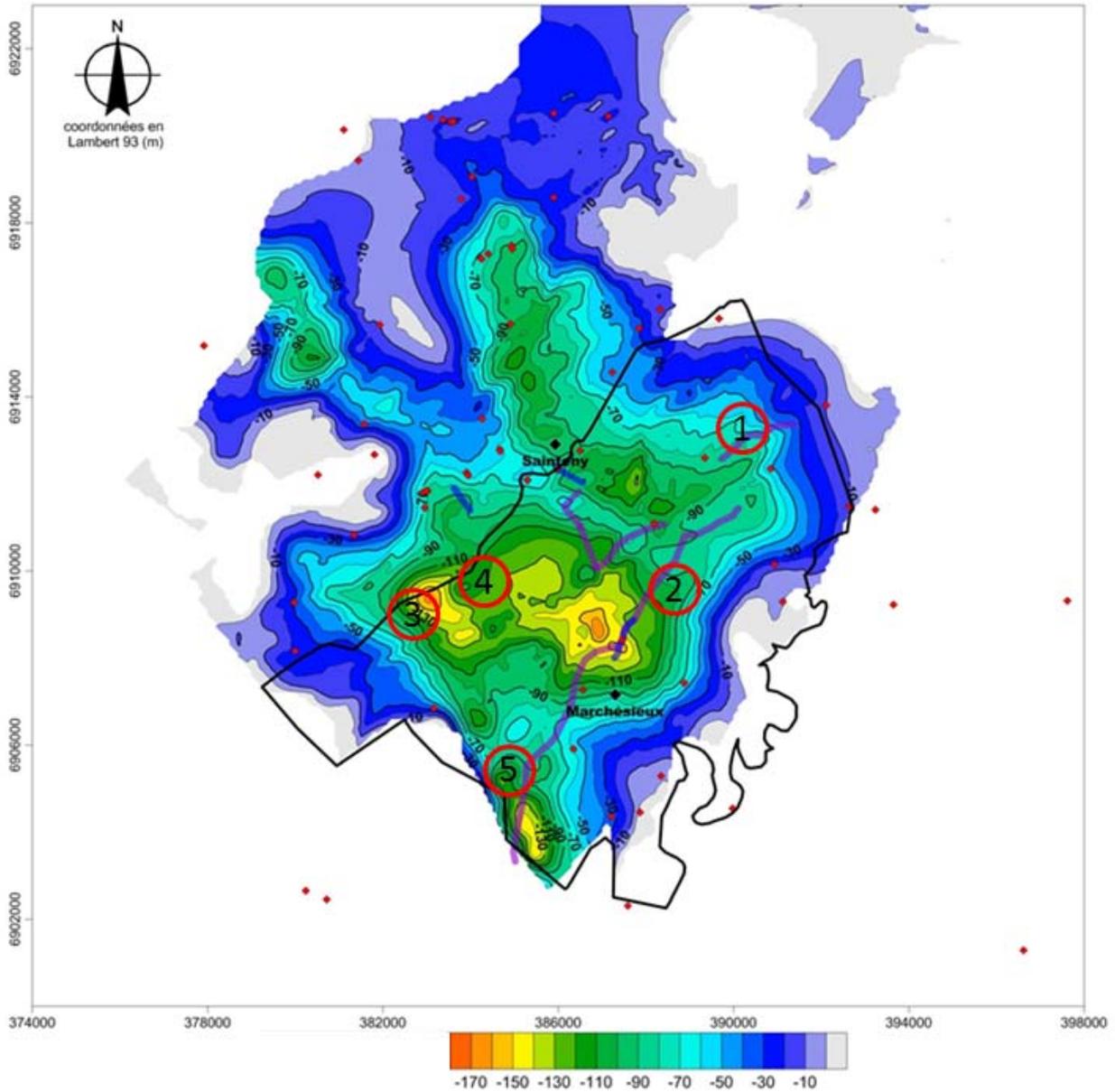


Illustration 5 : Localisation des sites de forages sur la carte de l'inversion du fond du bassin (en mNGF) issue des résultats des mesures gravimétriques pour un contraste de densité de -0.9 g.cm^{-3} entre le socle et les sédiments

2. Site 1 - Saint-André-de-Bohon

2.1. OBJECTIF DES FORAGES

Ce site a été retenu par le comité de pilotage à la suite des prospections géophysiques. Les mesures gravimétriques et sismiques ont permis de mettre en évidence une remontée du substratum (pélites permienes rouges) du SO vers le NE (cf. Illustration 6), celui-ci étant situé vers 110 m de profondeur au niveau de la Grosnière (3km au SO) et remontant à environ 30 m de profondeur vers le manoir du Bosq (au NE sur l'illustration 6).

Au niveau du site, le substratum était attendu vers 80 m de profondeur (en rouge sur l'illustration 6). Le panneau électrique (cf. rapport BRGM/RP-65218-FR) avait quant à lui mis en évidence la présence, en surface, sur une dizaine de mètre d'épaisseur et se biseautant d'ouest en est, un horizon argileux, pouvant être attribué au faciès argileux des sables de Saint-Vigor. Enfin, Les sondages RMP réalisés avaient clairement mis en évidence la présence d'un aquifère avec de très bonnes caractéristiques hydrodynamiques au niveau de ce site.

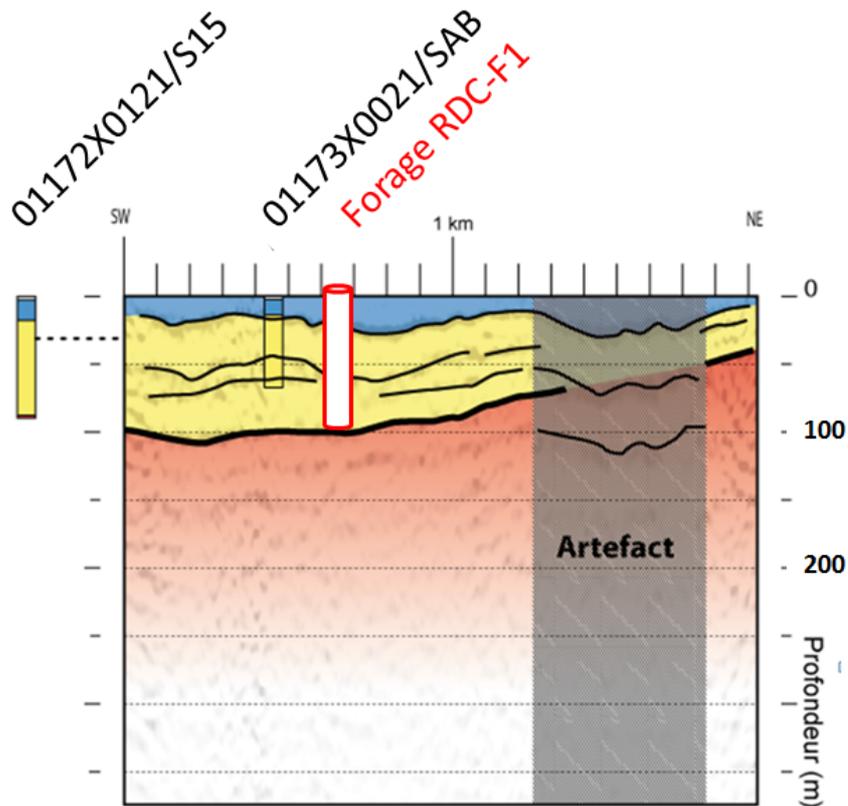


Illustration 6 : Profil sismique 2014 SHR-02 réalisé rue de la cane à Saint-André-de-bohon (localisation en orange sur l'illustration 7). La couleur rouge correspond au socle acoustique, le jaune aux faluns de Bohon et le bleu aux sables de Saint-Vigor (faciès argileux). L'emplacement du forage RDC-F1 est indiqué en rouge.

En outre, ce site, situé en aval du sous-bassin de Marchésieux, bénéficie *a priori* d'un bassin hydrogéologique important pouvant contribuer de façon significative à son alimentation.

Deux forages ont ainsi été réalisés sur le site « 1 » situé rue de la Cane à Saint-André-de-Bohon :

- Un forage (01173X0031/RDC-F1) de gros diamètre (foration 380 mm et tubage 225 mm) de 84 m de profondeur a été réalisé dans l'objectif de recouper la totalité des faluns de Bohon et de recouper le socle supposé vers 80 m d'après les prospections géophysiques. Ce forage a fait l'objet d'une diagraphie gamma-ray et d'un micromoulinet, ainsi que de pompages par paliers et d'un pompage d'essai de 96 h à un débit de 114 m³/h afin de tester la productivité des faluns de Bohon et de calculer leurs caractéristiques hydrodynamiques.
- Un piézomètre de 18 m de profondeur (01173X0032/RDC-PF1) a été implanté à 43 m du forage F1 afin de suivre les rabattements pendant l'essai de nappe dans le forage F1 et de pouvoir ainsi évaluer l'impact des rabattements induits par ce pompage et de calculer le coefficient d'emménagement de l'aquifère des faluns de Bohon.

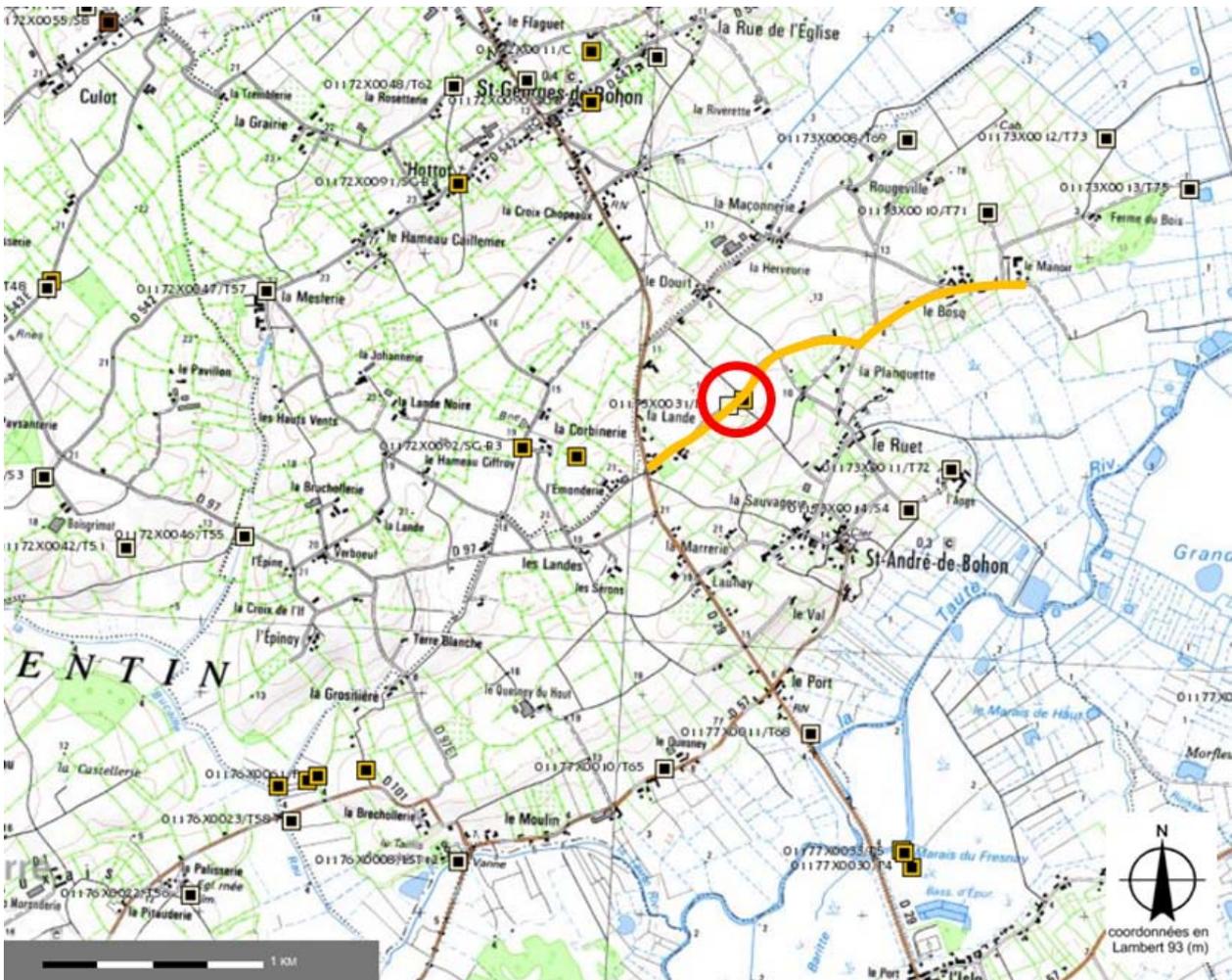


Illustration 7 : Localisation du forage 01173X0031/RDC-F1, rue de la Cane à Saint-André-de-Bohon. Le profil sismique réalisé en 2014 est représenté en orange

2.2. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES

2.2.1. Caractéristiques du forage 01173X0031/RDC-F1

Les travaux de forage se sont déroulés du 3 au 17 juin 2015. La foration a été réalisée au trilame sur les 20 premiers mètres (Ø 400 mm). La foration s'est avérée aisée de 0 à 12 m de profondeur en traversant des argiles jaunâtres beige à blanc. Entre 12 et 20 m de profondeur, la foration au trilame s'est révélée plus difficile, le terrain devenant plus dur, correspondant au passage aux faluns de Bohon. À partir de 20 m la foration s'est poursuivie au tricône (Ø 380 mm) à la boue biodégradable, jusqu'à 84 m de profondeur. De 18 à 78 m de profondeur, les terrains traversés correspondent aux faluns de Bohon avec alternance de passage sableux et de passage coquilliers. À partir de 80 m et jusqu'à 84 m, un changement net de lithologie est observé avec la présence d'argiles et de silts oranges à rouge, attribués aux pélites rouges permienes, constituant le substratum des faluns de Bohon dans ce secteur et situé à environ 80 m de profondeur d'après les prospections géophysiques.

Un tubage PVC de diamètre intérieur/extérieur de 205/225 mm a été posé avec des crépines de 20 à 76 m (fentes de 1 mm). Un massif de gravier de granulométrie 2-4 mm a été mis en place dans l'espace annulaire entre 15 et 84 m de profondeur, et une cimentation sous pression de 0 à 15 m de profondeur. Enfin, une dalle béton de 1.75x1.75 m a été réalisée autour de la tête de puits, qui dépasse d'environ 1 m par rapport au terrain naturel (cf. Illustration 8).

La diagraphie gamma-ray réalisée sur ce forage (cf. détail dans l'Annexe 1) permet de confirmer les horizons argileux recoupés en surface et à la base du forage. La diagraphie de production au micromoulinet permet quant à elle de localiser avec précision les zones productrices. Celles-ci se situent entre 21 et 25 m de profondeur (5% du débit), entre 33 et 48 m de profondeur (57% du débit) et entre 55 et 75 m de profondeur (38% du débit), la base de cette dernière portion étant moins productive.

L'illustration 9 synthétise les caractéristiques géologiques et techniques de ce forage et l'illustration 10 présente la coupe géologique établie par l'université de Caen sur la base des cuttings prélevés in-situ par le BRGM.



Illustration 8 : Photographie de la tête de l'ouvrage [01173X0031/RDC-F1](#)

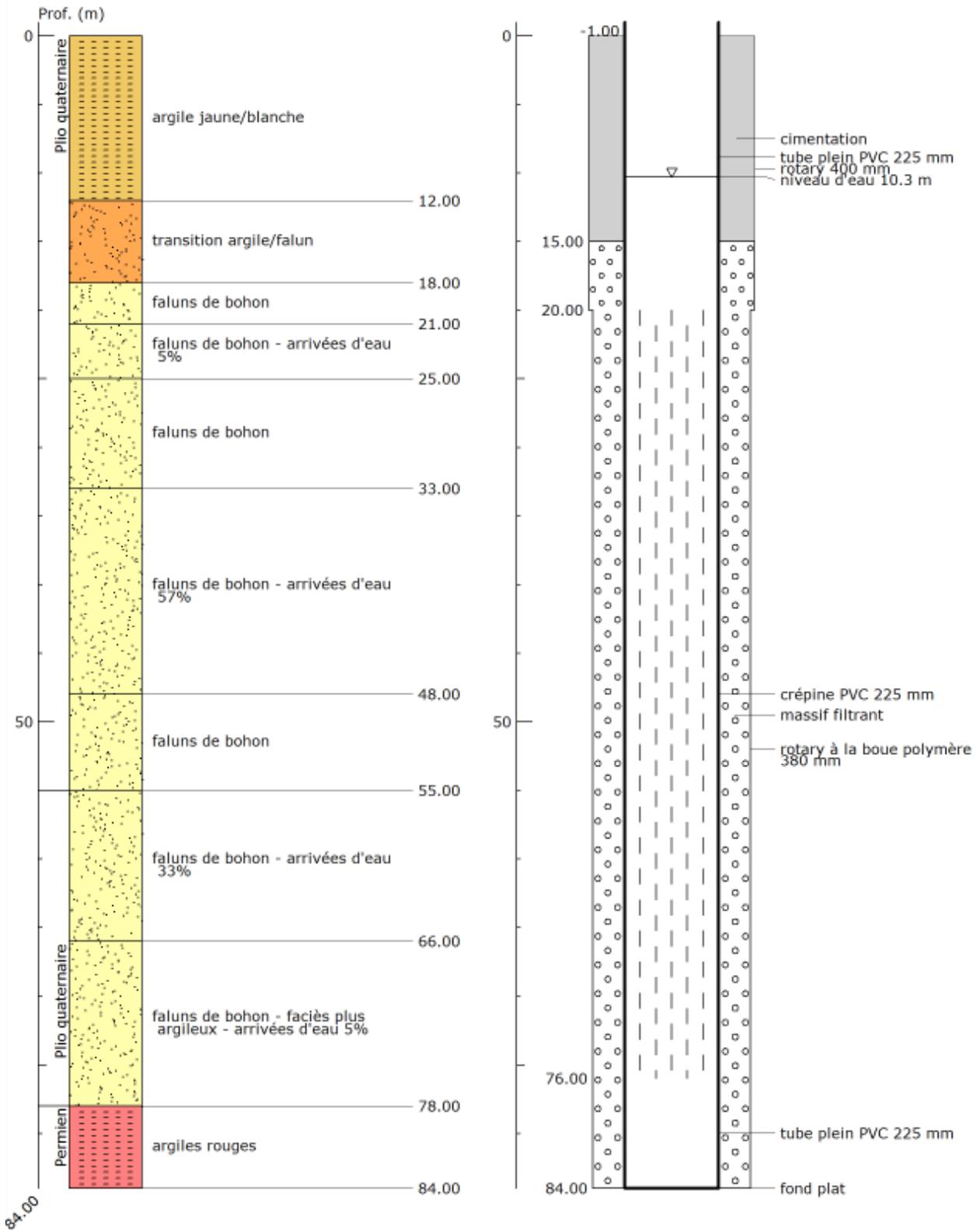
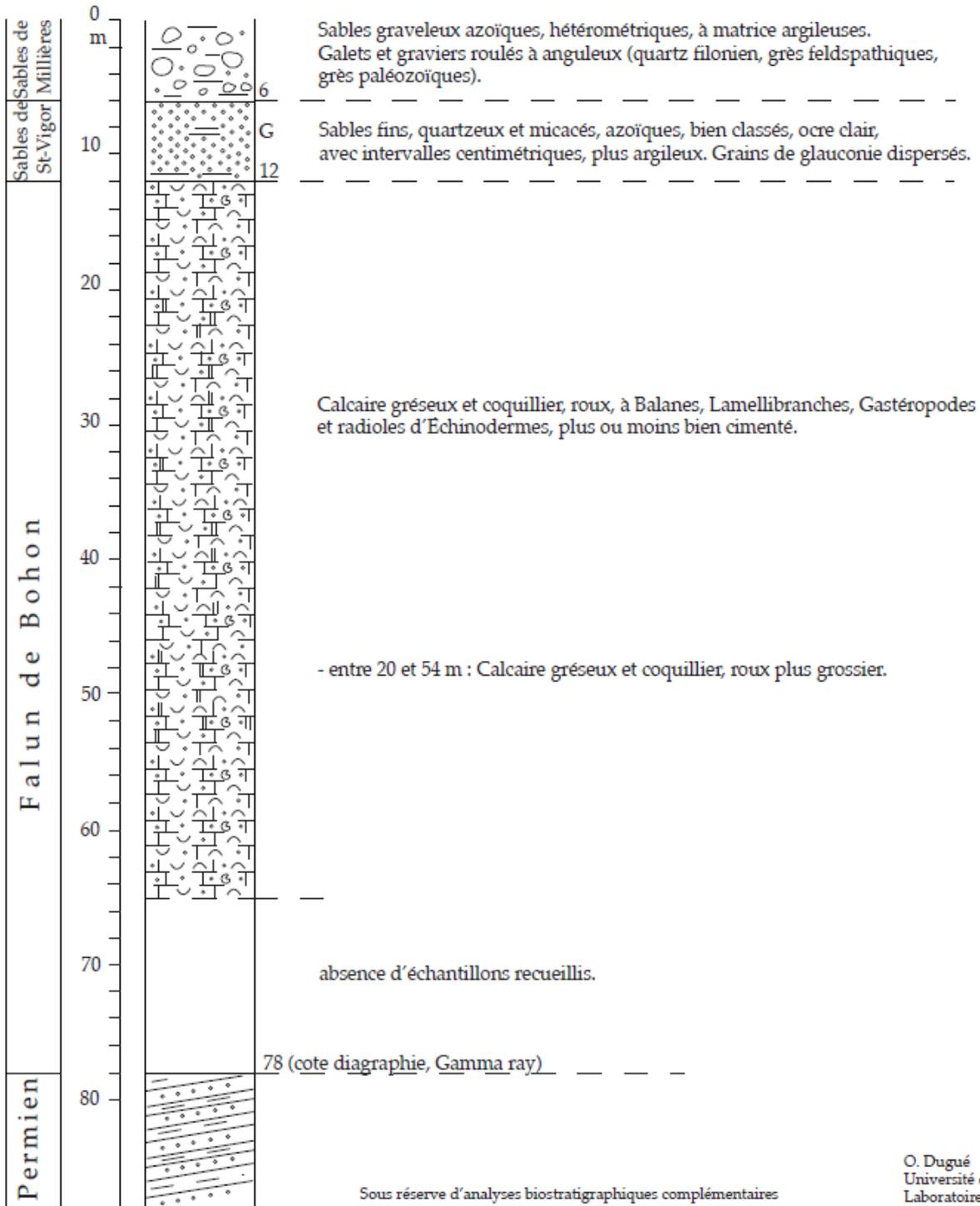


Illustration 9 : Coupe géologique et technique du forage F1 établie sur la base des observations des cuttings sur le chantier et de la diagraphie micromoulinet pour les arrivées d'eau.

X : 390,034
 Y : 6912,826
 Z : 13 m (EPD)

Saint-André-de-Bohon (50, Manche)
 « Rue de la Cane » RDC 001 (F1)
 2015

Rotary Ste Setrafor
 Carte géologique de Carentan
 B55 : 01173X0031



O. Dugué
 Université de Caen
 Laboratoire M2C
 Décembre 2015

Illustration 10 : Coupe géologique du forage F1 établie par l'université de Caen sur la base des échantillons prélevés in-situ par le BRGM

2.2.2. Caractéristiques du piézomètre 01173X0032/RDC-PF1

Ce piézomètre est situé à 43 m au NE du forage RDC-F1. Les travaux de forage se sont déroulés du 18 au 22 juin 2015. La foration a été réalisée au trilame (\varnothing 216 mm) de 0 à 18 m de profondeur. Un tubage PVC de diamètre intérieur/extérieur 51/60 mm a été posé avec des crépines (fentes de 1 mm) de 12 à 18 m de profondeur. Un massif de gravier de granulométrie 2-4 mm a été mis en place dans l'espace annulaire entre 10 et 18 m de profondeur, et une cimentation sous pression de 0 à 10 m de profondeur. Enfin, une dalle béton provisoire de 0.5x0.5x0.5 m a été réalisée autour de la tête de puits, qui dépasse ainsi d'environ 1 m par rapport au terrain naturel. Les formations recoupées sont quasiment identiques à celles du forage F1, la présence de falun étant plus franche à partir de 12 m avec un passage très sableux vers 15 m (perte de boue importante).

La coupe géologique et technique de ce piézomètre est présentée dans l'illustration 11.

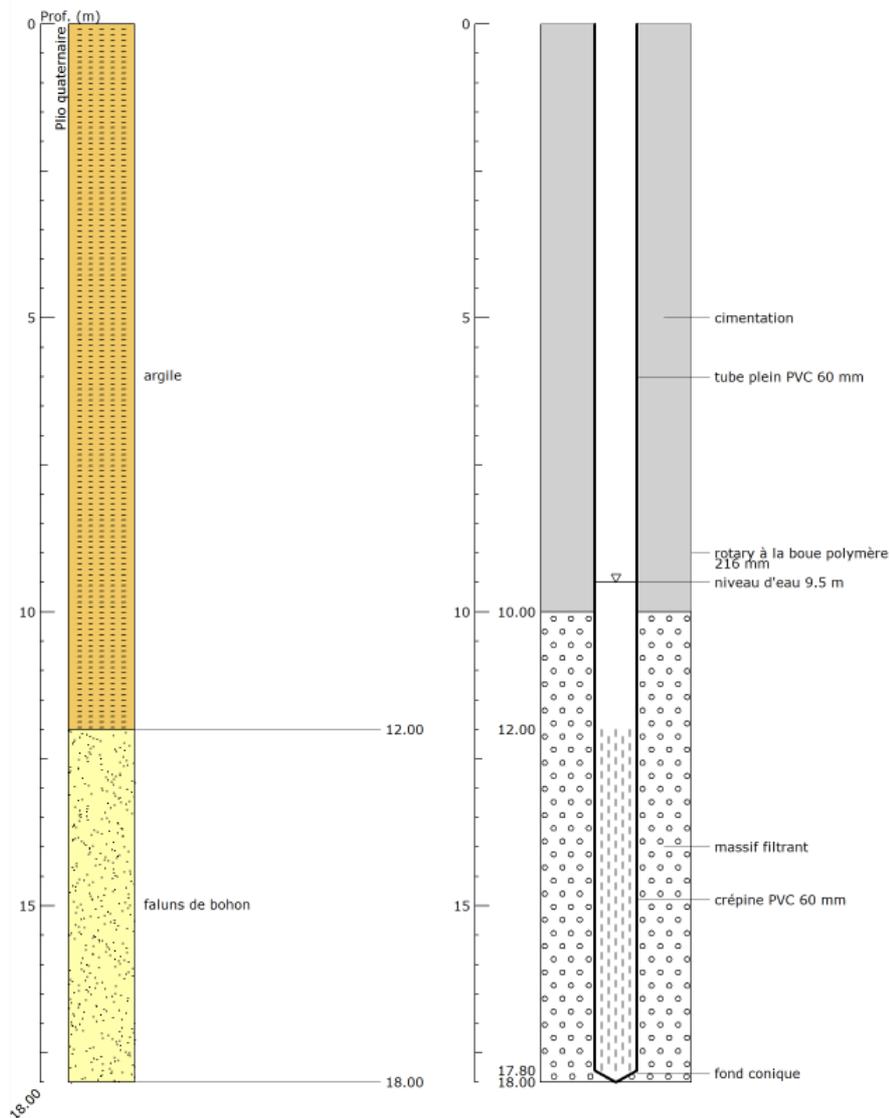


Illustration 11 : Coupe géologique et technique du forage 01173X0032/RDC-PF1



Illustration 12 : Photographies de la foration et de la tête de l'ouvrage 01173X0032/RDC-PF1

2.3. POMPAGE D'ESSAI PAR PALIERS DE DEBITS

Les pompages d'essais par paliers (ou essais de puits) permettent de tester un forage à différents débits pour ensuite caractériser son comportement hydrodynamique.

Le rabattement mesuré dans l'ouvrage à un instant (t) est la somme de deux composantes nommées pertes de charges :

- Les pertes de charge linéaires correspondant à l'écoulement laminaire dans l'aquifère au voisinage du puits ; le coefficient de perte de charge linéaires est noté (b) ;
- Les pertes de charge quadratiques (non linéaire) correspondant à l'écoulement turbulent dans l'ouvrage, crépine et tubage ; le coefficient de perte de charge quadratiques est noté (c) ;

Le rabattement total (noté s), à un instant (t), est ainsi donné par l'expression $s = bQ + cQ^2$.

L'essai de puits permet d'établir la courbe caractéristique d'un forage (débit vs rabattement) qui constitue sa « carte d'identité ». Ce pompage d'essai est indispensable d'une part pour fixer le débit du pompage de longue durée et d'autre part pour assurer la bonne interprétation de ce dernier. Par ailleurs, le suivi de l'évolution des pertes de charge dans le temps permet de juger du vieillissement d'un forage.

Les mesures de niveau d'eau ont été réalisées à l'aide de capteurs de pression reliés à une centrale d'acquisition. Les débits ont été mesurés à l'aide d'un débitmètre électromagnétique, également relié à une centrale d'acquisition. En parallèle des mesures manuelles ont également été réalisées.

Les caractéristiques hydrodynamiques du forage ont été ajustées à l'aide du [logiciel OUAIP](http://ouaip.brgm.fr) développé par le BRGM (évaluation des coefficients b et c), disponible sur le site <http://ouaip.brgm.fr>. Les données brutes et résultats sont synthétisés dans l'illustration 13.

Les principales conclusions à l'issu de ces pompages par paliers de débits sont d'une part la **très bonne productivité de l'ouvrage**, avec un **débit spécifique** d'environ **100 m³/h/m** et d'autre part de très faibles pertes de charges quadratiques. L'équipement de l'ouvrage paraît donc parfaitement adapté aux terrains traversés.

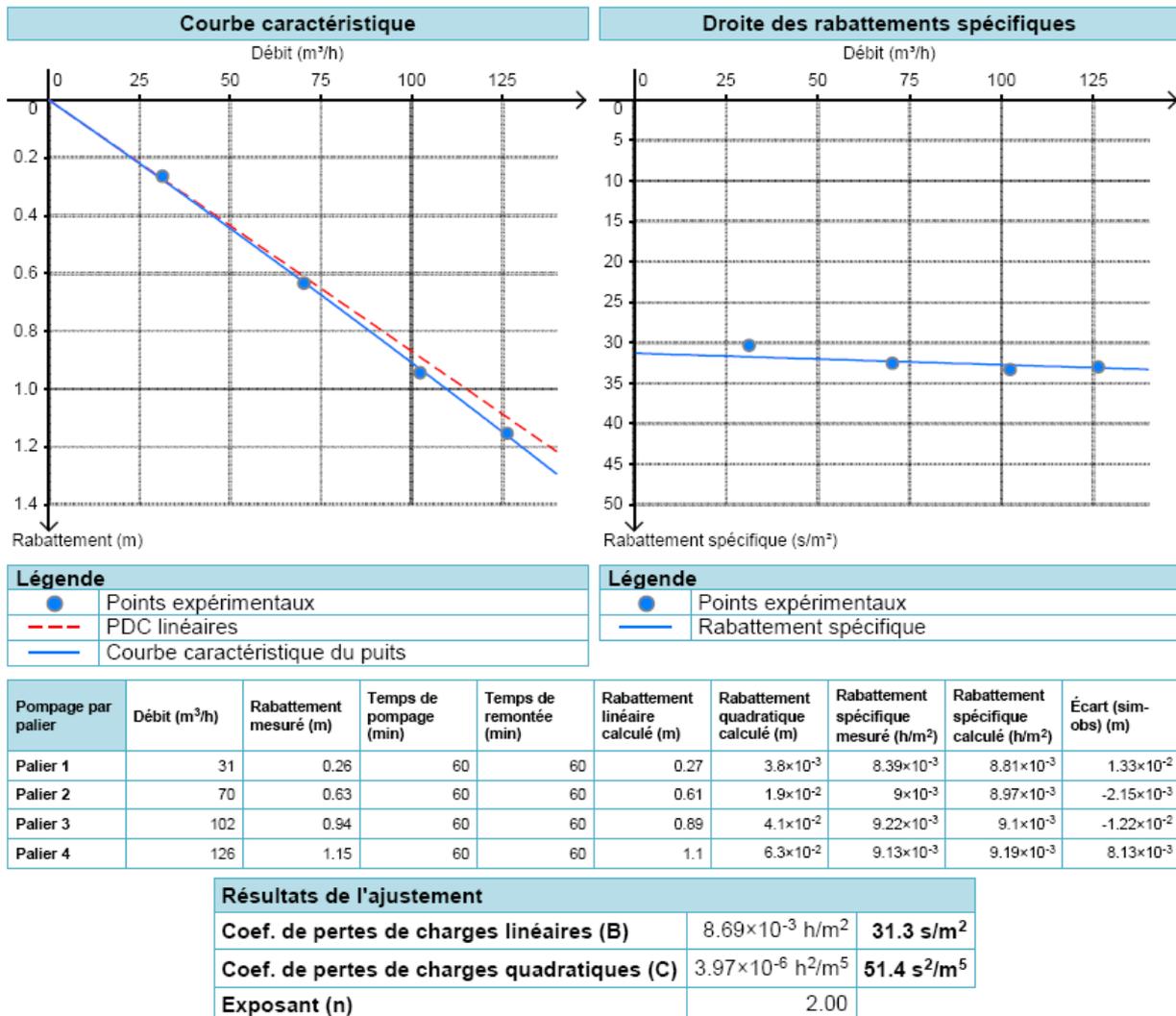


Illustration 13 : Courbe caractéristique de l'essai de puits réalisé sur le forage 01173X0031/RDC-F1 – (à gauche) et droite débit / rabattements spécifiques (à droite), en fonction des rabattements au bout d'une heure de pompage. Synthèse des résultats de l'essai de puits et coefficients de pertes de charges.

2.4. POMPAGE D'ESSAI LONGUE DUREE

L'essai de nappe a été réalisé à un débit de 114 m³/h, du 14/09/2015 à 10h au 18/09/2015 à 10h, soit une durée totale de pompage de 96 h. L'illustration 14 montre le dispositif de pompage et le rejet dans le bas-côté de la route, 100 m en aval.

Le niveau initial (profondeur par rapport au repère de mesure) était de 10.3 m dans le forage F1 et de 9.51 m dans le piézomètre PF1. Le rabattement en fin de pompage est de 1.13 m dans le forage F1 et de 0.35 m dans le piézomètre PF1.

Les conditions météorologiques n'étaient pas optimales et la pluie a impacté l'évolution des rabattements. Cet impact est intéressant car il permet de mettre en évidence que la nappe se recharge malgré un débit de pompage significatif (114 m³/h).

Le suivi des températures pendant le pompage montre des variations comprises entre 12.2 et 14.2°C, les températures les plus basses étant mesurées le matin et les plus élevées dans l'après-midi vers 17h. Ces valeurs sont cohérentes avec celles mesurées lors des diagraphies, qui montraient des variations entre 12 et 12.75°C.

La conductivité de l'eau est stable pendant les 4 premiers jours de pompage, avec des variations comprises entre 622 et 685 µS/cm. Les deux mesures réalisées le dernier jour avant l'arrêt du pompage sont quant à elle plus basses (556 µS/cm à 9h et 530 µS/cm à 10h). Ces valeurs sont également cohérentes avec celles mesurées lors des diagraphies, qui montraient des variations de conductivités entre 550 et 700 µS/cm en mode statique et entre 625 et 700 µS/cm en mode dynamique. Il n'est pas exclu que la baisse de conductivité mesurée le dernier jour soit liée à la pluviométrie lors du pompage.



Illustration 14 : Photographie du dispositif de pompage (gauche) et du rejet dans le bas côté 100 m en aval (Droite)

L'interprétation du pompage d'essai s'est déroulée en deux étapes. L'interprétation a été réalisée dans un premier temps sur les données de rabattement mesurées dans le piézomètre PF1, ce qui permet de déterminer une valeur de transmissivité et de coefficient d'emmagasinement. Les paramètres obtenus ont ensuite été appliqués aux rabattements mesurés dans le forage F1.

Les courbes de rabattements et les paramètres hydrodynamiques calculés au piézomètre RDC-PF1 sont présentés dans l'illustration 15 et ceux calculés pour le forage RDC-F1 dans l'illustration 16.

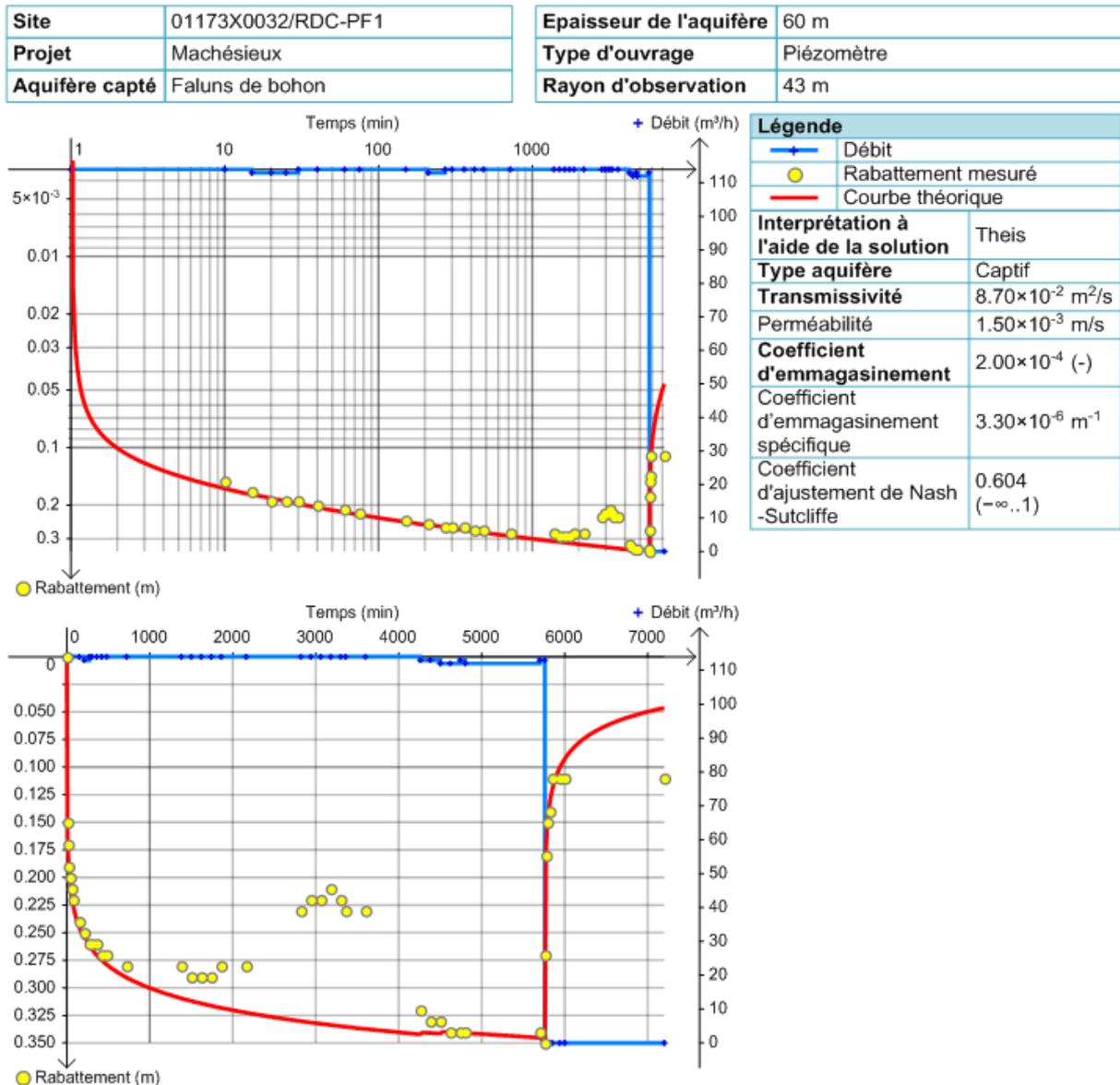


Illustration 15 : Résultats du pompage d'essai de longue durée réalisé sur le forage 01173X0032/RDC-PF1 du 14 au 18 septembre 2015 : courbes des rabattements et paramètres hydrodynamiques calculés

L'évolution des rabattements au piézomètre RDC-PF1 met en évidence une recharge de l'aquifère entre 1380 et 3420 minutes, soit entre le 15 et le 16 septembre 2015. Les données météorologiques consultées (pluviomètre de Sainte-Marie-du-Mont, celui de Méautis n'ayant pas de données sur cette période) montrent en effet une pluviométrie de 27 mm du 14 au 16 septembre, 0 mm le 17 septembre puis 20 mm le 18 septembre (arrêt du pompage). Le calage du rabattement calculé (courbe rouge) n'a donc pas pris en compte les mesures impactées par la pluviométrie. L'influence de la recharge s'observe aussi au niveau du forage RDC-F1 (cf. Illustration 16).

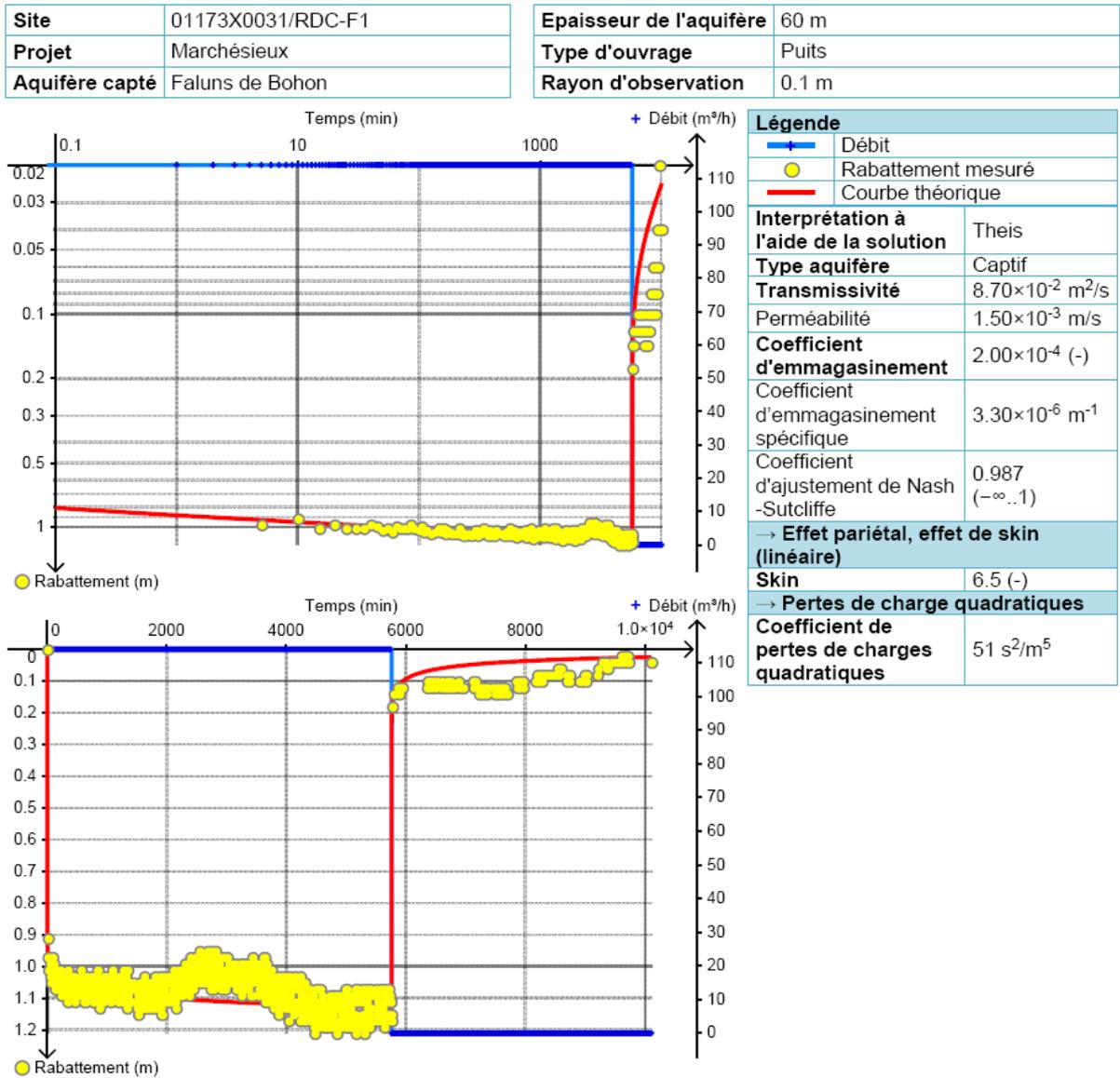


Illustration 16 : Résultats du pompage d'essai de longue durée réalisé sur le forage 01173X0031/RDC-F1 du 14 au 18 septembre 2015 : courbes des rabattements et paramètres hydrodynamiques calculés

2.5. CONCLUSION

La transmissivité de l'aquifère des faluns de Bohon au droit des forages RDC-F1 et PZ1 est de $8.7 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ et le coefficient d'emmagasinement de la nappe de 2×10^{-3} . Cette valeur de transmissivité est supérieure aux autres données disponibles pour l'aquifère des faluns de Bohon, calculées lors des précédents pompages d'essais réalisés sur cette nappe, et synthétisés dans l'illustration 17 (Forage de la Corbinerie à Saint-André-de-Bohon : $T = 1.3 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$; forage de L'abbaye à Saint George de Bohon : $T = 4.8 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$; forage de la Grosnière : $T = 7.7 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$).

Les faluns de Bohon sont caractérisés par des changements de granulométrie et de cimentation assez fréquents, leurs caractéristiques hydrodynamiques ne sont pas homogènes et varient, sur la base des données acquises, entre 1×10^{-2} et $9 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$; le site au droit des forages RDC-F1 et RDC-PZ1 présentant les meilleures caractéristiques. La diagraphie micromoulinet confirme l'hétérogénéité de ces faluns, avec des venues d'eau non homogènes et localisées sur « certains niveaux » (Pour le forage F1 : 57% du débit entre 33 et 48 m de profondeur et 38% du débit entre 55 et 75 m de profondeur).

Comme cela a été mis en évidence dans le rapport relatif aux prospections géophysiques (BRGM/RP-65218-FR), des sondages RMP devraient permettre de pouvoir identifier, au sein de la zone d'extension présentée dans l'illustration 17, les zones avec les meilleures perméabilités, des données de calage étant disponible au niveau du forage F1. Une quinzaine de sondages RMP pourraient ainsi permettre de réaliser une cartographie détaillée des variations de perméabilités de cet aquifère.

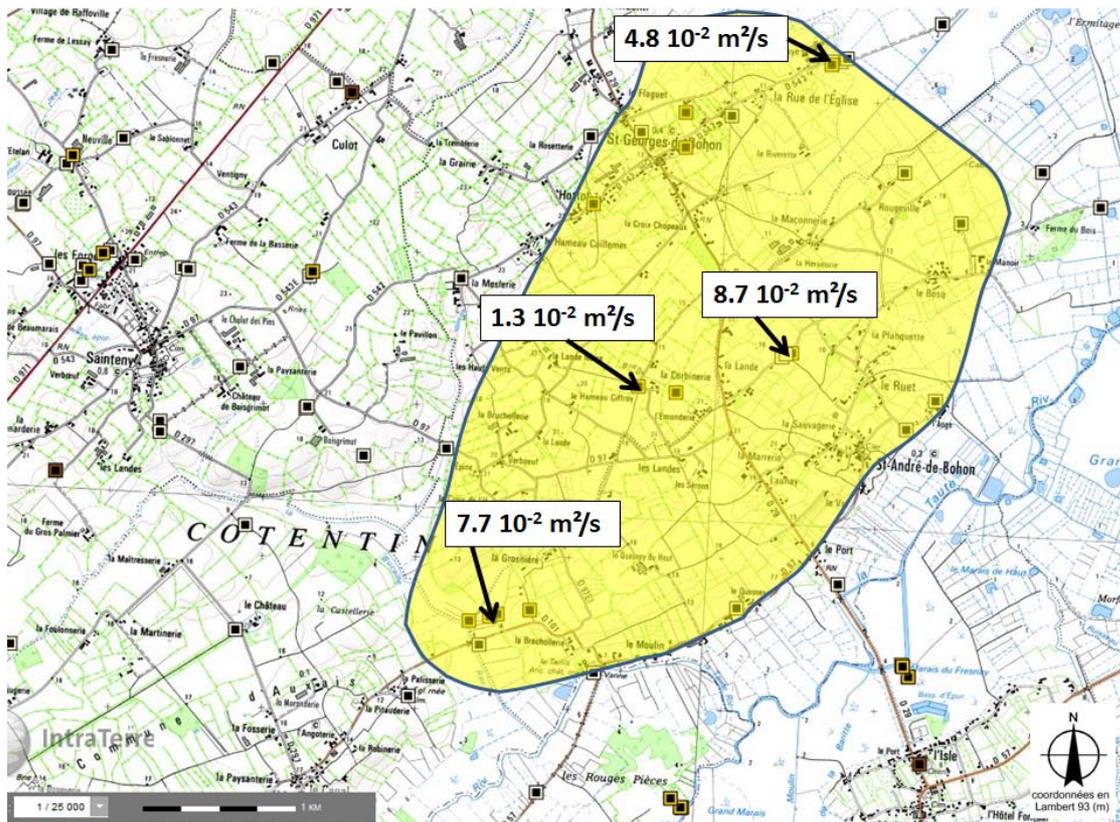


Illustration 17 : Cartographie de l'extension supposée des faluns de Bohon et transmissivités associées

3. Site 2 – Marais des Rouges Pièces à Marchésieux

3.1. OBJECTIF DES FORAGES

Trois piézomètres (F2-P1, F2-P2 et F2-P3) de 2.2 à 20 m de profondeur ont été réalisés sur le site « 2 » situé dans le marais des Rouges Pièces à Marchésieux.

Les objectifs de ces forages étaient d'une part de vérifier la présence, la nature et l'épaisseur d'un niveau argileux suspecté lors des prospections géophysiques, séparant les tourbes situées en surface de l'aquifère des marnes du Bosq d'Aubigny situé plus en profondeur et d'autre part de mesurer les différences de pression entre ces différents aquifères et de montrer le rôle des aquifères dans l'alimentation des tourbes et zones humides.

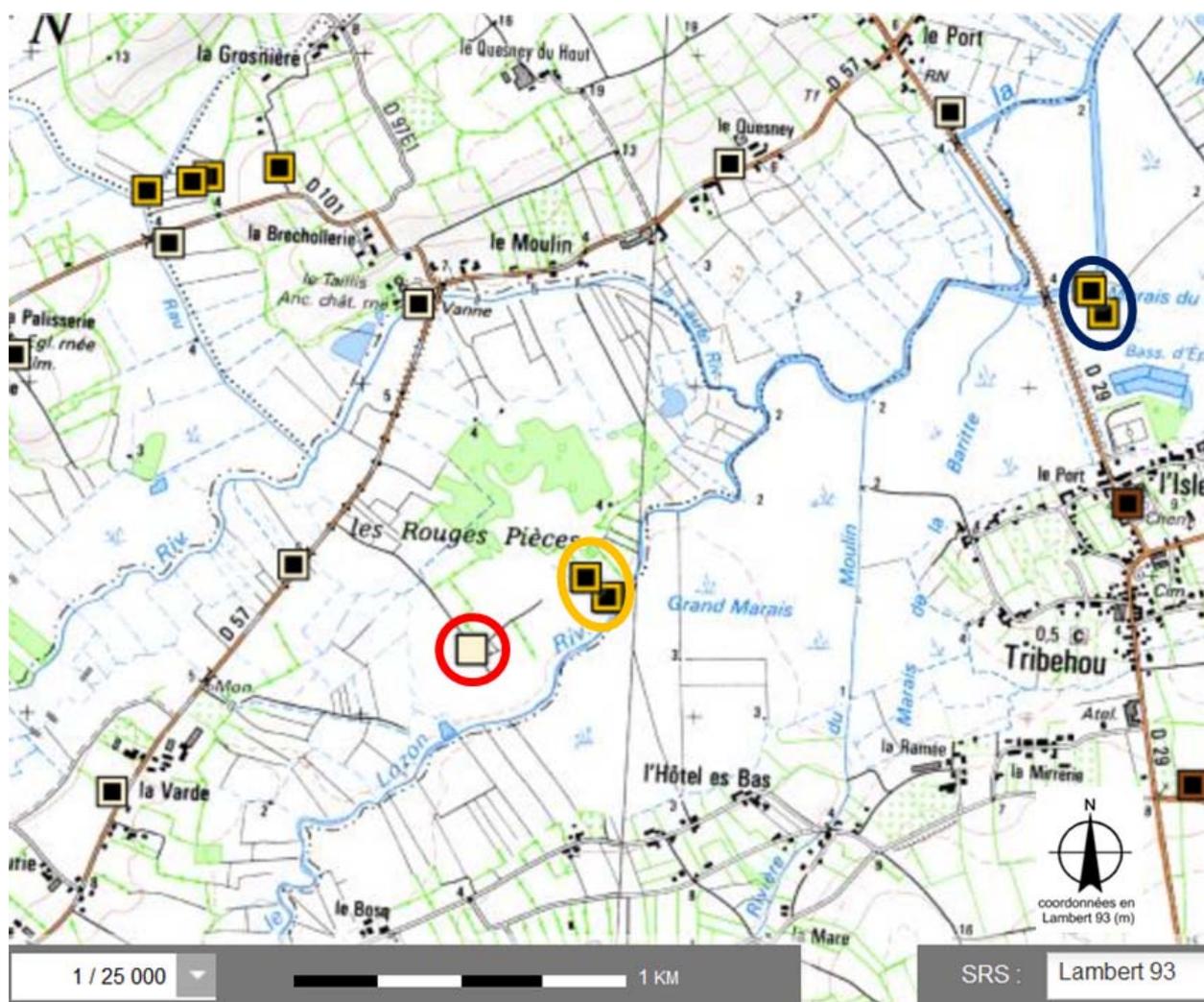


Illustration 18 : Localisation du site « 2 » dans les marais des Rouges Pièces à Marchésieux (cercle rouge). Le cercle orange correspond au site de suivi des zones humides équipé de 6 piézomètres des marais Marchésieux et le cercle bleu foncé correspond au site de suivi des zones humides équipé de 6 piézomètres des marais de Tribehou

3.2. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES

3.2.1. Caractéristiques générales du forage 01176X0091/LRP-F2-P1

Les travaux de forage se sont déroulés du 29 juin au 1^{er} juillet 2015. La foration a été réalisée à la tarière (Ø 200 mm) avec une profondeur atteinte de 22.6 m. La description lithologique détaillée des terrains recoupés est présentée dans l'illustration 19 et quelques illustrations sont présentées dans l'illustration 21. Un tubage PVC de diamètre intérieur/extérieur 55/60 mm en PVC (fentes de 1 mm) a été mis place avec des crépines positionnées entre 19 et 20 m (avec chaussette géotextile en face des crépines) en face de sables gris bleus attribué à l'aquifère des marnes du Bosq d'Aubigny. Le terrain s'ébouyant, et compte tenu de la mise en place d'une chaussette géotextile, il n'y a pas de massif filtrant dans ce forage. Un bouchon d'argiles (billes de sobranite) a été mis en place entre 5 et 7 m afin de bien isoler les tourbes des horizons sous-jacents. Une dalle béton (2x2x0.3) a ensuite été mise en place (cf. Illustration 25).

La coupe géologique et technique est présentée dans l'illustration 19 et l'illustration 22.

Profondeur (en m)	description
0 - 0.25	remblais
0.25 - 0.80	tourbe noire passant progressivement à une couleur marron
0.80 - 3.80	tourbe marron peu compacte, non saturée en eau, non sableuse, non argileuse, avec présence de macroreste végétaux peu dégradés; odeur caractéristique; présence de rares boulettes d'argile grise avec auréole de contact beige
3.80 - 4.05	passage avec concentration importante de macrorestes végétaux peu dégradés, ligneux
4.05 - 4.50	tourbe marron, peu compacte mais non lavée par l'eau, non sableuse, non argileuse, avec présence de macroreste végétaux peu dégradés
4.50 - 4.60	passage avec concentration importante de macrorestes végétaux peu dégradés, ligneux
4.60 - 5.70	tourbe marron, peu compacte mais non lavée par l'eau, non sableuse, non argileuse, avec présence de macroreste végétaux peu dégradés; présence de rares boulettes d'argile grise avec auréole de contact beige
5.70 - 6.65	tourbe marron à matrice légèrement plus fine et plus compacte, non sableuse, non argileuse, avec présence de macroreste végétaux peu dégradés
6.65 - 6.80	argiles sableuses gris-noires
7.40 - 7.70	argiles sableuses beiges, rares macrorestes végétaux
7.70 - 10.60	sables gris-beige, moyen à grossier, avec matrice argileuse de moins en moins présente en profondeur, hétérométriques à passées plus grossières à partir de 870 cm, paquets limoneux observés à la base, les éléments sableux sont polygéniques, légèrement émoussés pour certains, anguleux pour d'autres. Tarière "lavée" entre 870 et 950. Saturation en eau.
10.60 - 11.30	tarière lavée.
11.30 - 11.80	sable limono-argileux micacé beige-verdâtre moyen avec éléments grossiers dont débris coquilliers à la base des spires de la tarière (en place ou provenant de la partie supérieure lavée?)
11.80 - 13.50	tarière lavée. Sable grossier peu argileux probable
13.50 - 14.70	sable argileux moyen gris-bleu passant progressivement à une argile sableuse à la base. Sables bien classés, avec présence de rares gastéropodes entiers et de débris coquilliers
14.70 - 18.60; 19.40	argile gris-bleue sableuse à sables moyen hétérométriques. Base difficile à estimer pour cause de remontée sur la tarière (effet tire bouchon des argiles)
18.60; 19.40 - 22.60	passage à des sables moyen gris-bleu, presque entièrement lavés (sauf 10 derniers centimètres)

Illustration 19 : Description détaillée in-situ de la lithologie du forage 01176X0091/LRP-F2-P1

X : 388,965
Y : 6909,705
Z : 2 m (EPD)

Marchésieux (50, Manche)
« Les Rouges pièces » LRP 001 (F2)
2015

Tarière BRGM
Carte géologique de Carentan
BSS : 01176X0091

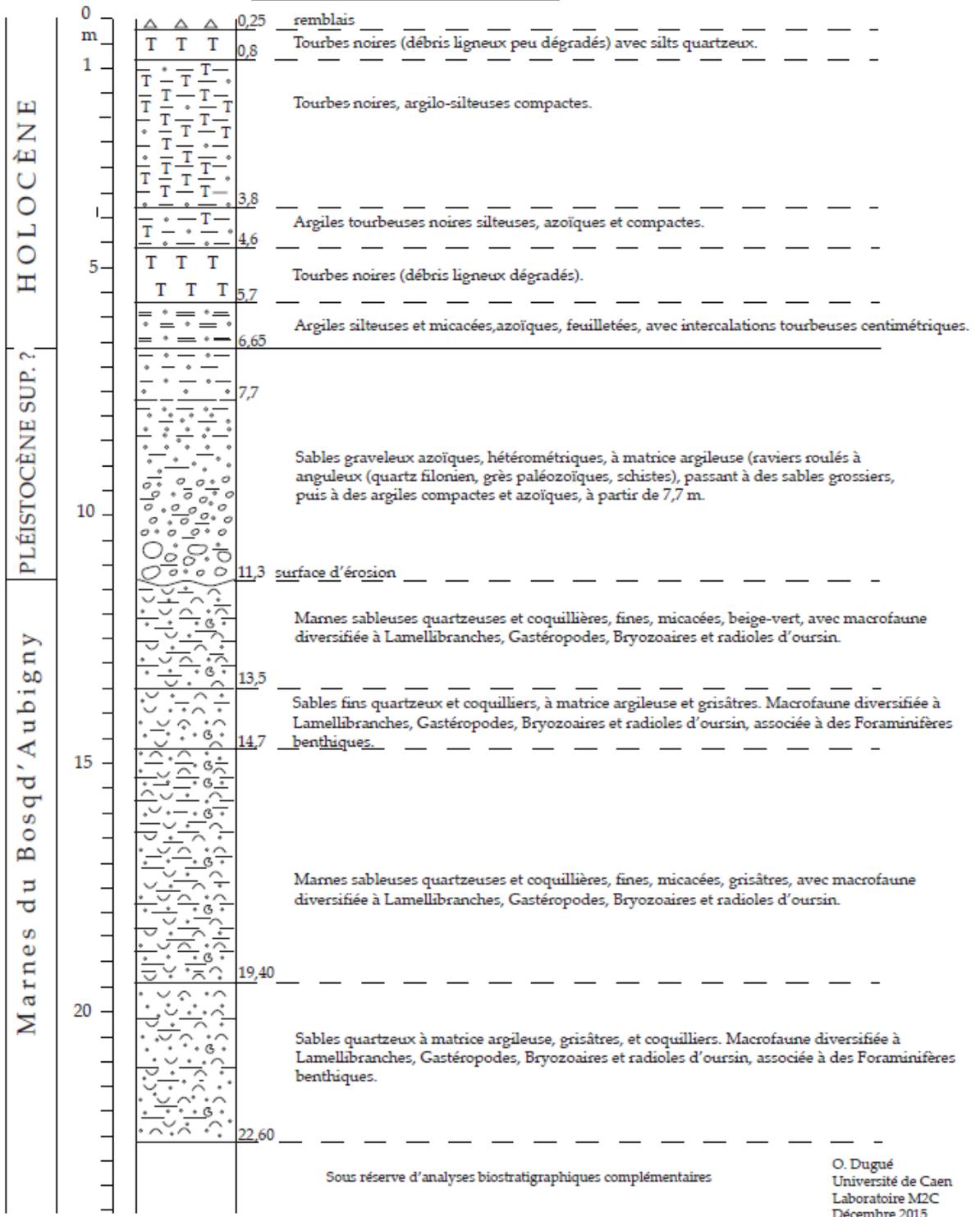


Illustration 20 : Coupe géologique du forage 01176X0091/LRP-F2-P1 établie par l'université de Caen sur la base des échantillons prélevés in-situ par le BRGM



Tourbes recoupées entre 0.25 et 6.65 m



Niveau argilo-sableux situé sous les tourbes entre 6.65 m et 7.70 m



Niveau sableux situé entre 7.70 et 10.60 m



Argile gris-bleu située entre 15 et 18 m de profondeur

Illustration 21 : Photographies des principales lithologies recoupées

La diagraphie gamma-ray réalisée sur ce forage (cf. Annexe 1) permet de détailler la description des terrains : les niveaux tourbeux de 1 à 5 m sont très pauvres en argiles (CPS ou Coups par secondes <10), leur base étant à priori légèrement plus argileuse (CPS ≈ 15 de 5 à 6.6 m). De 7 à 12 m de profondeur les sables traversés présentent un CPS équivalent aux argiles recoupées entre 15 et 18 m de profondeur (CPS entre 20 et 30), le niveau décrit comme sablo-argileux entre 13 et 15 m étant quant à lui à priori moins argileux (CPS entre 15 et 20).

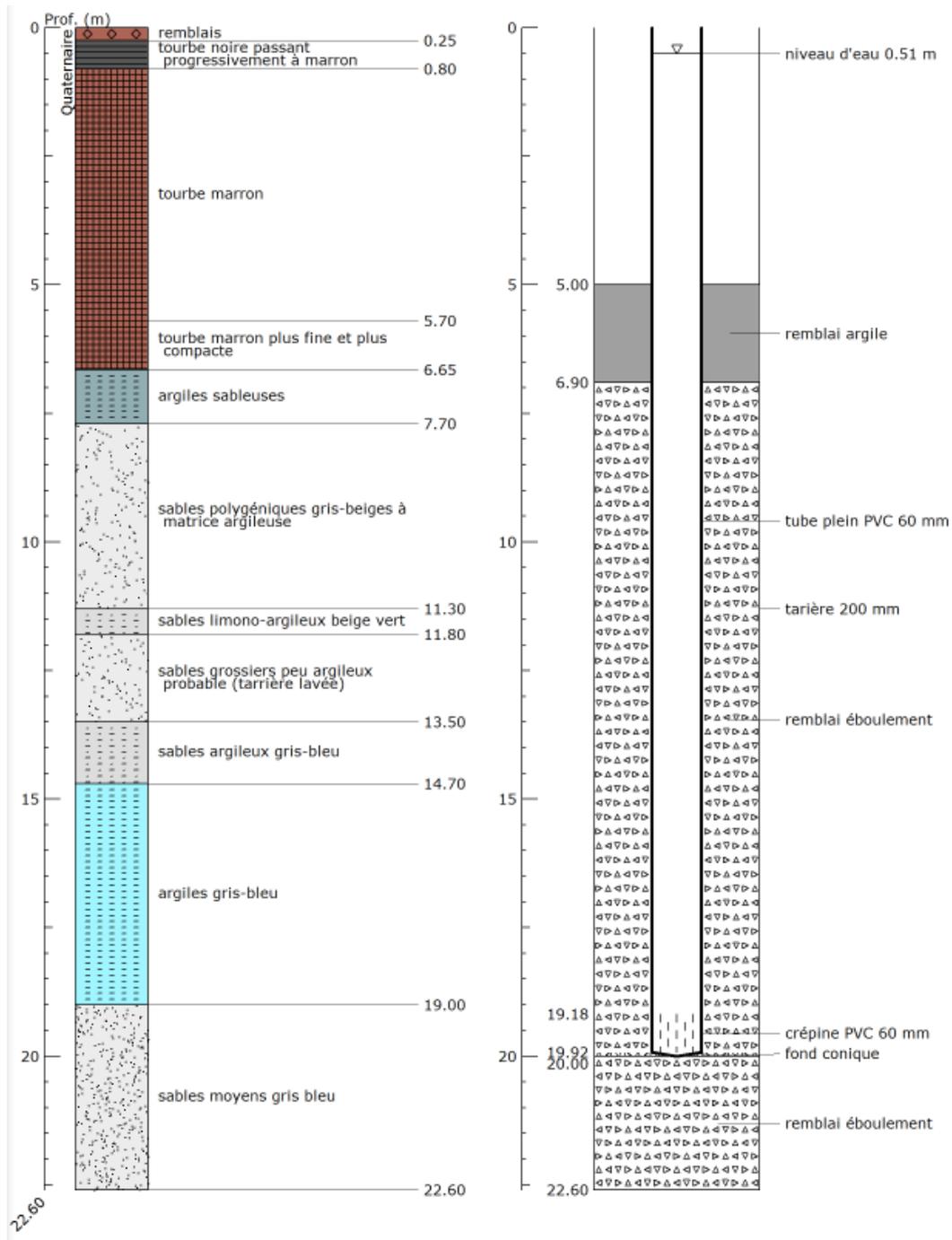


Illustration 22 : Coupe géologique et technique du forage 01176X0091/LRP-F2-P1

3.2.2. Caractéristiques générales du piézomètre 01176X0095/LRP-F2-P2

Les travaux de forage se sont déroulés du 1^{er} au 2 juillet 2015. La foration a été réalisée à la tarière (Ø 200 mm) avec une profondeur atteinte de 7 m. Un tubage PVC de diamètre intérieur/extérieur 55/60 mm en PVC (fentes de 1 mm) a été mis place avec des crépines positionnées entre 6.1 et 6.8 m (avec chaussette géotextile en face des crépines), l'objectif étant de mesurer la pression de l'eau située à la base des tourbes. Ce piézomètre est protégé par la même dalle béton que le F2-P1 (cf. Illustration 25).

La coupe géologique et technique est présentée à l'illustration 23.

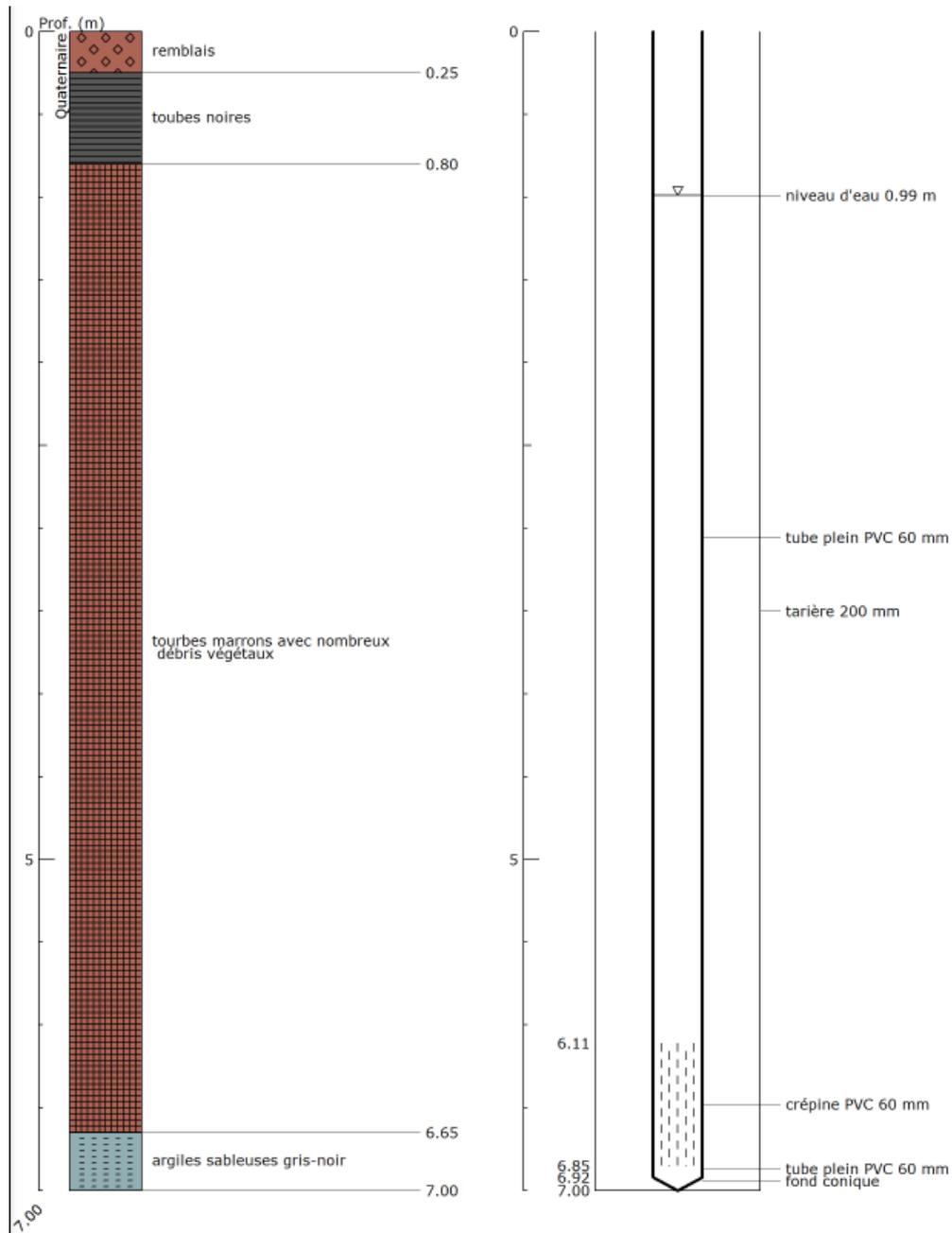


Illustration 23 : Coupe géologique et technique du piézomètre 01176X0095/LRP-F2-P2

3.2.3. Caractéristiques générales du piézomètre 01176X0096/LRP-F2-P3

Ce piézomètre a été réalisé le 10 juillet 2015 à l'aide d'une tarière à main de diamètre 60 mm, avec une profondeur atteinte de 2.2 m. Un tubage PVC de diamètre intérieur/extérieur 55/60 mm en PVC (fentes de 1 mm) a été mis place avec des crépines positionnées entre 1.3 et 2 m (avec chaussette géotextile en face des crépines), l'objectif étant de mesurer la pression de l'eau située dans la partie supérieure des tourbes. Ce piézomètre est protégé par la même dalle béton que le F2-P1 et le F2-P2 (cf. Illustration 25).

La coupe géologique et technique est présentée dans l'illustration 24.

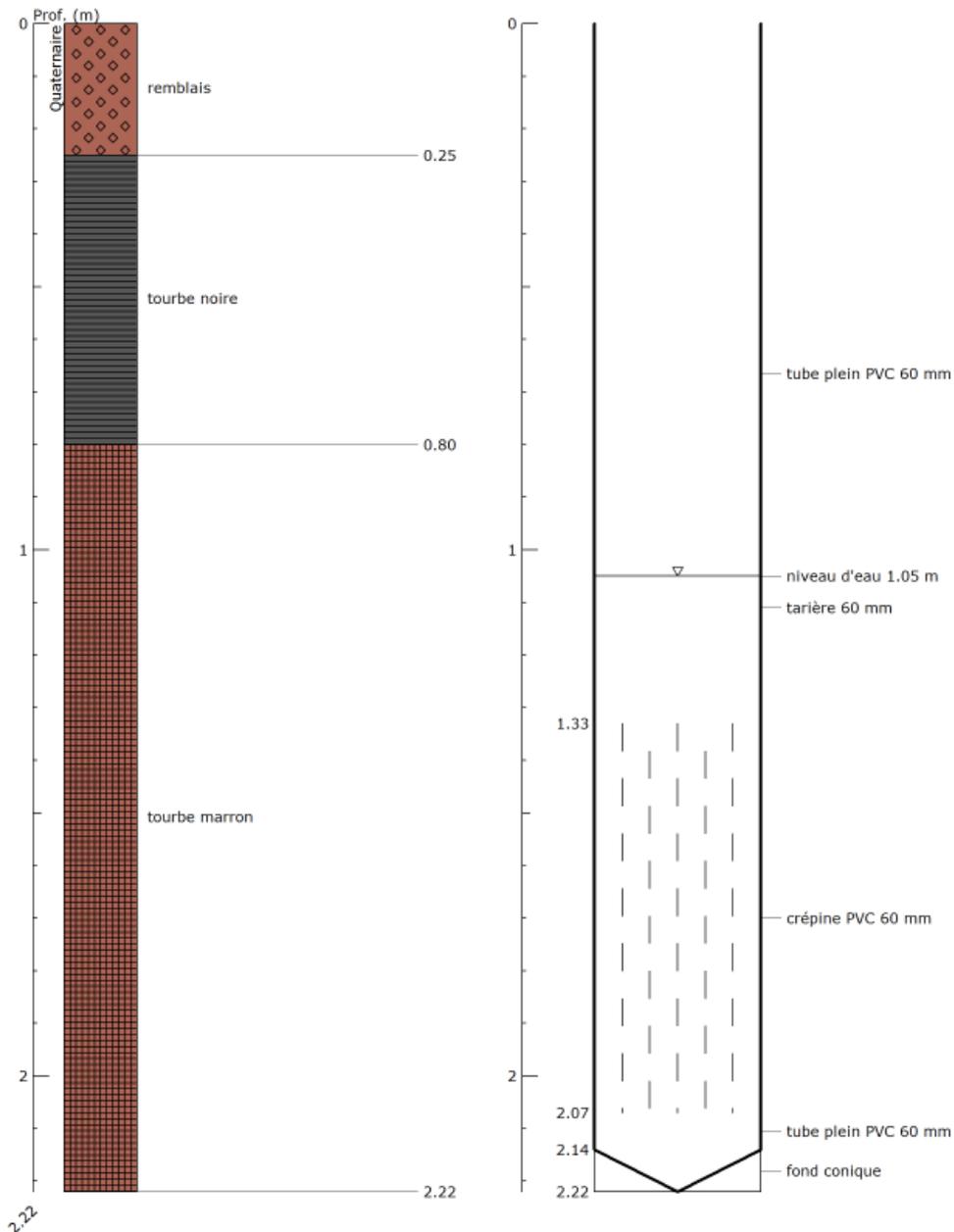


Illustration 24 : Coupe géologique et technique du piézomètre 01176X0096/LRP-F2-P3

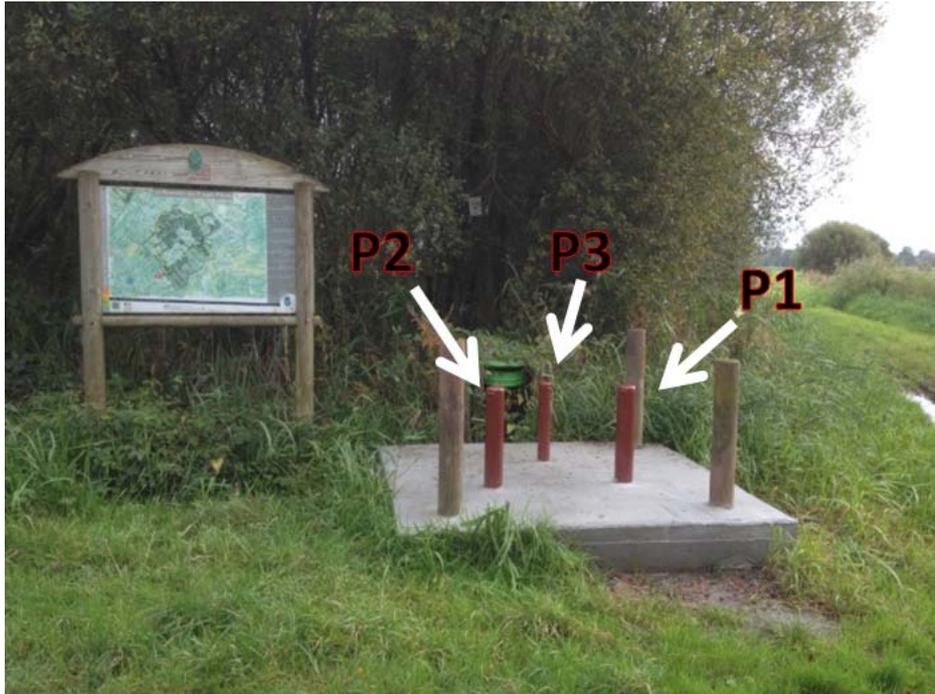


Illustration 25 : Photographies du site en fin de travaux ; les trois tubes rouges correspondent aux trois piézomètres

3.3. CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES

Les trois piézomètres réalisés ont permis de mettre en évidence la nature et l'épaisseur des différents horizons séparant les tourbes des aquifères sous-jacent (cf. Illustration 26) :

- des tourbes dont l'épaisseur est comprise entre 6 et 7 m au niveau du site ; elles s'épaississent vers l'est en se rapprochant de la Taute (cf. panneaux électriques réalisés dans le rapport BRGM/RP-65218-FR) ;
- un fin niveau d'argiles sableuses d'environ 1 m d'épaisseur qui constituerait le substratum de la nappe des tourbes ;
- un niveau sableux d'environ 6 m d'épaisseur ;
- des argiles sableuses sur environ 6 m d'épaisseur, pouvant correspondre aux argiles supérieures des marnes du Bosq d'Aubigny, telles que mise en évidence sur les différents profils géophysiques ;
- enfin un niveau sableux aquifère attribué au faciès sableux/coquilliers des marnes du Bosq d'Aubigny.

Auterives (2006) et De Ridder (2012) avaient émis l'hypothèse, pour le sous-bassin de Sainteny, d'une alimentation des tourbes par les aquifères sous-jacents *via* des flux de drainage ascendants.

Afin de valider cette hypothèse et de confirmer son applicabilité au sous-bassin de Marchésieux, un suivi piézométrique a été mis en place du 6 août 2015 au 16 octobre 2015 (cf. Illustration 27). Ce graphique met en évidence les différentiels de pression du piézomètre le plus profond (P1) vers le piézomètre le plus superficiel (P3) et valide ainsi l'hypothèse de flux verticaux ascendants de l'aquifère des marnes du Bosq d'Aubigny (faciès sableux) vers les tourbes et zones humides. Le transfert de pression étant inférieur à une heure (pas de temps d'acquisition des appareils).

Ce site permet donc de montrer le fonctionnement d'une zone humide dans un état non impacté par une exploitation, aucun forage/pompage à un débit important n'étant en fonctionnement dans les environs. La poursuite du suivi des niveaux sur ce triplé de piézomètres serait nécessaire pour observer les transferts en hiver quand le niveau des nappes remonte et quand les marais blanchissent. Ce site a donc vocation à devenir un site de référence de suivi d'une zone humide non impactée.

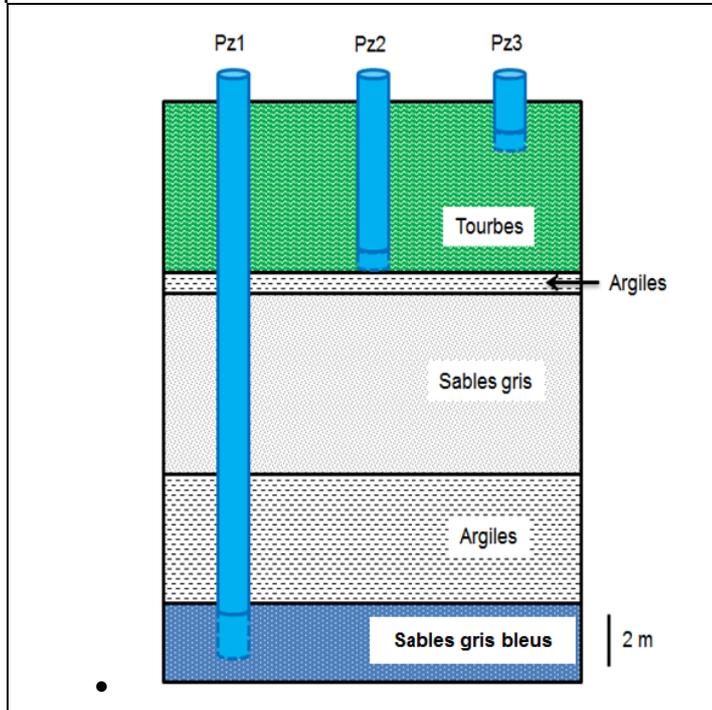


Illustration 26 : Schéma conceptuel de la lithologie du site des Rouges Pièces à Marchésieux

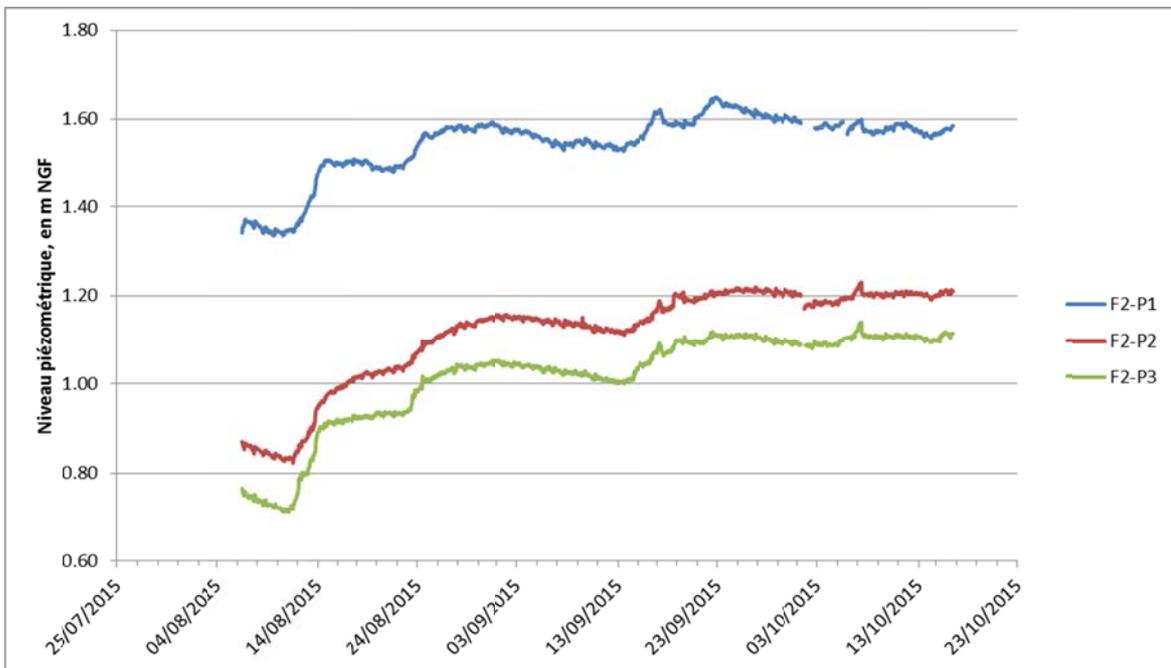


Illustration 27 : Suivi piézométrique dans les piézomètres P1, P2 et P3 du site des Rouges Pièces à Marchésieux

4. Site 3 – Transformateur RTE à Saint-Sébastien-de-Raids

4.1. OBJECTIF DU FORAGE

La réalisation de deux piézomètres sur la crête piézométrique et topographique entre le sous-bassin de Sainteny et le sous-bassin de Marchésieux, située entre l'Holorotte (au nord) et la Taute (au sud) (cf. Illustration 28) a été décidée en concertation avec le comité de pilotage du projet. L'objectif était d'améliorer la connaissance géologique (nature et épaisseur des formations) et hydrogéologique de ce secteur peu doté en forage, et de disposer de deux points de suivis piézométriques complémentaires qui permettront d'affiner les futures cartes piézométriques.

Un piézomètre de 30 m de profondeur (01175X0113/RTE-F3) a été réalisé à l'ouest du transformateur RTE (Illustration 29) sur la commune de Saint-Sébastien-de-Raids et un second de 100 m de profondeur (01176X0092/VDO-F4) a été réalisé au lieu-dit le village Dorléans sur la commune de Raids. Les résultats du forage F3 seront présentés dans ce chapitre et ceux du forage F4 dans le chapitre suivant.

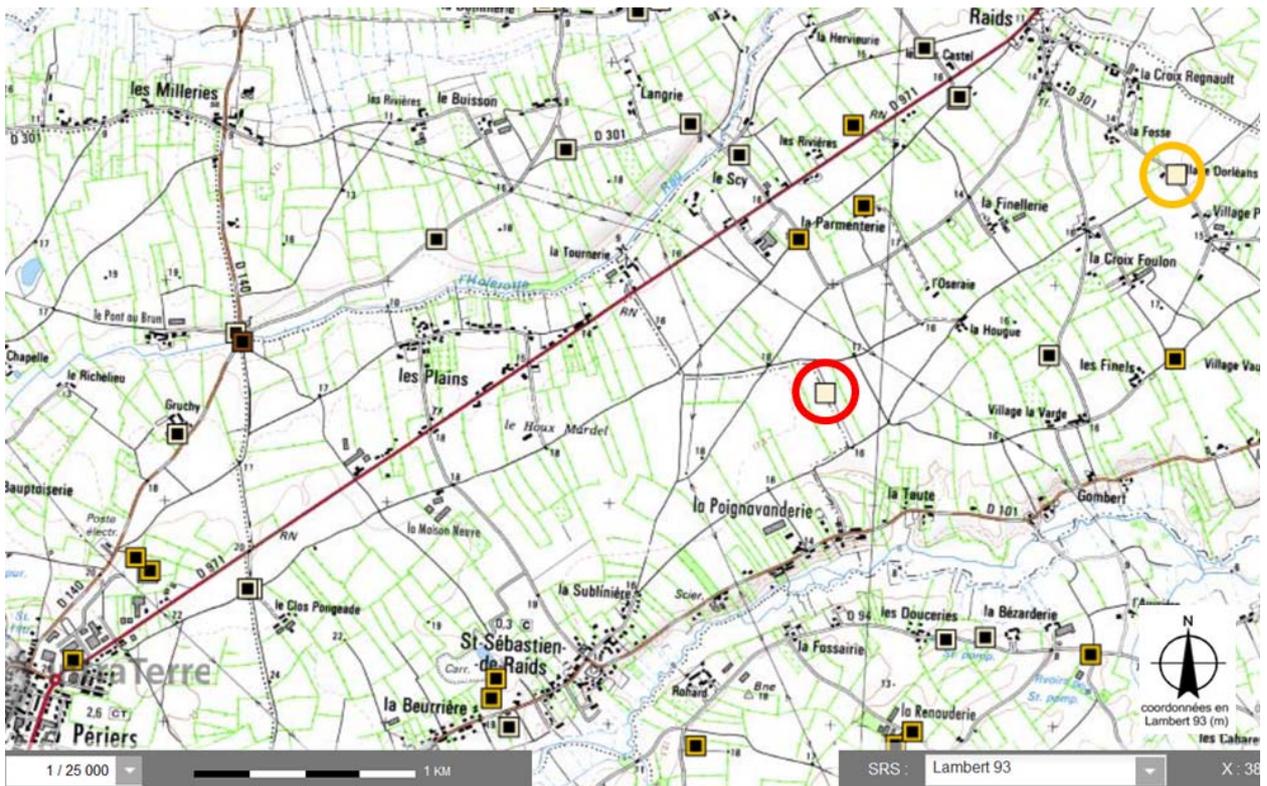


Illustration 28 : Localisation du forage 01175X0113/RTE-F3 (cercle rouge) situé sur la commune de Saint-Sébastien-de-Raids à proximité du transformateur RTE et du forage 01176X0092/VDO-F4 (cercle orange) situé au lieu-dit le village Dorléans à Raids.



Illustration 29 : Localisation du forage F3 à proximité du transformateur RTE (cercle rouge à fond bleu, fond Google Earth)

4.2. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES

Les travaux de forage se sont déroulés en deux étapes.

La foration a tout d'abord été réalisée à la tarière (\varnothing 200 mm) sur une profondeur de 48.6 m ce qui a permis un échantillonnage des différents horizons et une description lithologique détaillée (cf. Illustration 30, Illustration 32 et Illustration 34). Les terrains instables s'éboulant en permanence, et notamment les sables présents dans les 20 premiers mètres, il n'a pas été possible d'équiper ce forage avec des tubes PVC, le trou étant bouché vers 4 m de profondeur.

Une seconde foreuse a donc été installée sur le site pour forer à nouveau au rotary à la boue jusqu'à 30 m de profondeur et permettre ainsi l'équipement du piézomètre. Un tubage PVC de diamètre intérieur/extérieur de 80/90 mm a été posé avec des crépines de 20 à 30 m (fentes de 1 mm), l'objectif étant de suivre le niveau d'eau dans l'aquifère des marnes du Bosq d'Aubigny. Un massif de gravier de granulométrie 2-4 mm a été mis en place dans l'espace annulaire entre 20 et 30 m de profondeur, et une cimentation sous pression de 0 à 20 m de profondeur. Enfin, une dalle béton de 1.75x1.75 m a été réalisée autour de la tête de puits, qui dépasse d'environ 1 m par rapport au terrain naturel.

La diagraphie gamma-ray réalisée sur ce forage (cf. détail dans l'Annexe 1) permet de confirmer et affiner la description lithologique. Ainsi, deux niveaux plus sableux semblent se distinguer entre 6 et 8 m de profondeur et entre 11 et 13 m de profondeur. Les marnes du Bosq d'Aubigny (faciès argileux) présentent quant à elle des valeurs plus importantes que les sables sus-jacent, confirmant la présence d'argile. De plus, les valeurs relativement élevées du CPS dans les sables traduit la présence d'argiles en leur sein.

Profondeur (en m)	description	Dénomination provisoire
0 - 1.60	matrice limoneuse à limono-argileuse beige à éléments grossiers hétérométriques et polygénique : Grès altérés pluridécimétriques, galets de quartz centimétriques émoussés, quartzite (?) quadrangulaires, etc.	Blocaille de Saint-Sébastien-du-Raids
1.60 - 2.40	matrice limono-argileuse beige à éléments grossiers hétérométriques et polygénique : Grès altérés pluridécimétriques, galets de quartz centimétriques émoussés, quartzite (?) quadrangulaires, etc.	Blocaille de Saint-Sébastien-du-Raids
2.40 - 3.00	matrice limoneuse à limono-argileuse beige à éléments grossiers hétérométriques et polygénique : Grès altérés pluridécimétriques, galets de quartz centimétriques émoussés, quartzite (?) quadrangulaires, etc.	Blocaille de Saint-Sébastien-du-Raids
3.00 - 6.40	sables rouilles à jaunes avec tâches plus sombres, fins, relativement bien classés, azoïques à rares éléments plurimillimétriques mal roulés	Sables de Saint-Vigor
6.40 - 8.00;10.00	sables plus fins, très clairs, sans matrice, bien classés, glauconie ? Avec réapparition d'une matrice peu abondante à la base, entre 8 et 10m . Augmentation de l'humidité à la base.	Sables de Saint-Vigor
8.00;10.00 - 20.20	sables rouilles à jaunes avec tâches plus sombres, fins, relativement bien classés, azoïques. Saturation en eau vers 11m. Pas de granoclassement visible à l'œil. Passées de sables jaune clair à gris très bien triés, fins, sans matrice, de 70 cm environ vers 17m et de 1m vers 18.7 m	Sables de Saint-Vigor
20.20 - 22.60	passage très net à un sable fin, bien classé, gris, avec lentilles d'argile marneuse grise, rares fragment coquilliers (bivalves, gastéropodes) et éléments grossiers peu émoussés dans la fraction argileuse	Marnes du Bosq d'Aubigny
22.60 - 24.60	Argile marno-sableuse grise passant rapidement, par augmentation progressive de la fraction sableuse et diminution de la fraction argileuse (vers 22.8m), à un sable gris légèrement argileux fin, micacé, bien classé avec une plus forte humidité et contenant peu de bioclastes. Pas de granoclassement visible. peu de bioclastes visibles à l'œil nu	Marnes du Bosq d'Aubigny
24.60 - 26.26	Argile marno-sableuse grise ou sable argileux gris, fin, par passées. Avec "paquets" sableux, fins, gris, plus importants à partir de 26m .	Marnes du Bosq d'Aubigny
26.26 - 28.10	Argile marno-sableuse grises, avec agmentation progressive de la charge sableuse vers la base.	Marnes du Bosq d'Aubigny
28.10 - 30.40	sable gris, très légèrement argileux, fins, bien classés, avec une plus forte humidité. Séquence granodécroissante.	Marnes du Bosq d'Aubigny
30.40 - 32.50	Argiles/ Marnes silteuses grises.	Marnes du Bosq d'Aubigny
32.50 - 35.50	passage progressif, sur une dizaine de cm, à un sable argileux gris, fin, avec passées ou lentilles argilo-marneuses grises (peut-etre une passée argileuse déstructurée par la tarière ou des lentilles argileuses décimétriques dans le sable).	Marnes du Bosq d'Aubigny
35.50 - 36.50	Argiles/ Marnes silteuses grises	Marnes du Bosq d'Aubigny
36.50 - 37.40	sables gris clair, fins, argileux, avec diminution progressive de la fraction argileuse vers le bas.	Marnes du Bosq d'Aubigny
37.40 - 40.00	sable très légèrement argileux et humide . Apparition de "boulettes" argilo-marneuses sombres vers 38,4m.	Marnes du Bosq d'Aubigny
40.00 - 43.60	argiles marneuses gris sombre, varvées, compactes, silteuses (alternance marne/silt millimétrique).	Marnes du Bosq d'Aubigny
43.60 - 48.60	argiles marneuses gris sombre, varvées, compactes, moins silteuses qu'au dessus.	Marnes du Bosq d'Aubigny

Illustration 30 : Description lithologique détaillée du forage 01175X0113/RTE-F3



Illustration 31 : Photographie du forage 01175X0113/RTE-F3



Illustration 32 : Photographies des principales lithologies observées dans le forage 01175X0013/RTE-F3

La coupe géologique et technique est présentée dans l'illustration 33 et Illustration 34.

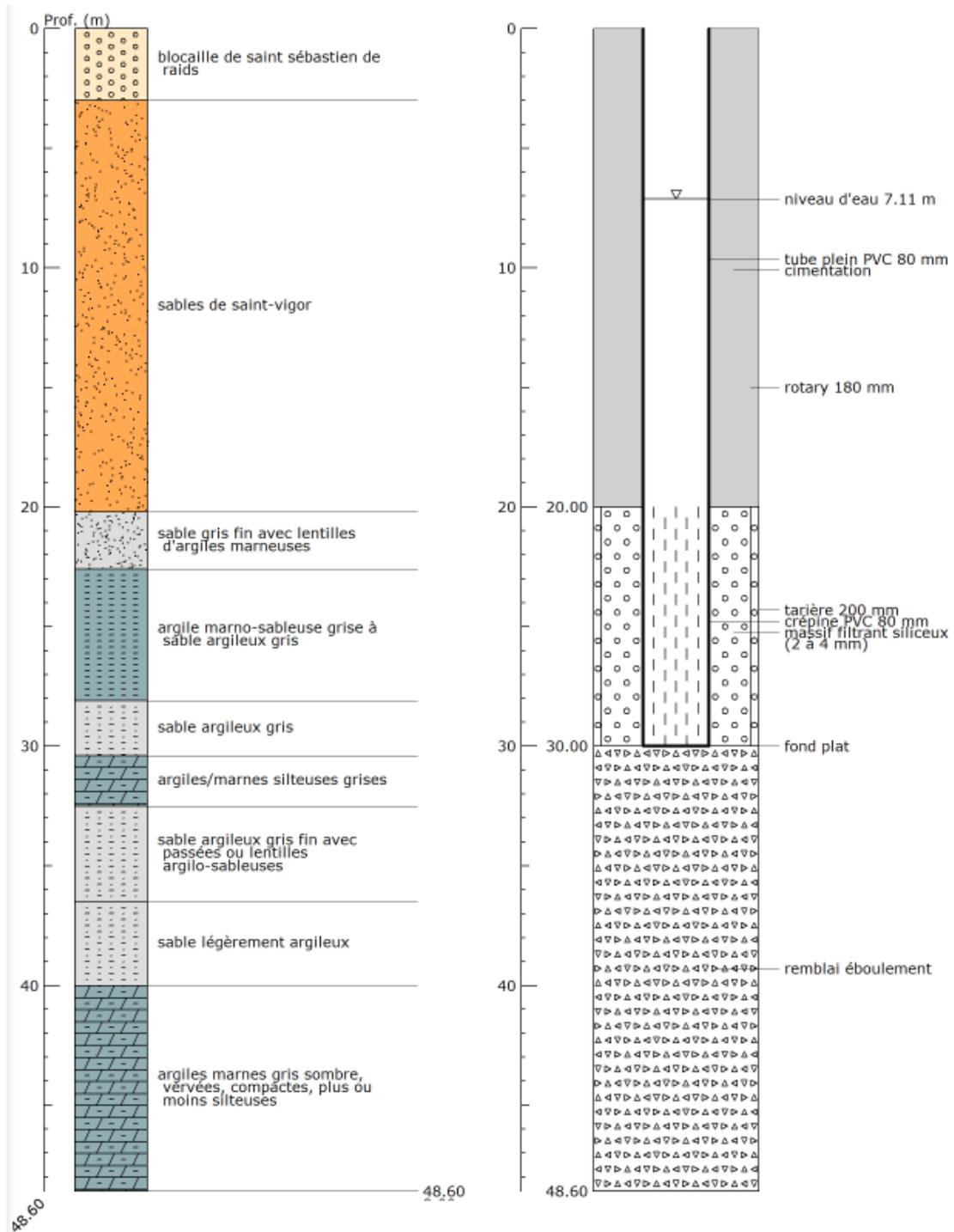


Illustration 33 : Coupe géologique « chantier » et technique du forage 01175X0113/RTE-F3

Ce forage a désormais vocation à intégrer un réseau de suivi piézométrique pour améliorer la précision des cartes piézométriques du secteur et notamment la crête piézométrique séparant le sous-bassin de Sainteny du sous-bassin de Marchésieux, et d'améliorer l'évaluation de l'impact éventuel des prélèvements.

X : 382,597
 Y : 6909,050
 Z : 17 m (EPD)

Saint-Sébastien-de-Raids (50, Manche)
 « Transformateur » RTE 001 (F3)
 2015

Tarière BRGM
 Carte géologique de Carentan
 BSS : 01175X0113

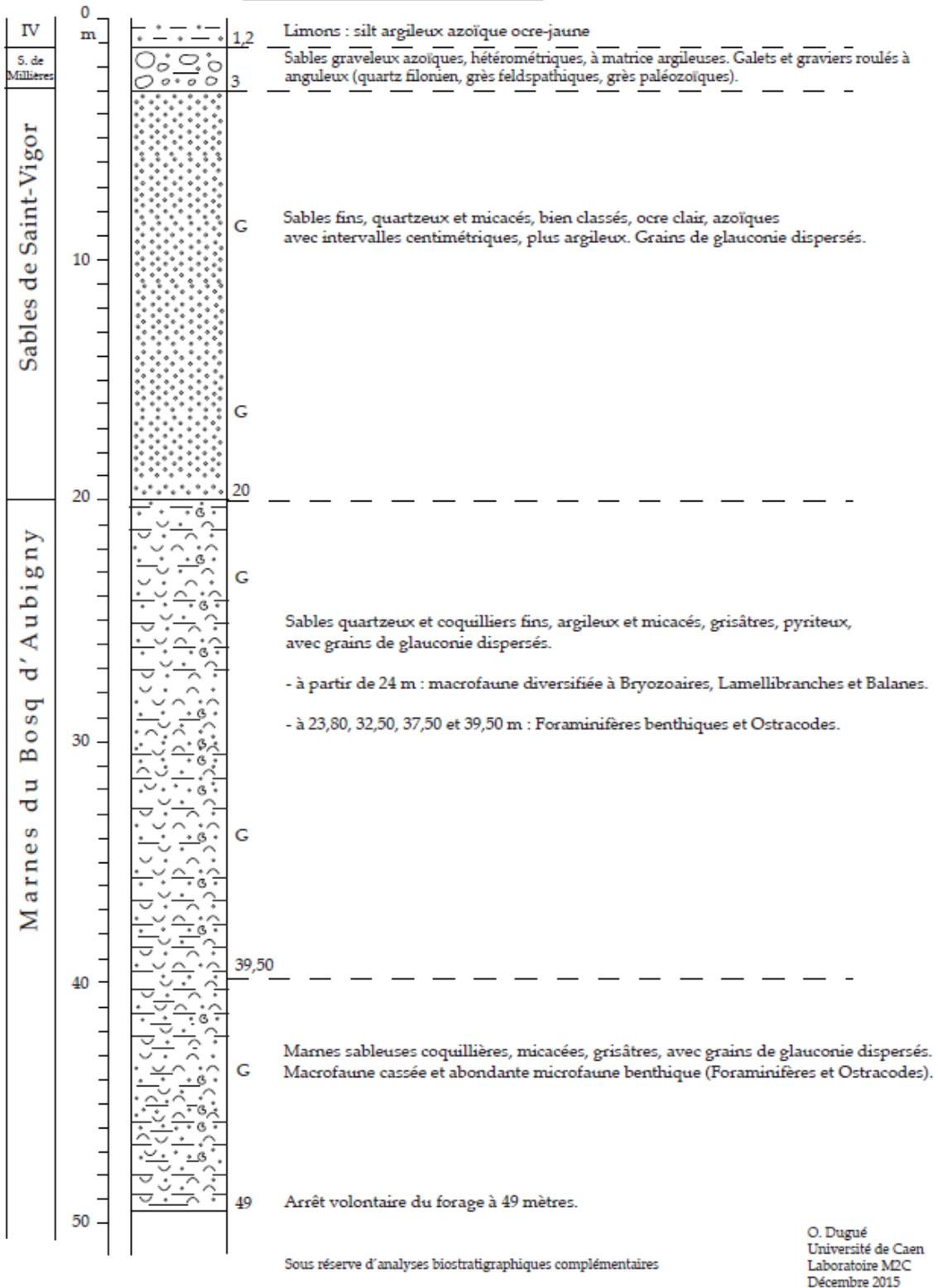


Illustration 34 : Coupe géologique du forage 01175X0013/RTE-F3 établie par l'université de Caen sur la base des échantillons prélevés in-situ par le BRGM

5. Site 4 – Village Dorléans à Raids

5.1. OBJECTIF DU FORAGE

La réalisation de deux piézomètres sur la crête piézométrique et topographique entre le sous-bassin de Sainteny et le sous-bassin de Marchésieux., située entre l'Holorotte (au nord) et la Taute (au sud) a été décidée par le comité de pilotage du projet. L'objectif était d'améliorer la connaissance géologique (nature et de l'épaisseur des formations) et hydrogéologique de ce secteur peu doté en forage, et de disposer de deux points de suivis piézométriques complémentaires.

Un piézomètre de 30 m de profondeur (01175X0113/RTE-F3) a été réalisé à l'ouest du transformateur RTE sur la commune de Saint-Sébastien-de-Raids (cf. paragraphe précédent) et un second (01176X0092/VDO-F4) a été réalisé au village Dorléans sur la commune de Raids, dont les résultats seront présentés dans ce chapitre.

Ce forage a fait l'objet d'une diagraphie gamma-ray et d'un micromoulinet, ainsi que de pompages par paliers de débits et d'un pompage d'essai de 48 h à un débit de 18 m³/h afin de calculer les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère des marnes d'Aubigny dans ce secteur.

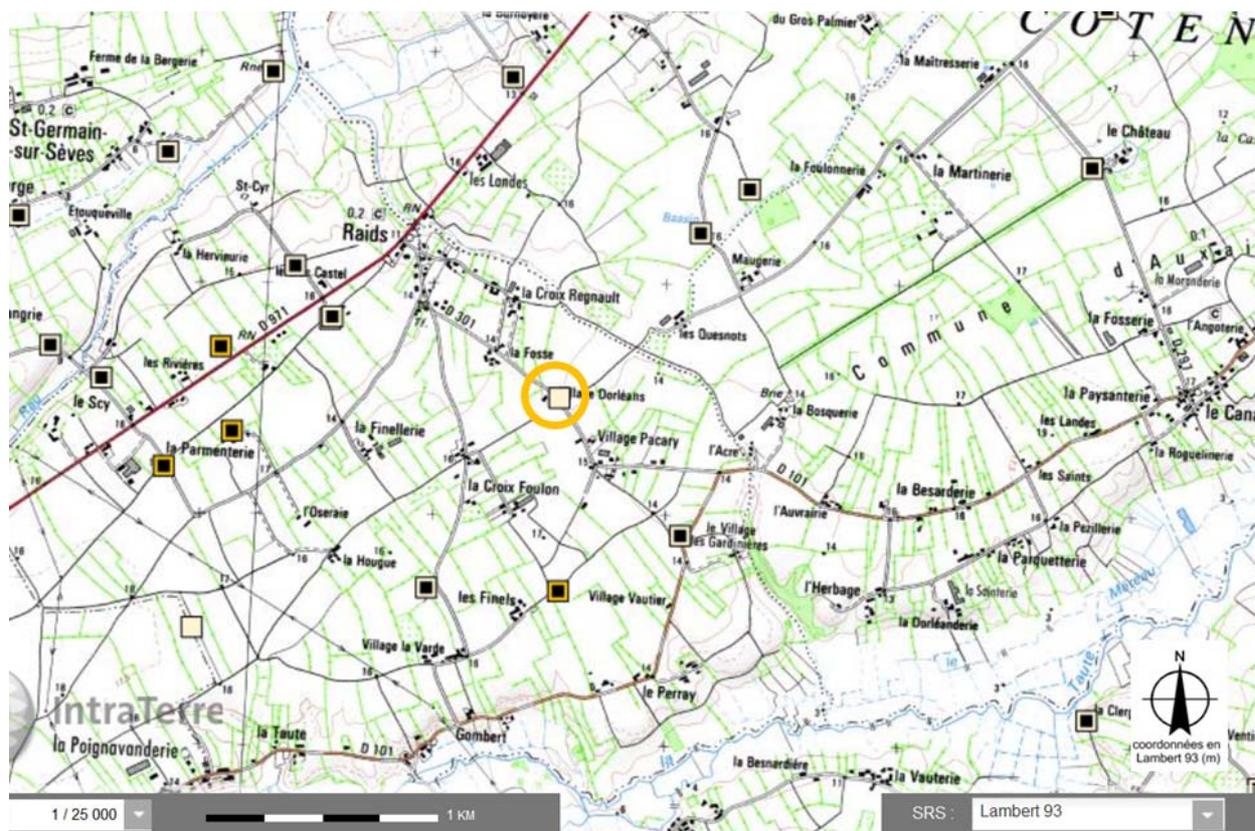


Illustration 35 : Localisation du forage 01176X0092/VDO-F4 (cercle orange) situé au lieu-dit le village Dorléans à Raids.

5.2. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES DU FORAGE 01176X0092/VDO-F4

Les travaux de forages se sont déroulés du 23 juin au 9 juillet 2015. La foration a été réalisée au trilame sur les 3 premiers mètres (Ø 250 mm) puis au rotary à la boue (Ø 250 mm) jusqu'à 101 m de profondeur. Un tubage PVC de diamètre 112/125 mm a été mis en place avec des crépines (fentes 1 mm) positionnées entre 20 et 98 m de profondeur. Un massif de gravier de granulométrie 2-4 mm a été mis en place dans l'espace annulaire entre 16 et 101 m de profondeur, et une cimentation sous pression de 0 à 16 m de profondeur. Enfin, une dalle béton de 1.75x1.75 m a été réalisée autour de la tête de puits, qui dépasse d'environ 1 m par rapport au terrain naturel.



Illustration 36 : Photographie de la foreuse et la tête de l'ouvrage

La coupe géologique et technique est présentée dans l'illustration 37 et dans l'illustration 38. Le suivi de ce forage a montré une géologie très monotone entre 10 et 101 m de profondeur, avec des argiles marneuses attribuées aux marnes du Bosq d'Aubigny. À noter que la blocaille de Saint-Sébastien de Raids entre 2 et 4 m de profondeur était très dure et difficile à forer.

La diagraphie gamma-ray réalisée sur ce forage (cf. détail dans l'Annexe 1) a permis d'améliorer la distinction de différents ensembles au sein des marnes du Bosq d'Aubigny. Ces marnes sont néanmoins aquifères avec un niveau d'eau situé entre 4 et 5 m de profondeur.

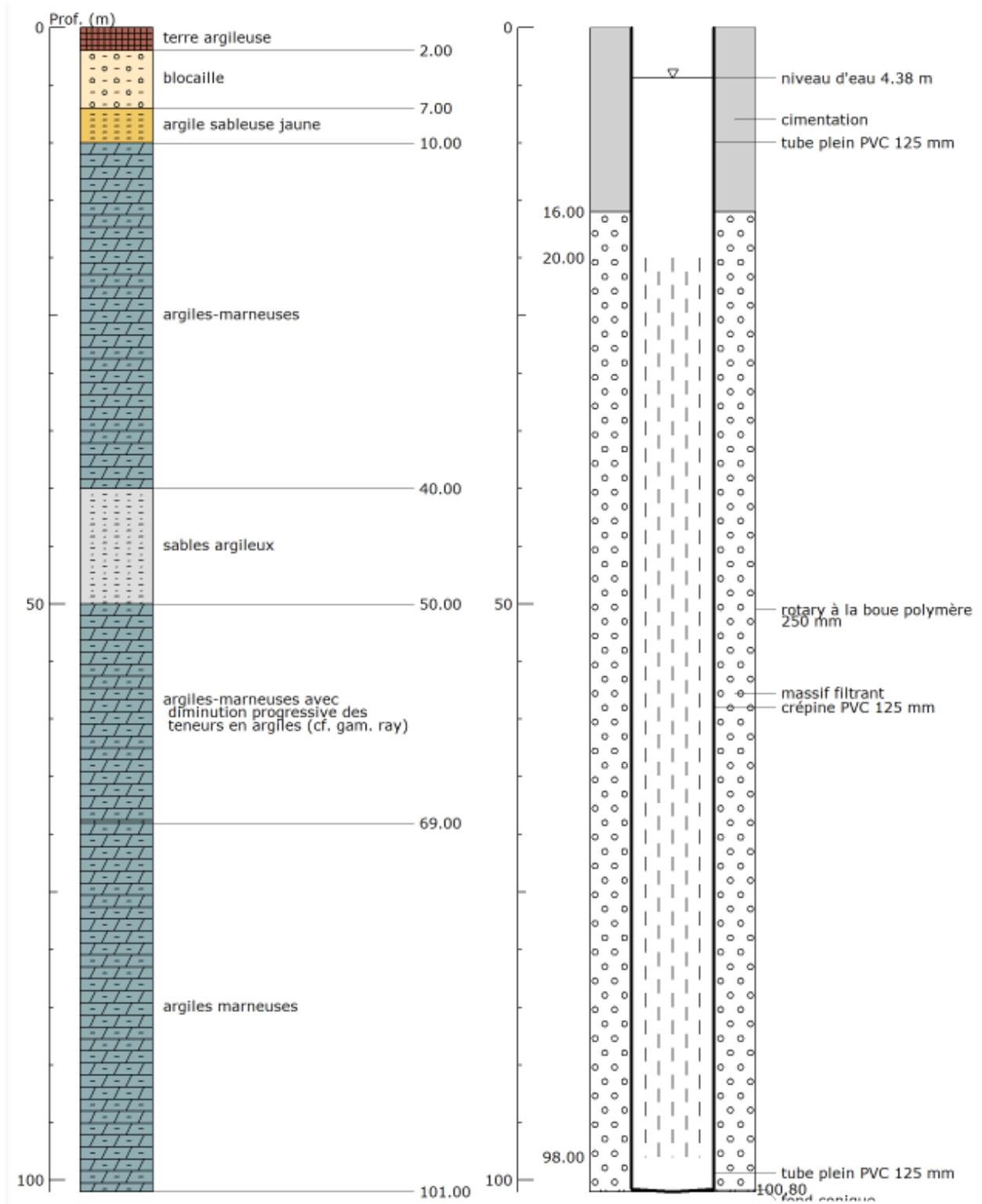


Illustration 37 : coupe géologique « chantier » et coupe technique du piézomètre 01176X0092/VDO-F4

X : 384,177
Y : 6910,041
Z : 13 m (EPD)

Les Raids (50, Manche)
« Village Dorléans » VDO 001 (F4)
X/XX/2015

Rotary Ste Setrafor
Carte géologique de Carentan
BSS : 01176X0092

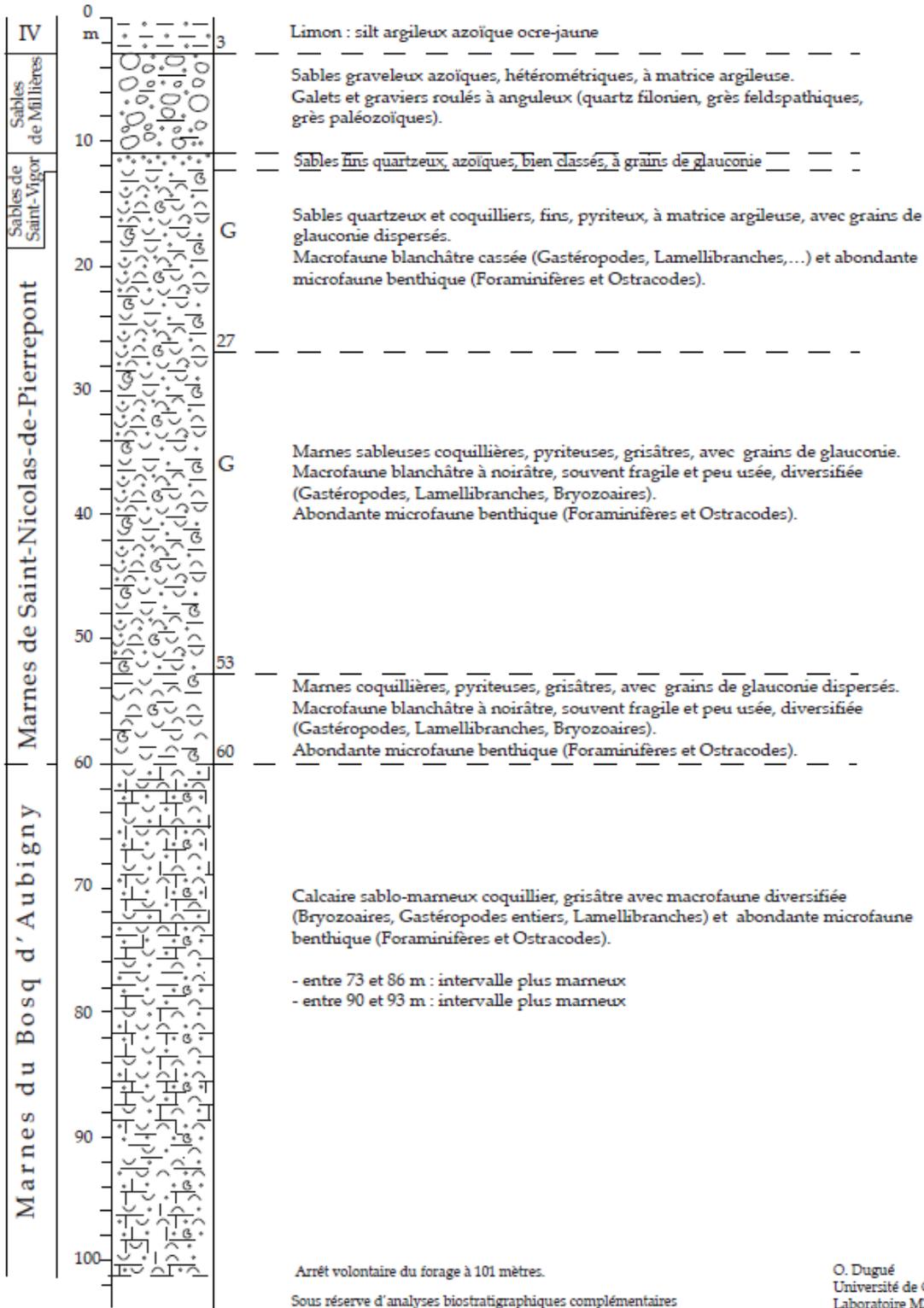


Illustration 38 : Coupe géologique du forage 01176X0092/VDO-F4 établie par l'université de Caen sur la base des échantillons prélevés in-situ par le BRGM

5.3. POMPAGE D'ESSAI PAR PALIERS DE DEBITS

Les pompages par paliers de débits ont été réalisés le 29 septembre 2015. Quatre paliers non enchainés d'une heure ont été réalisés, avec une heure de remontée entre chaque. Les caractéristiques hydrodynamiques du forage ont été ajustées à l'aide du [logiciel OUAIP](#) développé par le BRGM (évaluation des coefficients b et c). Les données brutes et les résultats sont synthétisés dans l'illustration 39.

L'allure de cette courbe suggère un développement du forage lors des pompages par paliers. Les paramètres calculés dans l'illustration 39 sont donc sous-évalués par rapport aux caractéristiques réelles de l'ouvrage à l'issus des pompages.

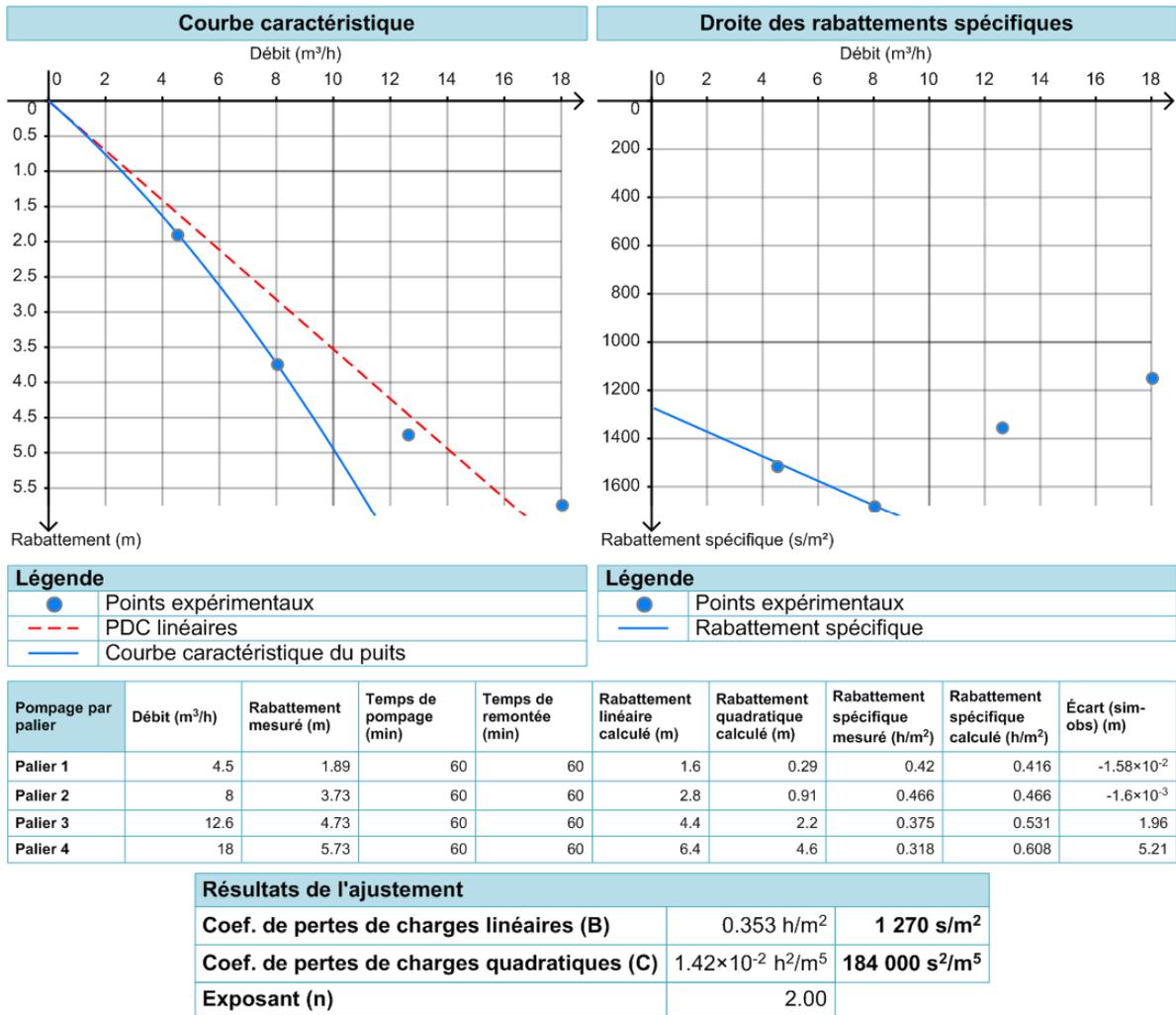


Illustration 39 : Courbe caractéristique de l'essai de puits réalisé sur le forage 01176X0092/VDO-F4 – (à gauche) et droite débit / rabattements spécifiques (à droite), en fonction des rabattements au bout d'une heure de pompage. Synthèse des résultats de l'essai de puits et coefficients de pertes de charges.

5.4. POMPAGE D'ESSAI LONGUE DUREE

Le pompage d'essai de longue durée a été réalisé à un débit de 18 m³/h du 30/09/2015 à 8 h au 02/10/2015 à 8 h, soit une durée totale de pompage de 48 h. Le niveau initial (profondeur par rapport au repère de mesure était de 4.49 m et le rabattement maximal en fin de pompage de 6.51 m. Les conditions météorologiques étaient bonnes, sans pluies sur la durée du pompage et de la remontée. Le suivi des températures de l'eau d'exhaure montre des variations comprises entre 11.4 et 13.1 °C, avec les valeurs les plus basses mesurées le matin (12.1, 11.4, 11.9°C) et les températures les plus élevées le soir (13.3 et 13.1°C). La conductivité de l'eau est globalement stable après les premières heures de pompages, avec des variations comprises entre 411 et 483 µS/cm. Les données de suivis manuelles sont présentées en Annexe 2. Les courbes de rabattements et les paramètres hydrodynamiques calculés à l'aide du [logiciel OUAIP](#) sont présentés dans l'illustration 40.

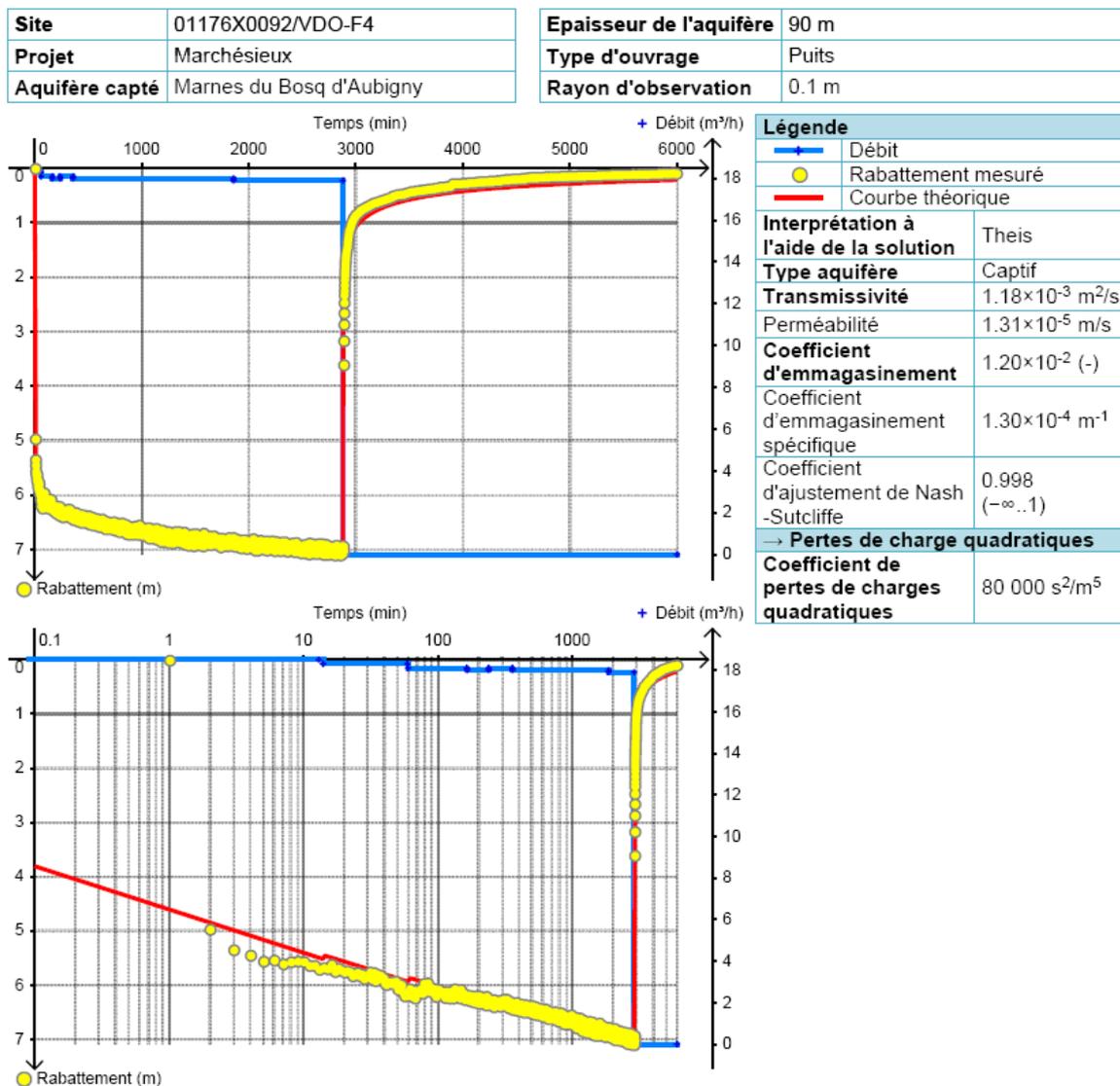


Illustration 40 : Résultats du pompage d'essai de longue durée réalisé sur le forage 01176X0092/VDO-F4 du 30 septembre au 2 octobre 2015 : courbes des rabattements et paramètres hydrodynamiques calculés. Le coefficient d'emmagasinement n'est pas significatif, l'interprétation étant réalisée au puits de pompage.

6. Site 5 – La porte des Bosqs à Marchésieux

6.1. OBJECTIF DES FORAGES

Deux piézomètres ont été réalisés au lieu-dit La Porte des Bosqs à Marchésieux. Le premier piézomètre (F5) d'une profondeur de 134 m avait comme objectifs (i) de recouper le socle estimé vers 120-130 m de profondeur d'après les reconnaissances géophysiques (ii) de caractériser la nature et l'épaisseur des formations recoupées et (iii) de réaliser des pompages par paliers et un pompage longue durée de 48 h (à un débit de 12 m³/h) afin de caractériser les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère recoupé.

Le second piézomètre (PF5) implanté à 12 m de distance et tubé sur 20 m de profondeur, avait pour objectif d'évaluer l'impact du pompage sur le niveau d'une éventuelle nappe superficielle.

Ces forages étaient initialement prévus sur la commune de Feugères, au lieu-dit l'Hôtel Provost, afin d'être à l'aplomb de la zone la plus profonde identifiée d'après les prospections gravimétriques et sismiques, au cœur d'un petit sous-bassin sédimentaire (cf. Illustration 5). N'ayant pas eu l'accord de la mairie ou de propriétaires dans ce secteur, le site de la Porte des Bosqs à Marchésieux a été retenu comme site de replis. Celui-ci serait néanmoins dans le prolongement du petit sous-bassin sédimentaire, avec un socle estimé vers 120-130 m de profondeur et recouperait donc les formations Plio-Quaternaire du sous-bassin de Marchésieux.

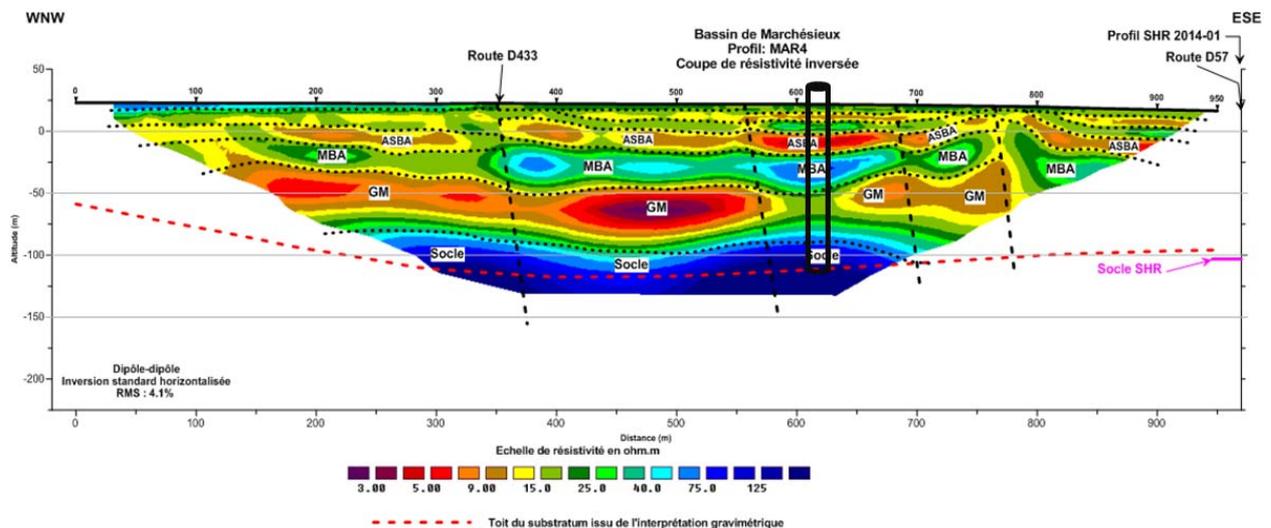


Illustration 41 : Résultats du profil électrique réalisé le long de la RD900 (cf. Illustration 42) et localisation du forage F5 à proximité de l'abscisse 600 m.

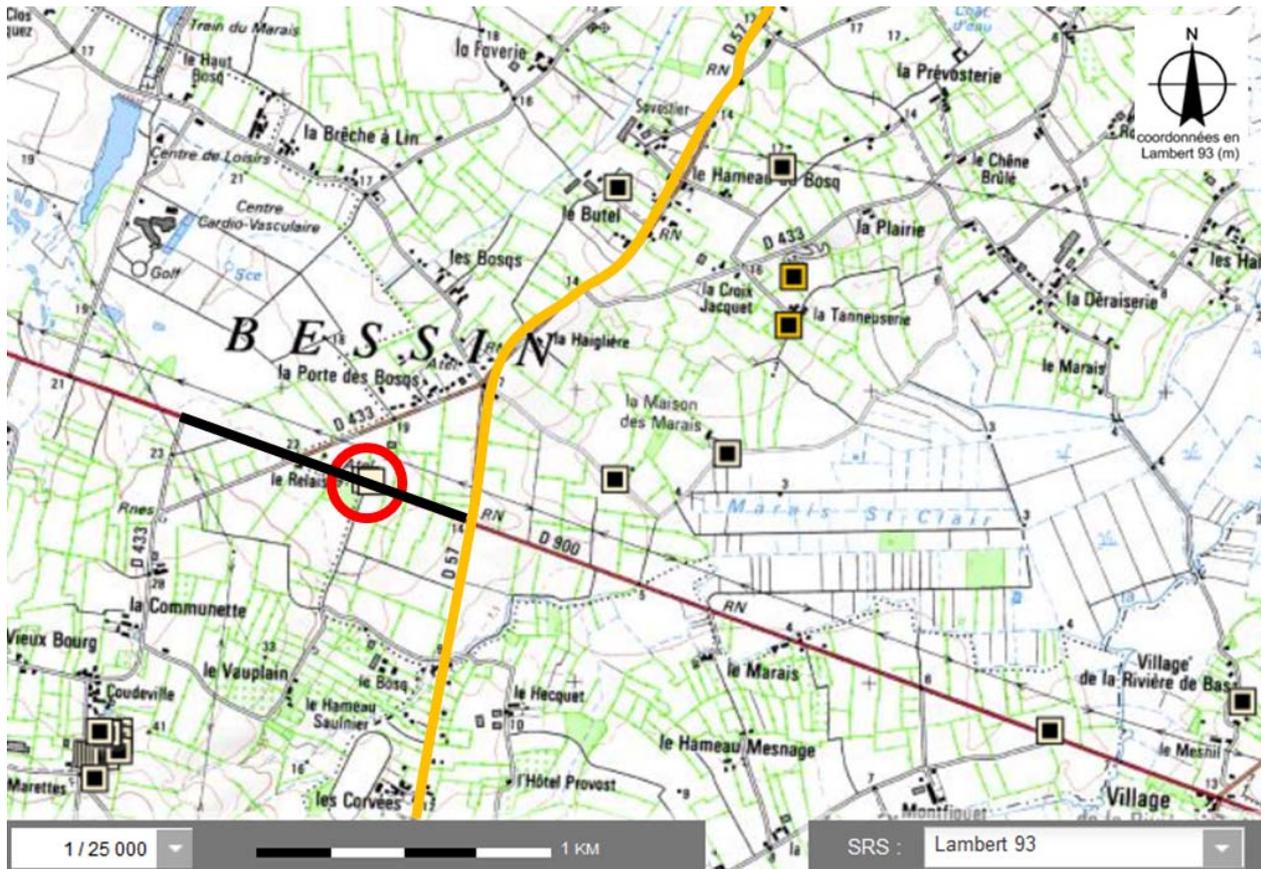


Illustration 42 : Localisation des forages 01176X0093/LPB-F5 et 01176X0094/LPB-PF5 sur la commune de Marchésieux, au lieu-dit La Porte des Bosqs, sur la parcelle ZR176 de la zone artisanale du SIATR. Le profil sismique est représenté en orange et le profil électrique en noir

6.2. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES

6.2.1. Caractéristiques géologiques et techniques du forage 01176X0093/LPB-F5

Les travaux de forage se sont déroulés du 10 au 30 juillet 2015. La foration a été réalisée au trilame (\varnothing 250 mm) jusqu'à 134 m de profondeur. La lithologie des formations s'est avérée très monotone, avec des argiles grises observées de 2.8 à 121 m de profondeur, avec des passées bioclastiques, attribuées aux marnes du Bosq d'Aubigny. À partir de 121 m des siltites rouges sont observées (sous la forme de cailloutis durs) jusqu'à 130 m puis des argiles rouges sont recoupées jusqu'à 134 m. Cet ensemble recoupé de 121 à 134 m est attribué aux argiles rouges permienes.

Un tubage PVC de diamètre intérieur/extérieur de 112/125 mm a été posé avec des crépines de 34 à 124 m (fentes de 1 mm). Un massif de gravier de granulométrie 2-4 mm a été mis en place dans l'espace annulaire entre 30 et 124 m de profondeur, le fond du forage s'étant éboulé de 124 à 134 m. Une cimentation sous pression de 0 à 30 m de profondeur a ensuite été réalisée. Enfin, une dalle béton de 1.75x1.75 m a été réalisée autour de la tête de puits, qui dépasse d'environ 1 m par rapport au terrain naturel.



Argiles-marneuses



Zoom sur une passée coquillère au sein des argiles marneuses



Tête du forage F5



Tête du piézomètre PF5

Illustration 43 : Photographie des travaux sur le forage F5 et le piézomètre PF5

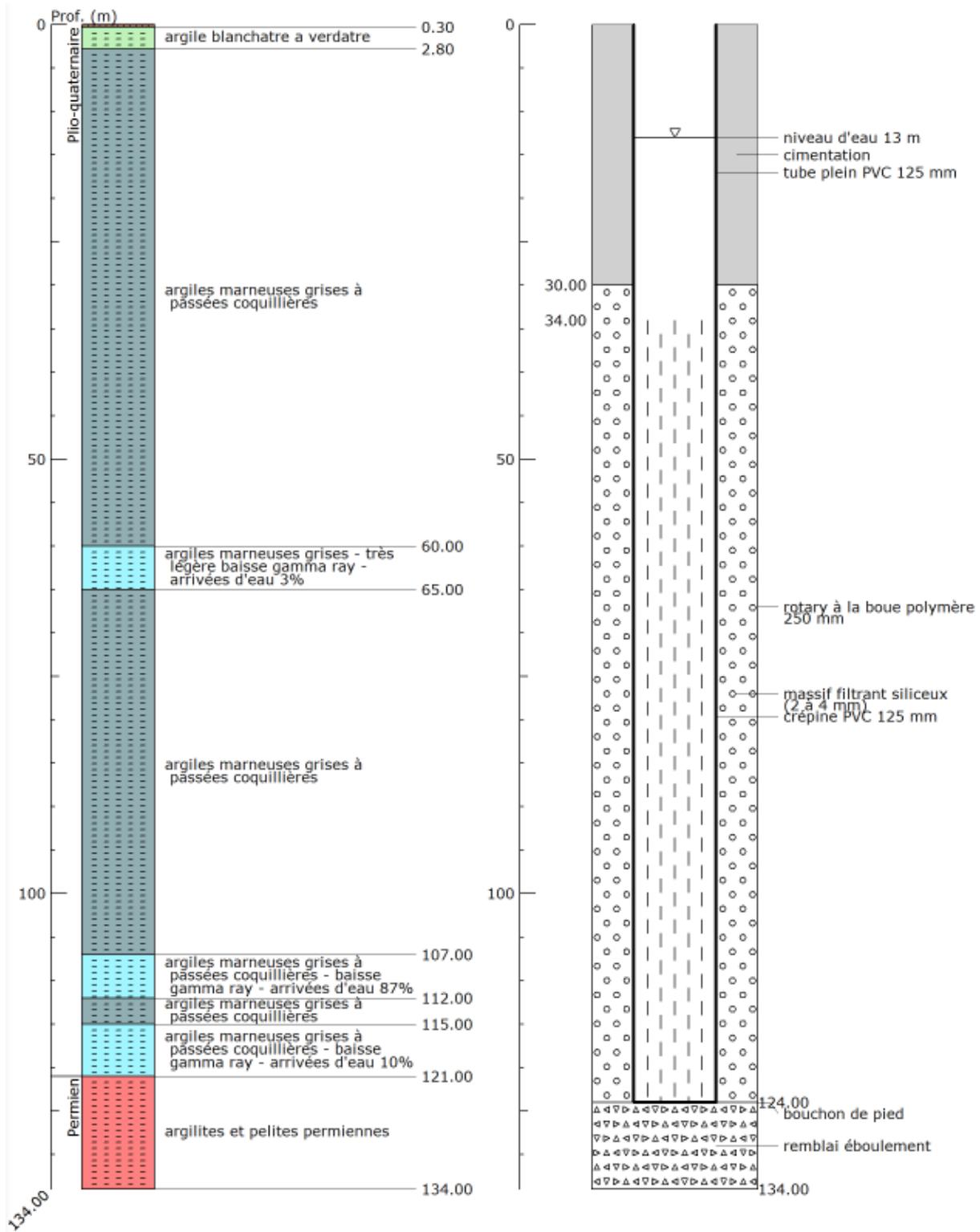


Illustration 44 : Coupe géologique « chantier » et coupe technique du forage 01176X0093/LPB-F5. Les venues d'eau sont déterminées grâce à la diagraphe micromoulinet.

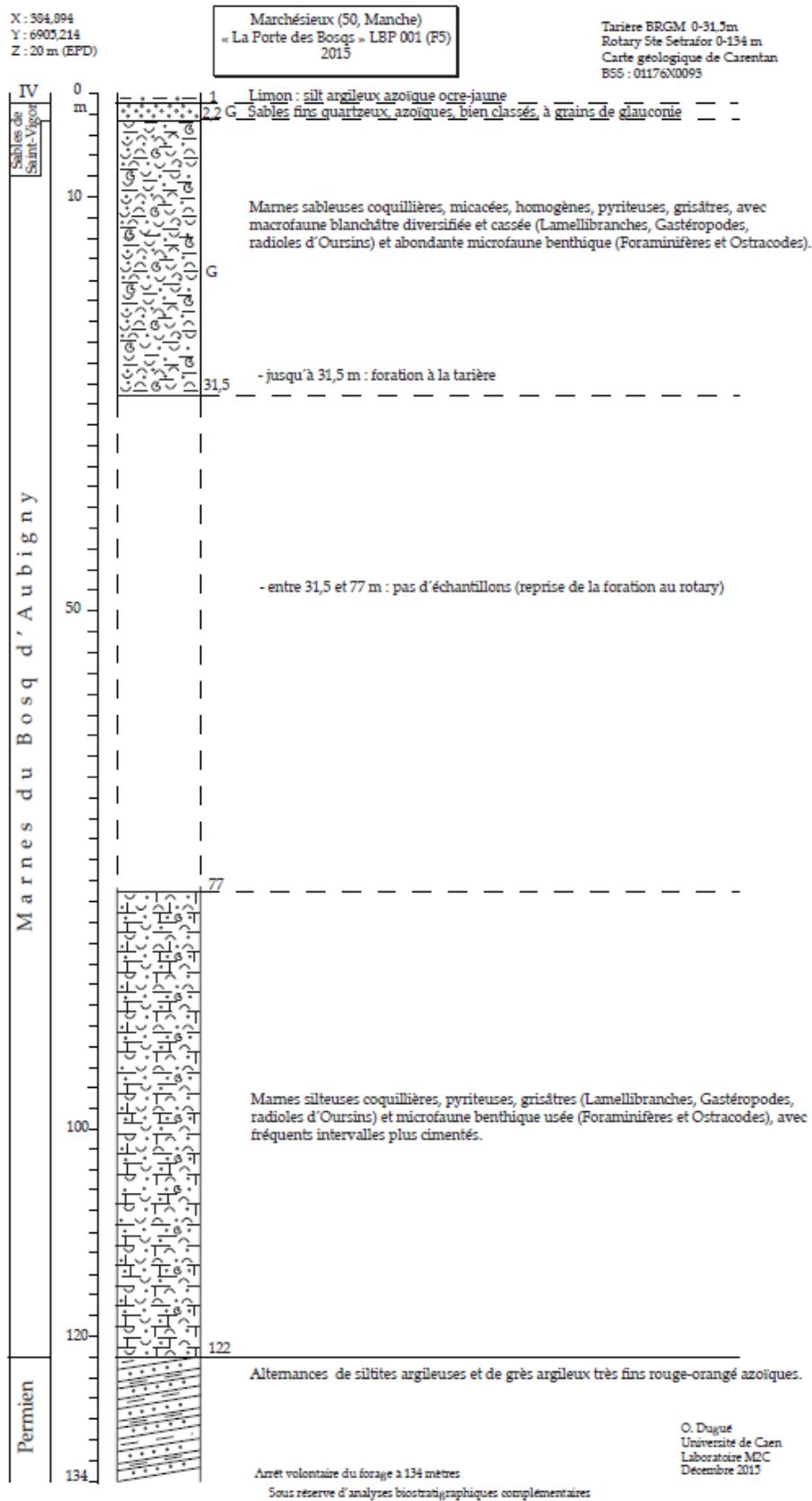


Illustration 45 : Coupe géologique du forage 01176X0093/LPB-F5 établie par l'université de Caen sur la base des échantillons prélevés in-situ par le BRGM

6.2.2. Caractéristiques géologiques et techniques du forage 01176X0094/LPB-PF5

Les travaux de forage se sont déroulés le 9 juillet 2015. La foration a été réalisée à la tarière (Ø 200 mm) jusqu'à 31 m de profondeur. Les formations recoupées se sont avérées très monotone avec 30 cm de terre végétale, des argiles blanchâtres à verdâtres jusqu'à 2.8 m de profondeur puis des argiles grises plastiques à dures avec des passées bioclastiques, et humides à partir de 4 m de profondeur. Un tubage PVC 55/60 mm a été mis en place jusqu'à 23.8 m (éboulement du fond du forage) avec des crépines de 2.8 à 20.8 m. Une tête de protection et une petite dalle de ciment (cf. Illustration 43) ont été installés en surface. Ce piézomètre est provisoire pour la durée des pompages d'essais. Le tubage PVC et la tête seront retirés à l'issue du pompage et le trou sera rebouché. Le niveau de l'eau dans ce piézomètre a été mesuré à 1.5 m par rapport au sol le 30 juillet 2015. Ce piézomètre est situé à une distance de 12 m du forage F5.

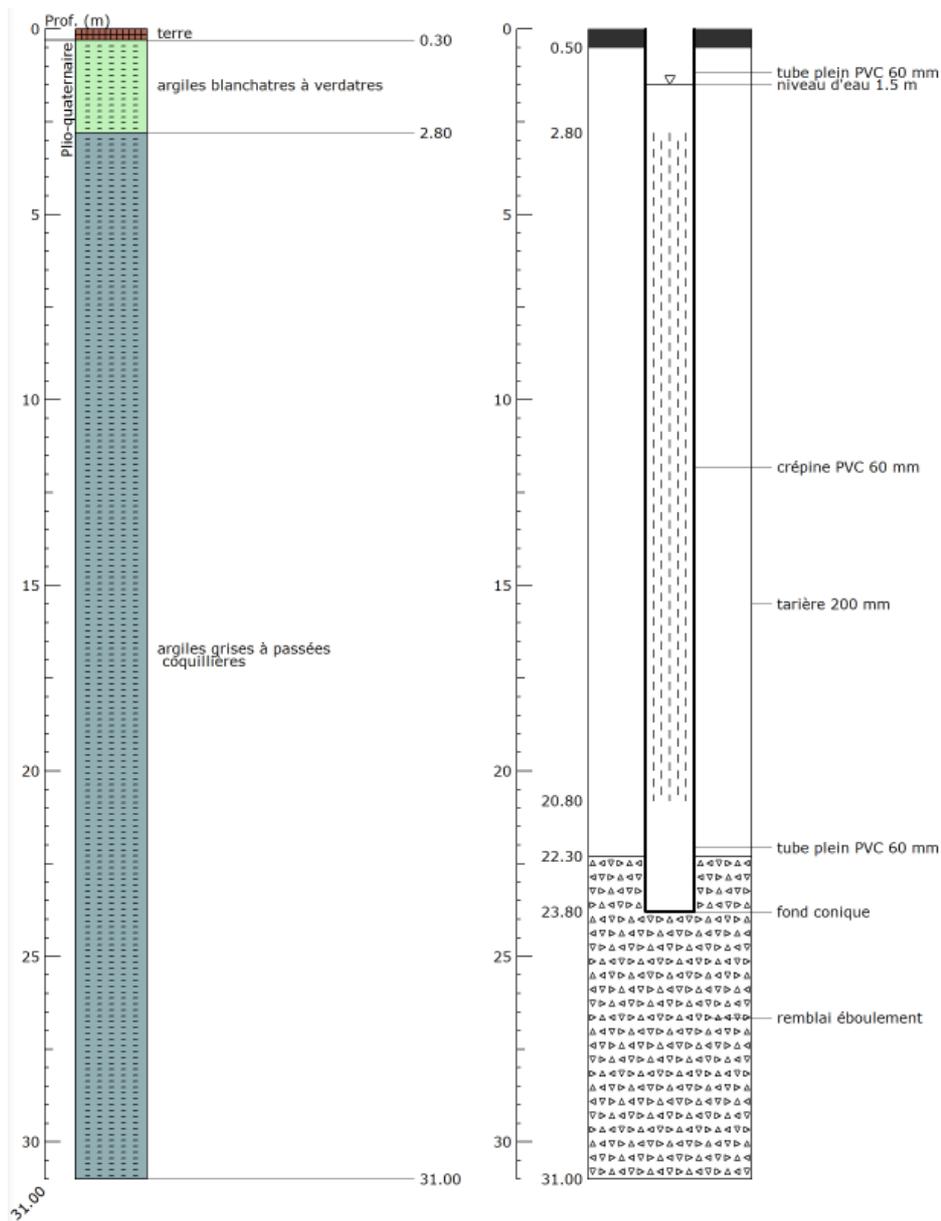


Illustration 46 : Coupe géologique et technique du forage 01176X0094/LPB-PF5

6.3. POMPAGE D'ESSAI PAR PALIERS DE DEBITS SUR LE FORAGE F5

Les pompages par paliers de débits ont été réalisés le 22 septembre 2015. Quatre paliers non enchainés d'une heure ont été réalisés, avec une heure de remontée entre chaque. Les caractéristiques hydrodynamiques du forage ont été ajustées à l'aide du [logiciel OUAIP](#) développé par le BRGM (évaluation des coefficients b et c). Les données brutes et les résultats sont synthétisés dans l'illustration 47. Le rabattement mesuré après une heure de pompage lors du pompage longue durée a également été utilisée dans les calculs (palier 4 à 12 m³/h).

L'allure de la courbe suggère un léger développement du forage lors des pompages par paliers de débits.

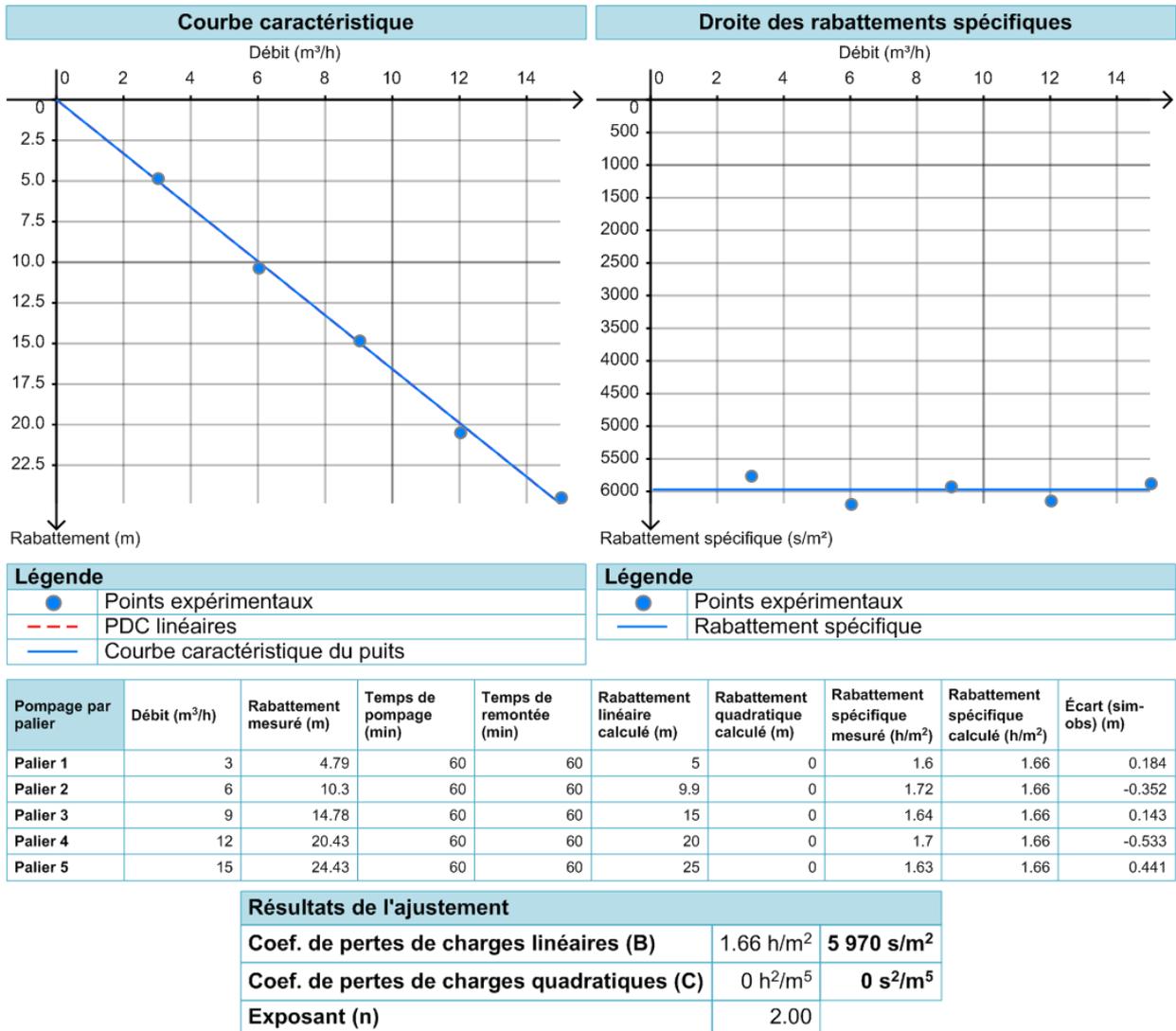


Illustration 47 : Courbe caractéristique de l'essai de puits réalisé sur le forage 01176X0093/LPB-F5 – (à gauche) et droite débit / rabattements spécifiques (à droite), en fonction des rabattements au bout d'une heure de pompage. Synthèse des résultats de l'essai de puits et coefficients de pertes de charges.

6.4. POMPAGE D'ESSAI LONGUE DUREE SUR LE FORAGE F5

6.4.1. Rabattements mesurés dans le forage F5

Le pompage d'essai de longue durée a été réalisé du 23/09/2015 à 8h au 25/09/2015 à 8h, soit une durée totale de pompage de 48 h. Le débit de pompage était de 9.8 m³/h pendant les 15 premières minutes puis a été ajusté à 12.5 m³/h. Le niveau initial (profondeur par rapport au repère de mesure était de 13 m et le rabattement maximal en fin de pompage de 36.24 m. Les conditions météorologiques étaient bonnes, sans pluies sur la durée du pompage et de la remontée. Le suivi des températures de l'eau d'exhaure montre des variations comprises entre 14.3 et 15.9 °C, avec les valeurs les plus basses mesurées le matin et les températures les plus élevées le soir. La température de l'eau dans ce forage est supérieure de 2 à 3°C par rapport aux forages F1 et F4. La conductivité de l'eau est globalement stable et varie entre 327 et 395 µS/cm, valeurs plus faibles que celles mesurées pour le forage F4 (411 à 483 µS/cm) et F1 (622 et 685 µS/cm).

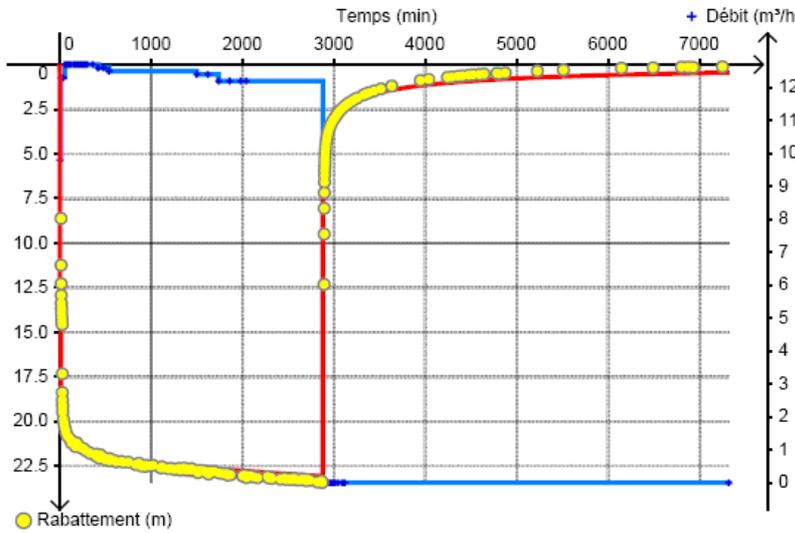
Les données de suivis manuelles sont présentées en Annexe 2. Les courbes de rabattements et les paramètres hydrodynamiques calculés à l'aide du [logiciel OUAIP](#) sont présentés dans l'illustration 49.



Illustration 48 : Photographie du site « 5 » avec le forage 01176X0093/LPB-F5 au fond à droite en bleu et le piézomètre 01176X0094/LPB-PF5 à gauche en rouge

Site	01176X0093/LPB-F5
Projet	Marchésieux
Aquifère capté	Marnes du Bosq d'Aubigny

Epaisseur de l'aquifère	14 m
Type d'ouvrage	Puits
Rayon d'observation	0.1 m



Légende	
—	Débit
●	Rabattement mesuré
—	Courbe théorique
Interprétation à l'aide de la solution	Theis
Type aquifère	Captif
Transmissivité	3.00×10^{-4} m ² /s
Perméabilité	2.15×10^{-5} m/s
Coefficient d'emmagasinement	2.46×10^{-4} (-)
Coefficient d'emmagasinement spécifique	1.76×10^{-5} m ⁻¹
Coefficient d'ajustement de Nash -Sutcliffe	0.999 (-∞..1)
→ Effet pariétal, effet de skin (linéaire)	
Skin	4 (-)
→ Pertes de charge quadratiques	
Coefficient de pertes de charges quadratiques	0 s ² /m ⁵

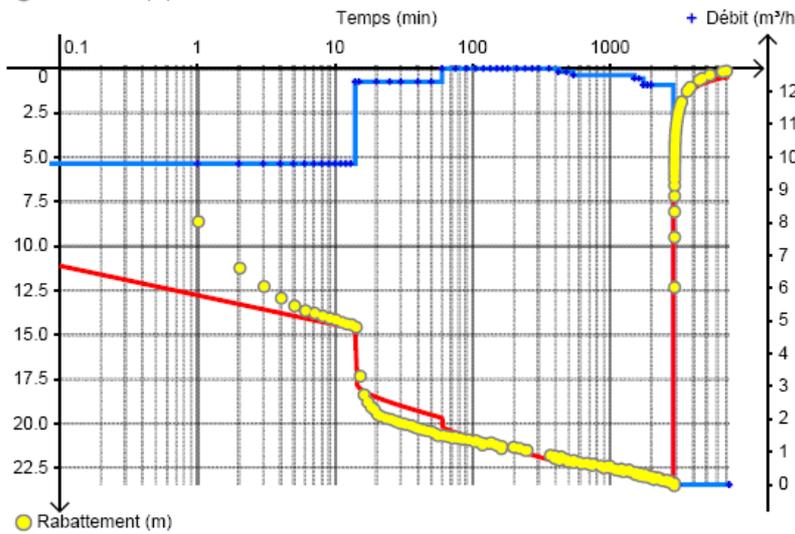


Illustration 49 : Résultats du pompage d'essai de longue durée réalisé sur le forage 01176X0093/LPB-F5 du 23 au 25 septembre 2015 : courbes des rabattements et paramètres hydrodynamiques calculés. Le coefficient d'emmagasinement n'est pas significatif, l'interprétation étant réalisée au puits de pompage.

6.4.2. Rabattements mesurés dans le piézomètre PF5

Les rabattements induits par le pompage dans le forage F5 ont été suivi dans le piézomètre PF5 situé à 12 m de distance (cf. Illustration 48). Après 48 h de pompage, un rabattement maximal de 4 cm a été mesuré dans ce piézomètre. La particularité de ce suivi est que le niveau d'eau ne remonte pas suite à l'arrêt du pompage, le rabattement semble même augmenter d'environ 20 cm observés 3 jours après l'arrêt du pompage. L'illustration 50 montre les données des enregistreurs automatiques. L'augmentation des rabattements suite à l'arrêt du pompage paraît difficilement explicable. Il pourrait s'agir d'une dérive du capteur suite à l'arrêt du pompage ou le démarrage d'un autre pompage dans les environs dans un forage non déclaré. Ces deux hypothèses étant peu probable, on peut également supposer une recharge ou alimentation des niveaux aquifères profonds (les principales arrivées d'eau dans le forage F5 étant observées entre 107 et 121 m de profondeur) depuis des horizons plus superficiels, comme ceux mesurés au niveau du PF5 (horizons saturés recoupés entre 4 et 20 m). En effet, le niveau piézométrique dans le piézomètre PF5 est d'environ 18 mNGF tandis que celui du forage F5 est d'environ 7 mNGF. Même si ces deux forages ne captent pas la même nappe, un écoulement au sein des argiles / marnes du Bosq d'Aubigny serait *a priori* envisageable.

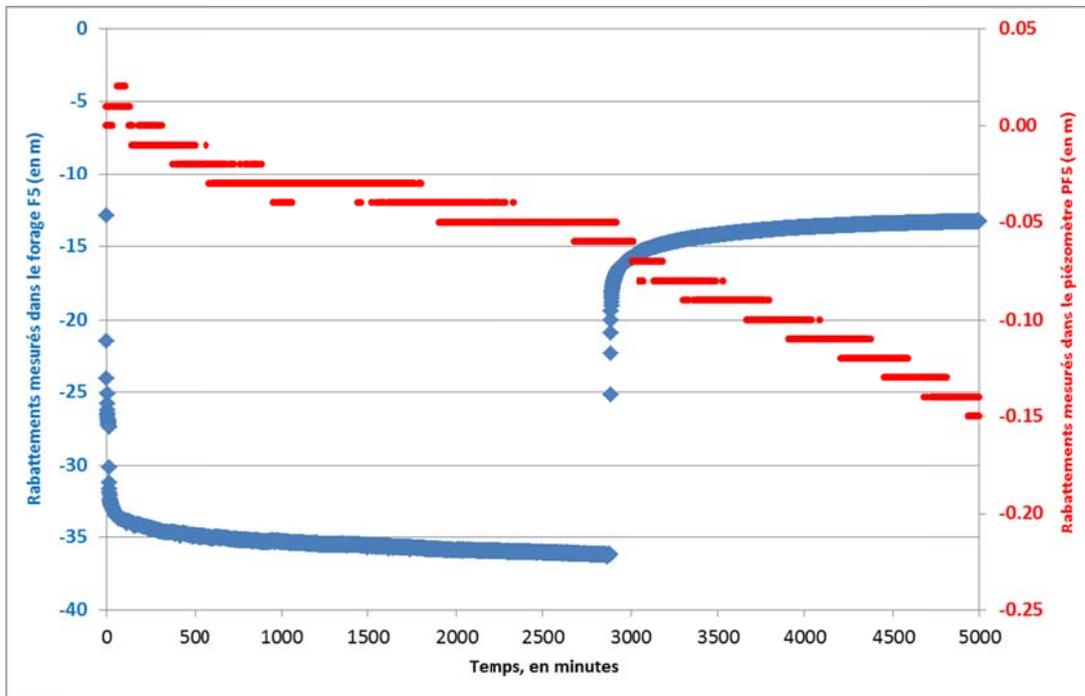


Illustration 50 : Rabattements mesurés dans le forage 01176X0093/LPB-F5 en bleu et dans le piézomètre 01176X0094/LPB-PF5 en rouge

6.5. CONCLUSION

Il est intéressant de noter que ce site présente des similitudes avec le forage de la Bézarderie (01176X0059 - situé 3 km au nord-ouest). Ce forage, d'une profondeur de 126 m avait recoupé des formations similaires (argiles grises) et avait rencontré des venues d'eau entre 90 et 122 m de profondeur. Le pompage d'essai réalisé à l'époque avait permis de calculer une transmissivité de $4 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, proche de celle calculée au forage F5.

La base des marnes du Bosq d'Aubigny, plus sableuse, est donc aquifère et est recouverte dans la partie amont du sous-bassin de Marchésieux par environ 90 m d'argiles grises coquillières. Malgré la profondeur de cet horizon, il semble se recharger assez rapidement et la conductivité de l'eau mesurée semble aller dans ce sens. Ces circulations profondes d'eau peu minéralisée pourrait également confirmer la contribution des aquifères de socles situés en amont à l'alimentation des aquifères du sous-bassin de Marchésieux et des circulations préférentielles au contact entre le socle et les sédiments Plio-Quaternaires. Une faible recharge *via* infiltration au sein des horizons superficiels est également possible, comme cela a été mis en évidence au niveau du piézomètre PF5.

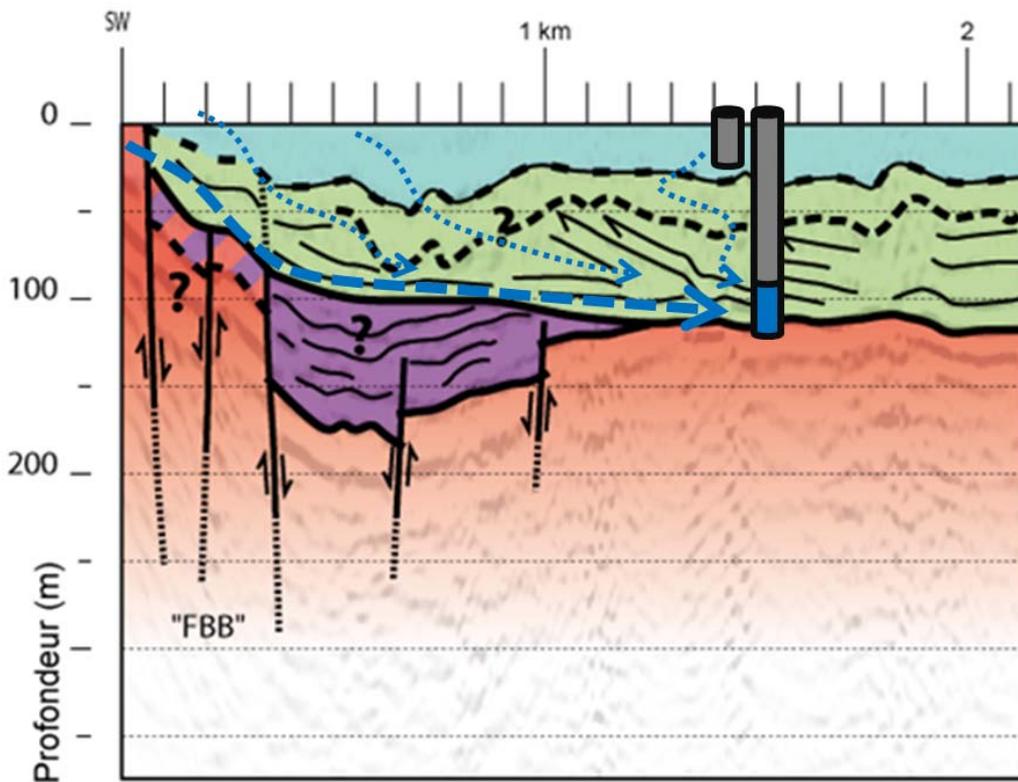


Illustration 51 : Schéma conceptuel des écoulements entre Feugères et la Porte des Bosqs superposé au début du profil sismique. Les flèches bleues représentent les écoulements possibles en provenance du socle et au contact entre le socle primaire et les sédiments plio-quaternaires

L'illustration 52 synthétise les données de transmissivités (données historiques et nouvelles données acquises dans le cadre de ce projet) des principales formations aquifères identifiées dans le sous-bassin de Marchésieux ainsi que des formations de socle situées en amont hydraulique et les faluns de Blehou situés dans le sous-bassin de Sainteny au nord du sous-bassin de Marchésieux :

- Les faluns de Blehou situés dans le sous-bassin de Sainteny (au nord du sous-bassin de Marchésieux), présentent les meilleures transmissivités ($Q1^1 = 1 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ et $Q3^2 = 2 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$)
- Les faluns de Bohon ($Q1 = 4 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ et $Q3 = 8 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$) présentent quant à eux les meilleures transmissivités du sous-bassin de Marchésieux ($Q1 = 4 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ et $Q3 = 8 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$).
- Les marnes du Bosq d'Aubigny sont plus modeste ($Q1 = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ et $Q3 = 2 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$) mais les forages peuvent néanmoins fournir plusieurs dizaines de m^3/h , en fonction de l'épaisseur des horizons les plus sableux.
- Enfin, les caractéristiques des aquifères de socle sont les plus faibles ($Q1 = 3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ et $Q3 = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$), mais ne sont pas à négliger car compte tenu de leur superficie importante en amont hydraulique du sous-bassin, ils contribueraient également à l'alimentation du sous bassin de Marchésieux. À noter que ces caractéristiques permettent l'exploitation de forage à des débits de quelques m^3/h à une vingtaine de m^3/h .

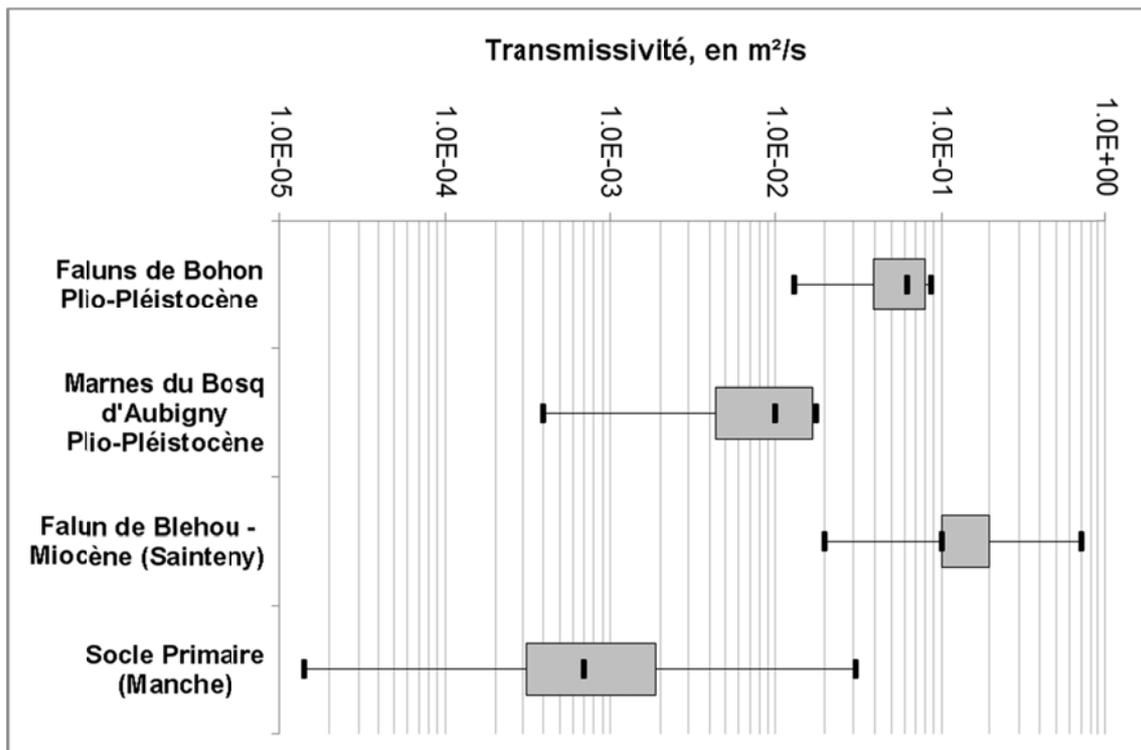


Illustration 52 : Synthèse statistique (box-plot) des valeurs de transmissivités des forages recoupant les principales formations du secteur d'étude. Les traits noirs correspondent aux valeurs minimales, médianes et maximales, les bornes de la boîte correspondent au 1^{er} et 3^{ème} quantile.

¹ Q1 : 1^{er} quartile

² Q3 : 3^{ème} quartile

7. Conclusion

Cette campagne de forages, pompages d'essais et diagraphies a permis d'améliorer de façon significative la connaissance géologique et hydrogéologique du sous-bassin de Marchésieux.

Les forages réalisés à Saint-André-de-Bohon (F1 et PF1) ont permis de confirmer que cette formation géologique est un très bon aquifère dont le débit spécifique peut atteindre 100 m³/h/m. Les faluns de Bohon étant caractérisés par des changements de granulométrie et de cimentation assez fréquents, leurs caractéristiques hydrodynamiques ne sont pas homogènes et varient, sur la base des données acquises, entre 1x10⁻² et 9x10⁻² m²/s. L'extension de cet aquifère a également été affinée et les prospections géophysiques permettent de bien déterminer son épaisseur.

Les trois piézomètres réalisés à Marchésieux (F2-P1, F2-P2 et F2-P3) dans le marais des Rouges Pièces ont vocation à intégrer un réseau d'observatoire des zones humides. Ces piézomètres ont permis de mettre en évidence la nature et l'épaisseur des différents horizons séparant les tourbes de l'aquifère sous-jacent, et notamment du rôle des horizons argileux constituant pour le premier le substratum de la nappe des tourbes et pour le second un horizon semi-perméable imprimant à la nappe sous-jacente son caractère captif. Le piézomètre captant cette nappe sous-jacente dans un horizon sableux des marnes du Bosq d'Aubigny est en effet artésien et son niveau piézométrique est au-dessus du niveau du sol (et au-dessus du niveau mesuré dans les deux piézomètres captant la nappe des tourbes). Le suivi des niveaux piézométriques dans ces piézomètres semble ainsi confirmer une alimentation des tourbes par les aquifères sous-jacent via des flux de drainance ascendants.

Les deux forages (F3 et F4) réalisés à Raids et Saint-Sébastien-de-Raids, captant tous les deux les marnes du Bosq d'Aubigny, au niveau de la crête piézométrique séparant le sous-bassin de Sainteny du sous-bassin de Marchésieux, permettront d'améliorer l'élaboration des futures cartes piézométriques et l'évaluation de l'impact des prélèvements.

Les forages réalisés sur le site de la porte des Bosqs à Marchésieux (F5 et PF5) ont permis de mettre en évidence un horizon aquifère entre 107 et 121 m de profondeur, sous un épais recouvrement argileux. Malgré ce recouvrement la recharge semble s'effectuer assez rapidement et la faible minéralisation de l'eau milite pour une zone de recharge peu éloignée, qui pourrait confirmer la contribution des aquifères de socles situés en amont immédiat.

Les pompages réalisés sur les forages F4 et F5 ont également permis d'acquérir de nouvelles données de transmissivités permettant d'affiner la caractérisation des paramètres hydrodynamiques des marnes du Bosq d'Aubigny et la recharge de cet aquifère. Une synthèse statistique des transmissivités des différents aquifères du bassin de Sainteny-Marchésieux a également pu être réalisée pour synthétiser ces travaux de reconnaissance.

Enfin, ces travaux ont permis de confirmer et valider les hypothèses des prospections géophysiques et l'intérêt de coupler différentes méthodes pour optimiser la caractérisation des différentes formations. Les sondages RMP notamment se sont révélés très efficaces et prometteurs sur ce type de formations géologiques et pourraient permettre, à l'avenir, d'évaluer si les caractéristiques hydrodynamiques d'un site ou d'un secteur d'étude sont favorables avant la réalisation d'un forage d'exploitation.

8. Bibliographie

AUTERIVES C., 2006, Influence des flux d'eau souterraine entre une zone humide superficielle et un aquifère profond sur le fonctionnement hydrochimique des tourbières : Exemple des marais du Cotentin, Basse-Normandie. Thèse. Université de Rennes 1. 239p.

BAIZE S., AUBRY J., COUTARD J.P., LAIGNEL B., LAUTRIDOU J.P., OZOUF J.C., PAREYN C., ZWINGELBERG F., 1997, Carte géologique de la France (1/50 000), feuille Carentan (117). BRGM. Orléans.

BAIZE S., CAMUZARD J.P., FRESLON M., LANGEVIN C., LAIGNEL B., 1997, Notice explicative, carte géologique de la France (1/50 000), feuille Carentan (117). BRGM. Orléans. 83p.

DE RIDDER J., 2012, Réponse des processus biochimiques d'une tourbière soumise à des fluctuations du niveau d'eau. Thèse. Université de Rennes 1. 221p.

DUGUE O., 2003, The Pliocene to Early Pleistocene marine to fluvial succession of the Cotentin basins (Armorican Massif, Normandy, France), Journal of Quaternary Science, Vol.18, p. 215-226. ISSN 0267-8179.

LAURENT A., N'GOM M., DUGUE O. (2014) – Amélioration de la connaissance géologique et hydrogéologique du sous-bassin de Marchésieux – Phase 1 Exploitation des données existantes. Rapport final. BRGM/RP-62855-FR.

LAURENT A., VITTECOQ B., KLINKA T. (2014) – Amélioration de la connaissance géologique et hydrogéologique du sous-bassin de Marchésieux. Phase 3 – Pompages d'essais sur les forages du Château, de la Grosnière et de la Corbinerie. Rapport final. BRGM/RP-63136-FR, 63p.

VITTECOQ B., T. JACOB T., BALTASSAT J.M. MATHIEU F., PAQUET F., BITRI A., SAMYN K., ET O. DUGUE (2015) Amélioration de la connaissance géologique et hydrogéologique du sous-bassin de Marchésieux. Phase 2 – Résultats des investigations géophysiques. BRGM/RP-65218-FR.

Annexe 1

Rapport de la société LogHydro : Diagraphies de production au micromoulinet des forages F1 et F5 et diagraphies gamma-ray des ouvrages F1, F2, F3, F4 et F5

Log Hydro.fr

Diagraphies de production au micromoulinet des forages F1 et F5 et diagraphies gamma-ray des ouvrages F1, F2, F3, F4 et F5

Sous-bassin de Marchésieux

Communes de Marchésieux, Saint André de Bohon,
Saint Sébastien de Raids et Raids (50)



20 route de la Ville Heulin
44 620 SAINT - NAZAIRE

R-15-27

Oct. 2015

Mots clés : Diagraphie micromoulinet, température, conductivité, gamma-ray, sous bassin de Marchésieux, Manche.

Ce rapport porte sur des investigations qui ont été menées pour le compte de la société SETRAFOR. Les conclusions et interprétations présentées dans ce rapport sont celles de l'auteur. SETRAFOR peut en tirer des conclusions modifiées, basées sur des sources documentaires supplémentaires et / ou des avis d'experts.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

LOG HYDRO (Oct. 2015) – Diagraphies de production au micromoulinet des forages F1 et F5 et diagraphies gamma-ray des ouvrages F1, F2, F3, F4 et F5 / Sous-bassin de Marchésieux / Communes de Marchésieux, Saint André de Bohon, Saint Sébastien de Raids et Raids (50). Rapport final, 36p.

Ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse de SETRAFOR.

1. Introduction

Ce document rend compte des diagraphies réalisées sur cinq ouvrages situés autour de la commune de Marchésieux dans le département de la Manche (50). Deux types de diagraphies ont été réalisés :

- **Forages F1 et F5 : diagraphies de production** au micromoulinet avec l'enregistrement simultané de la température et de la conductivité en mode statique puis dynamique.
- **Forages F1 à F5 : diagraphies gamma-ray.**

Ces investigations ont été effectuées conformément à la demande de SETRAFOR en lien avec le BRGM.

Toutes les mesures ont été effectuées par F. HERBRETEAU les 5 et 6 octobre 2015 en présence de représentants de l'entreprise SETRAFOR et du BRGM. Les pompages pour les mesures en mode dynamique ont été mis en œuvre par l'entreprise SETRAFOR.

Les données ont été enregistrées en prenant le haut du tube acier comme point de repère.

L'emplacement général des ouvrages est présenté sur la figure 1 :

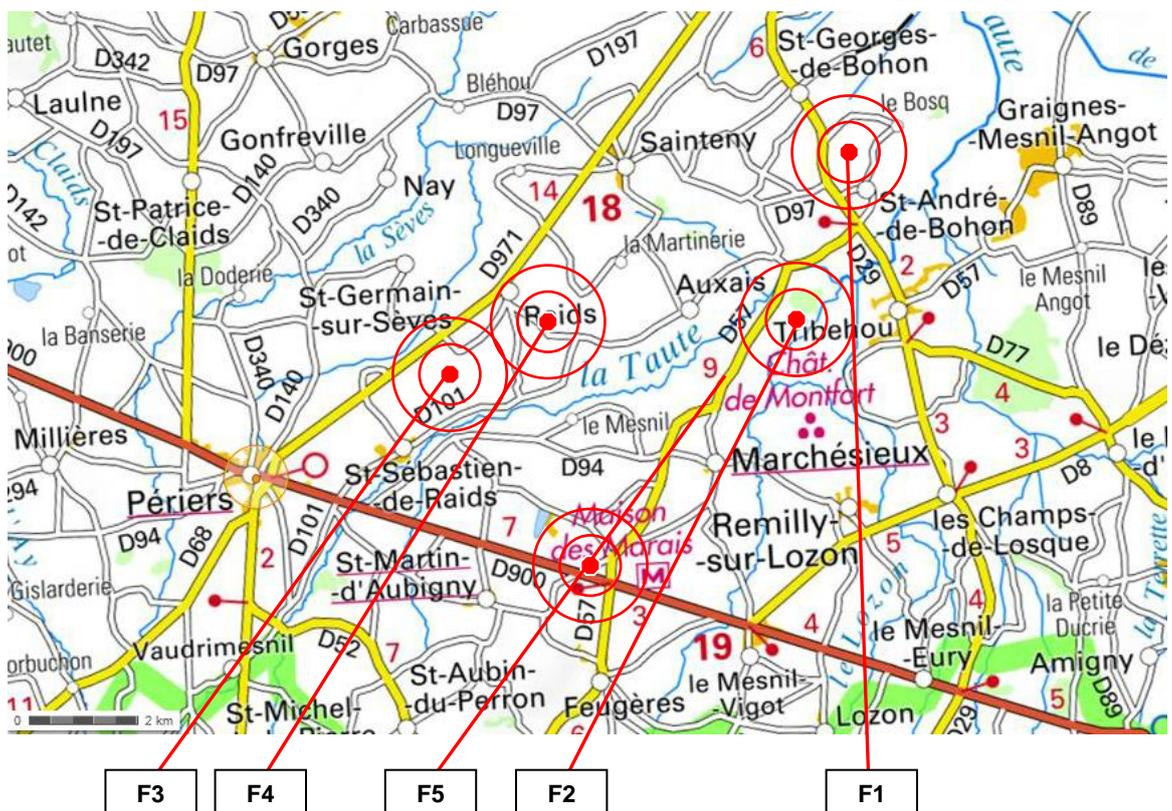


Figure 1 - Carte de localisation générale des ouvrages (Scan 250/IGN)

Le détail de chaque ouvrage (caractéristiques techniques, implantation...) et les mesures réalisées sont présentées ci-après par ouvrage.

2. Forage F1 / Diagraphie de production et gamma-ray

2.1. Caractéristiques de l'ouvrage

Les principales données techniques sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 - Données techniques du forage F1

Paramètres du forage	F1
Coordonnées (Lambert 93) :	
X :	390 034 m
Y :	6 912 826 m
Z : (IGN +/- 2 m)	13 m
N° BSS	01173X0031
Commune :	Saint André de Bohon
Type d'ouvrage :	Forage d'exploitation
Date de réalisation :	2015
Entreprise de forage :	SETRAFOR
Profondeur :	84 m

La coupe technique fournie est la suivante (en m/TN):

- Tubage PVC plein Ø 225 mm de 0 à 20 m
- Tubage PVC crépiné Ø 225 mm de 20 à 76 m
- Tubage PVC plein Ø 225 mm de 76 à 84 m
- Cimentation de l'extrados de 0 à 15 m
- Massif gravillonnaire de 20 à 84 m

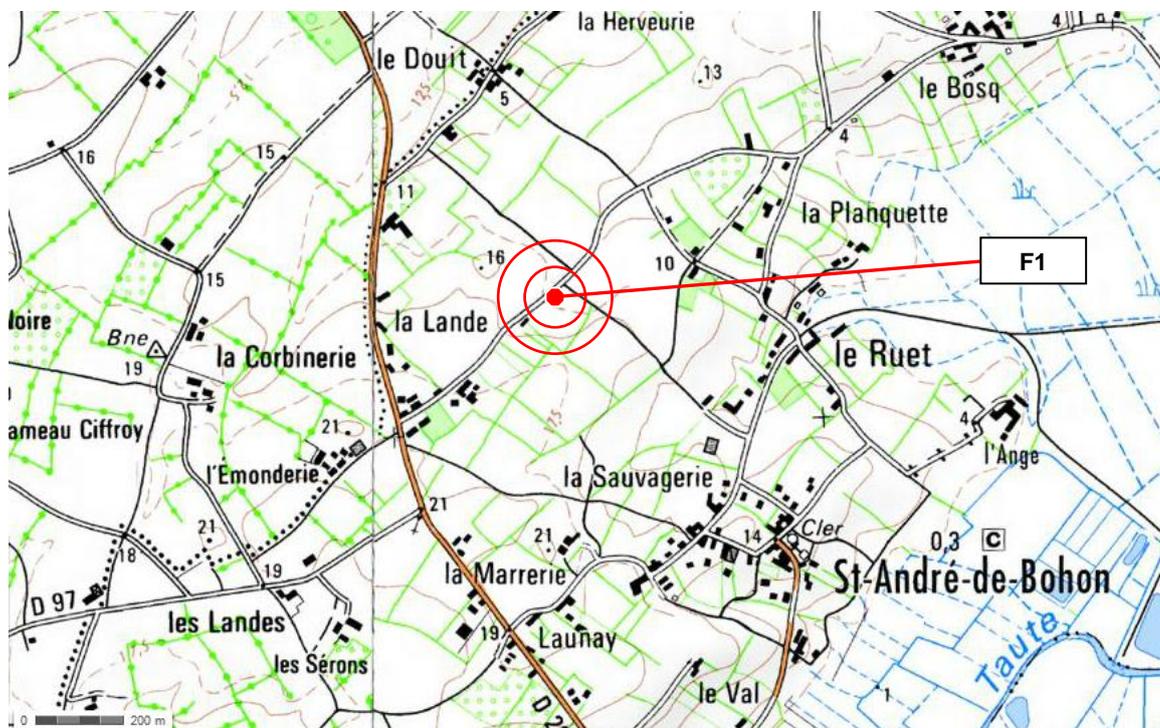


Figure 2 - Carte de localisation du forage F1 (Scan 25/IGN)



Figure 3 - Implantation du forage F1 sur fond orthophotographique (IGN) et cadastral



Figure 4 - Planche photographique du forage F1

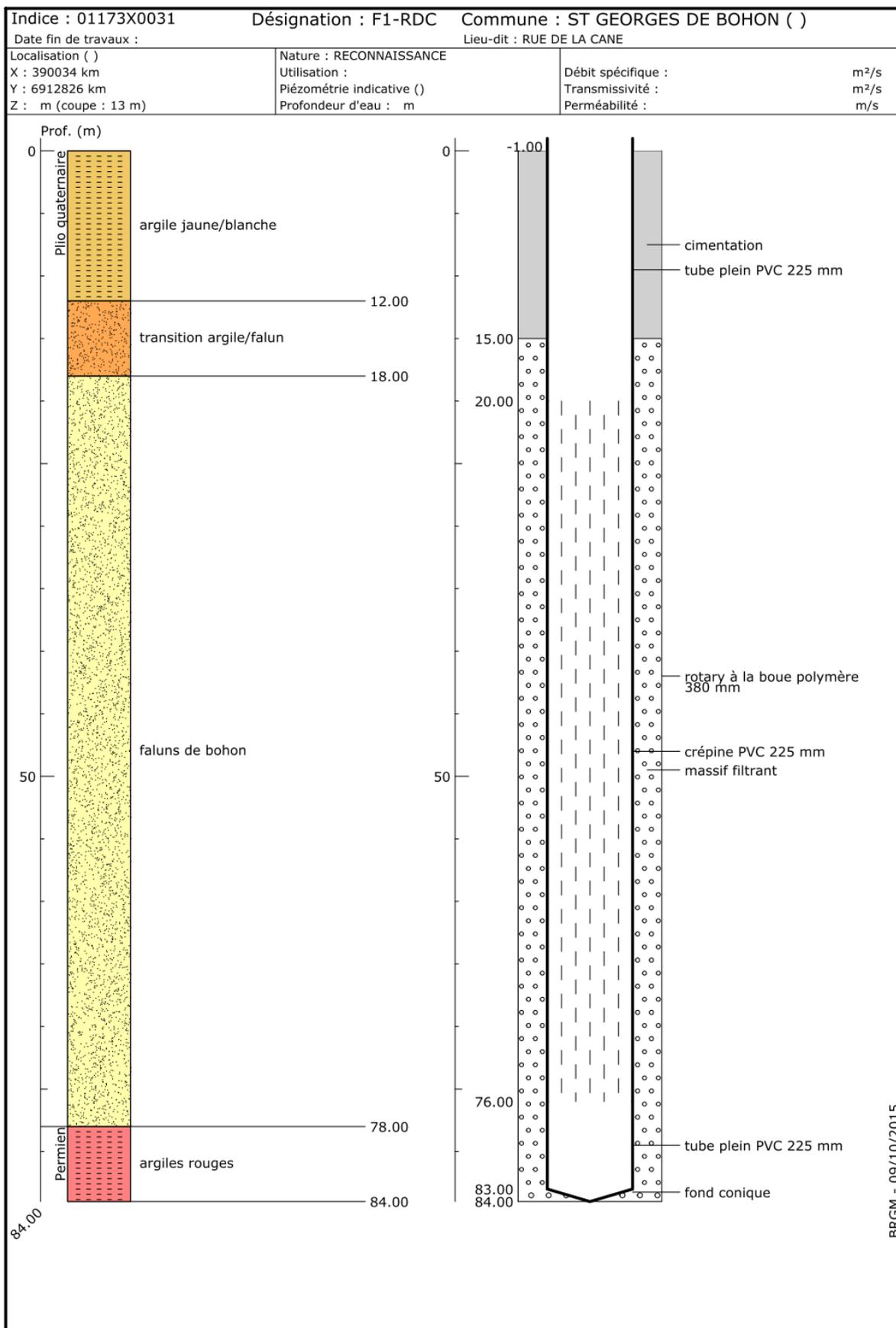


Figure 5 - Coupe technique provisoire de F1 (document BRGM)

2.2. Equipements de diagraphie et mode opératoire

Le matériel utilisé pour les diagraphies a été le suivant :

Tableau 2 - Sondes de diagraphie et paramètres mesurés

Sonde	Dimension	Paramètre
GEOVISTA Flowmetre (micromoulinet)	sonde : Ø 38 mm hélice : Ø 75 mm long : 0,48 m	RPS (Revolution Par Seconde) Sens de rotation Précision 1/40 ^{ème} de tour
GEOVISTA Temperature	Ø 38 mm, long : 0,53 m	Gamme 0 à 80°C Précision ± 0.4°C
GEOVISTA Conductivity	Ø 38 mm, long : 0,70 m	Gamme 50 à 5000 µS/cm Précision ± 1 % Conductivité mesurée à la température in situ
Gamma Ray GEOVISTA	Ø 38 mm, long : 0,55 m	Détecteur gamma naturel : 50 mm X 25 mm (scintilleur NaI)

Le matériel utilisé a été calibré et nettoyé avant d'arriver sur le site.

Les sondes ont été assemblées (stack) de façon à acquérir les données en une seule génératrice pour la **mesure de la température, la conductivité et la vitesse en mode statique et en mode dynamique**. Un centreur en ligne a été mis en place pour ce stack.

Au final, trois séries de mesures ont été enregistrées dans les conditions suivantes :

Tableau 3 - Sondes de diagraphie et paramètres mesurés

Génératrice	Mesures	Régime	Log direction	Tranche de mesures	Sondes (stack / assemblage)	Longueur du stack
1	Temp/Cond /Vitesse	Statique	Descendant	10 à 80.6 m	Rang 1 : GEOVISTA Température Rang 2 : GEOVISTA Conductivité Rang 3 : GEOVISTA Flowmetre	1.3 m
2	Temp/Cond/ Vitesse	Dynamique (Q ≈ 76 m ³ /h)	Descendant	15.9 à 80.45 m	Rang 1 : GEOVISTA Température Rang 2 : GEOVISTA Conductivité Rang 3 : GEOVISTA Flowmetre	1.3 m
3	Gamma Ray	Statique	Descendant	0 à 81.2 m	Rang 1 : GEOVISTA GR	0.55 m

La mesure de la vitesse lors de la première génératrice (régime statique) a permis de préciser les conditions de descente du train de sondes dans le trou et notamment les perturbations liées aux frottements sur les parois. Aucune perturbation particulière n'a été détectée ; la sonde descendant régulièrement dans le tube.

En mode dynamique (avec pompage), le flux ascendant pour les mesures de vitesse en a été obtenu au moyen d'une pompe en 6 pouces immergée vers 14 m de profondeur par rapport au haut du tube acier. Le débit du pompage était d'environ 76 m³/h.

Avec un niveau statique à 10.31 m/repère, le niveau piézométrique dynamique en fin de mesure était proche de 10.46 m/repère (rabattement de 0.15 m seulement) :

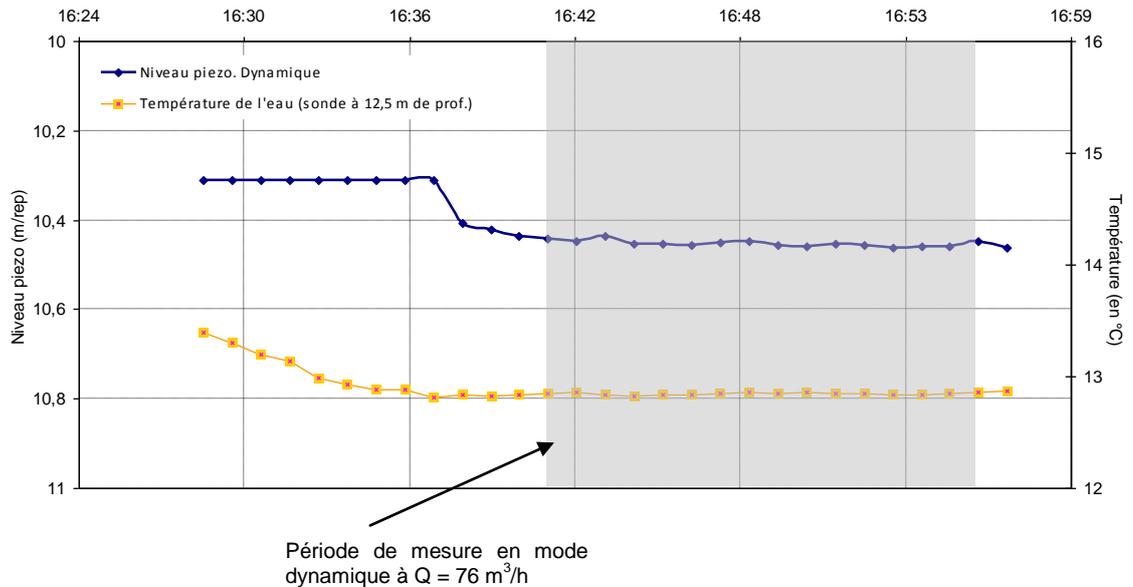


Figure 6 - Forage F1 / Niveau piézométrique dynamique pendant les mesures au micromoulinet

Les enregistrements des RPS (Révolution Par Seconde) de l'hélice, de la température, de la conductivité et du gamma-ray se sont déroulés dans des conditions normales sans non-conformités apparentes.

3.1 Résultats des diagraphies

Pour rappel, la mesure de la radioactivité naturelle ou « Gamma Ray » est un log nucléaire. Il apporte des informations lithologiques en mettant en évidence les charbons, les évaporites et surtout **les niveaux d'argiles** qui constituent souvent les limites des réservoirs dans le sous-sol. La mesure de la radioactivité naturelle repose sur un compteur à scintillation dont le cristal scintillant émet un photon lumineux lorsqu'il est atteint par un rayon gamma. Cette photo émission est transformée par un photomultiplicateur en une impulsion électrique amplifiée pour devenir mesurable. L'intensité de chaque émission lumineuse est proportionnelle à l'énergie des photons gammas qui l'ont produite. La sonde Gamma Ray GEOVISTA mesure ces intensités en unité relative, soit des coups par secondes (CPS). **Elle peut être utilisée dans les forages tubés, en présence de boues résistantes et dans les forages remplis d'air.**

Les données brutes acquises et leur interprétation sont reportées sur les figures 7 et 8.

Les données acquises appellent les commentaires suivants :

- **les mesures au gamma-ray** sont assez conformes à la coupe géologique relevée avec des terrains en surface (0 à 20 m) assez argileux (CPS ou Coups Par Seconde entre 30 et 40), un niveau intermédiaire (faluns) assez homogène (CPS entre 10 et 30) traduisant la présence la présence d'argile, et à la base, des niveaux plus argileux de 65 à 80 m. Trois niveaux présentent une radioactivité plus faible : entre 12 et 15 m, entre 61 et 64 m et entre 74 et 75m.
- **en mode statique**, la **température** baisse très fortement sur la tranche superficielle qui reste sous l'influence de l'atmosphère. A la base de la cimentation (15 m), la température chute brusquement pour atteindre ensuite progressivement la température de l'eau au droit des premières crépines. De 22 à 50 m, la

température est assez stable avant une augmentation plus régulière entre 50 et 80 m. La température varie au final dans la portion crépinée entre 12 et 12.75°C.

En **mode dynamique**, chaque **variation de température correspond à une arrivée d'eau** de température différente ; la faible et régulière augmentation de l'eau avec la profondeur étant liée au gradient géothermique naturel. Dans le cas présent, les variations de température sur le profil en pompage sont de l'ordre de 0.7°C. Le **premier infléchissement** est rencontré vers **35 m/repère** où la température commence à augmenter régulièrement jusqu'à **45 m**, puis **un deuxième entre 55 et 63 m** avant une **augmentation plus notable entre 63 et 66 m**. En dessous de 66 m, l'augmentation de la température est plus faible..

- **en mode statique**, la **conductivité** présente une gamme de valeur comprise entre 550 et 700 $\mu\text{S/cm}$ avec des valeurs plus faibles dans le tubage plein (zone morte sans circulation). La conductivité augmente à l'approche des premières crépines pour ensuite augmenter très faiblement jusqu' à la base de l'ouvrage.

Comme pour la température, la mesure de la conductivité **en mode dynamique** peut mettre en évidence des arrivées d'eau aux caractéristiques différentes. La gamme de conductivité mesurée est plus réduite avec des valeurs comprises entre 625 et 700 $\mu\text{S/cm}$. La conductivité diminue doucement entre 15 et 33 m avant d'augmenter sensiblement entre 33 et 42 m. La conductivité varie ensuite à partir de 55 m pour diminuer jusqu'à 75 m. A partir de 75 m, la conductivité augmente à nouveau pour retrouver la valeur mesurée en régime statique. **Ainsi, deux zones de contribution peuvent être mises en évidence : entre 33 et 42m et entre 55 et 75 m.**

- La répartition des RPS du micromoulinet (Revolution Par Seconde), met en évidence plusieurs zones productives :
 - **entre 21 et 25 m** : légère baisse des RPS qui correspond à **débit cumulé de 5 %**. Les arrivées d'eau sur cette tranche étant peu visibles à partir des mesures de température et de conductivité, la baisse pourrait être liée au passage de la portion pleine à la portion crépinée (augmentation du diamètre de circulation entraînant une baisse de la vitesse de rotation de l'hélice).
 - **entre 33 et 48 m** : **portion contributive représentant 57 % du débit.**
 - **entre 55 et 75 m dernière portion contributive représentant 38 % du débit** ; la base de cette portion étant moins productive. En deçà, la vitesse de rotation de l'hélice correspond à la vitesse de descente de l'outil : le débit est nul.

Ouvrage		Mesures (log)		LogHydro .fr Kervenal, 22 170 BRINGOLO Tél/Fax : 02 96 92 34 64 contact@log-hydro.fr www.log-hydro.fr
Pays / Dep. : France / Manche Commune : Saint George de Bohon Site : Rue de la Cane Désignation : F1 Profondeur : 84 m Coord. X L93 : 390 034 m Coord. X L93 : 6 912 826 m Altitude Z : +13 m	Date : 05/10/2015 Opérateur : F. HERBRETEAU Repère : Tube acier 323 mm (+0.5 m/dalle) Niveau piezo : 10.31 m/repère Log : GR et Flow/temp/cond Sonde : NGRS et FLOW/TCIS Vitesse acquisition : 3 m/min Nom du fichier : Flow-temp-cond-GR-F1			

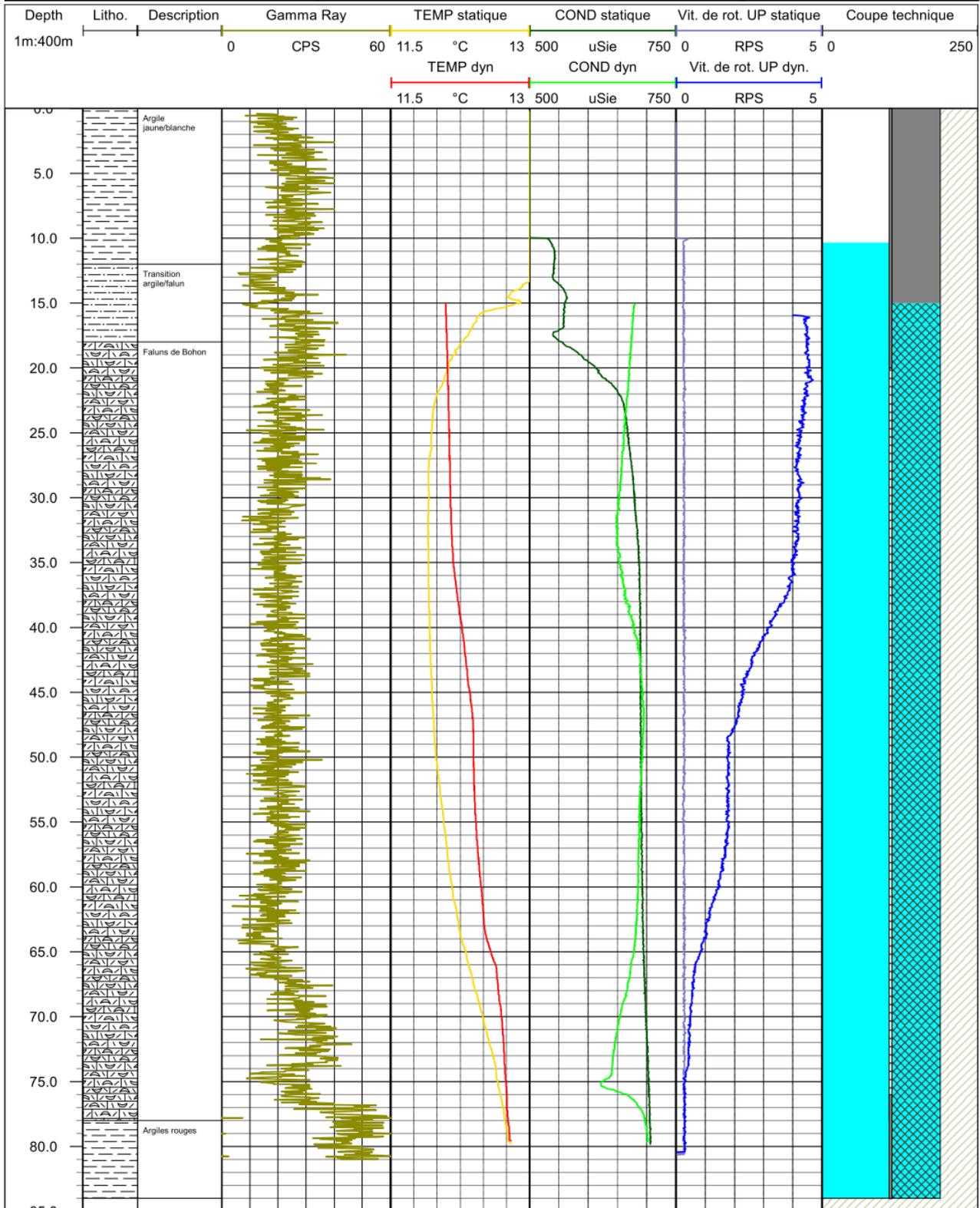


Figure 7 - Forage F1 / Diagraphie Gamma-Ray et micromoulinet / température et conductivité en mode statique et dynamique ($q = 76 \text{ m}^3/\text{h}$) / Données brutes

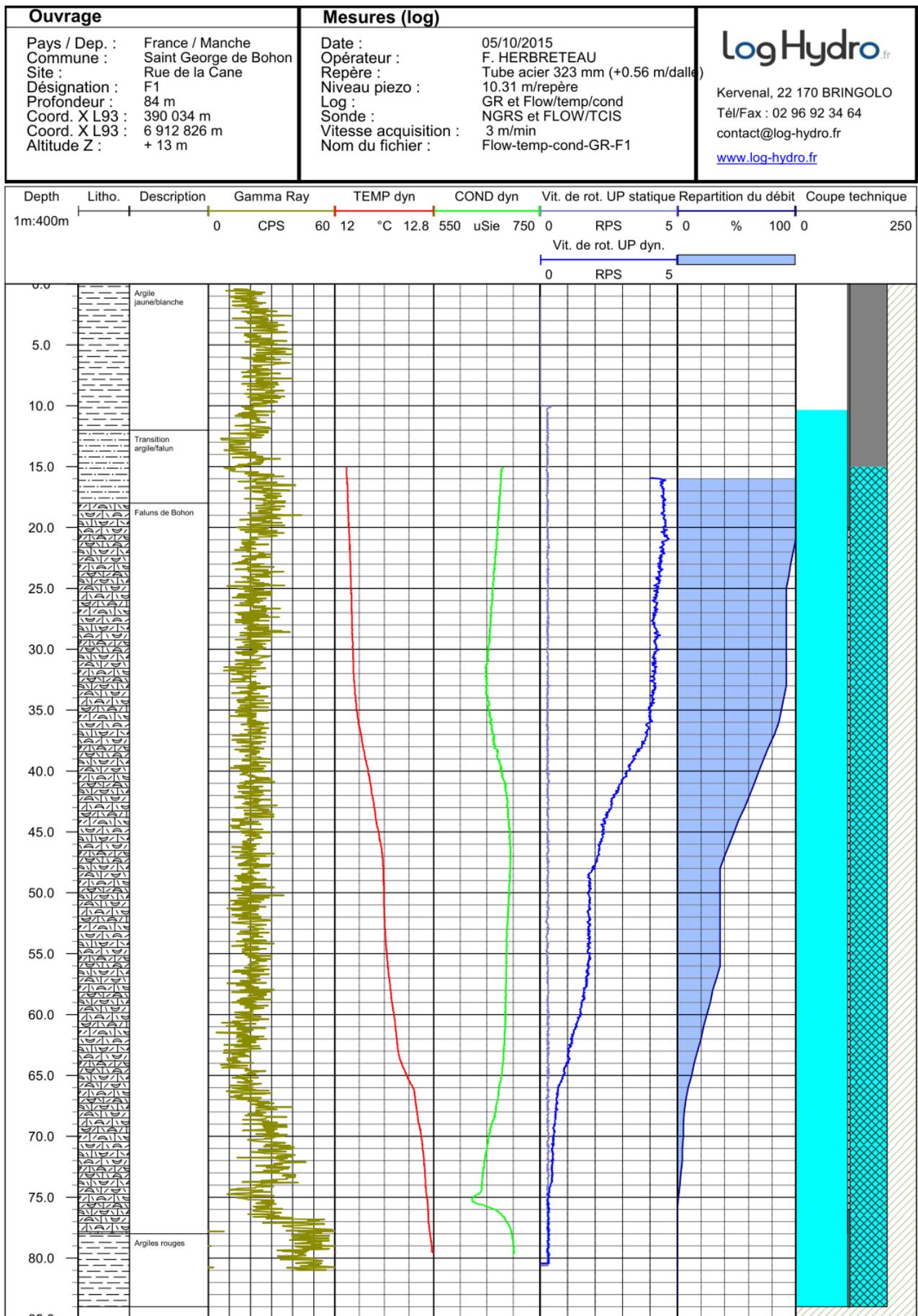


Figure 8 - Forage F1 / Diagraphie Gamma-Ray et interprétation des mesures au micromoulinet / température et conductivité en mode dynamique ($q = 76 \text{ m}^3/\text{h}$)

3. Forage F5 / Diagraphie de production et gamma-ray

3.1. Caractéristiques de l'ouvrage

Les principales données techniques sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 - Données techniques du forage F5

Paramètres du forage	F5
Coordonnées (Lambert 93) :	
X :	384 894 m
Y :	6 905 214 m
Z : (IGN +/- 2 m)	20 m
N° BSS	01176X0093
Commune :	Marchésieux
Type d'ouvrage :	Forage
Date de réalisation :	2015
Entreprise de forage :	SETRAFOR
Profondeur :	134 m

La coupe technique fournie est la suivante (en m/TN):

- Tubage PVC plein Ø 125 mm de 0 à 34 m
- Tubage PVC crépiné Ø 125 mm de 34 à 124 m
- Cimentation de l'extrados de 0 à 30 m
- Massif gravillonnaire de 30 à 124 m



Figure 9 - Carte de localisation du forage F5 (Scan 25/IGN)

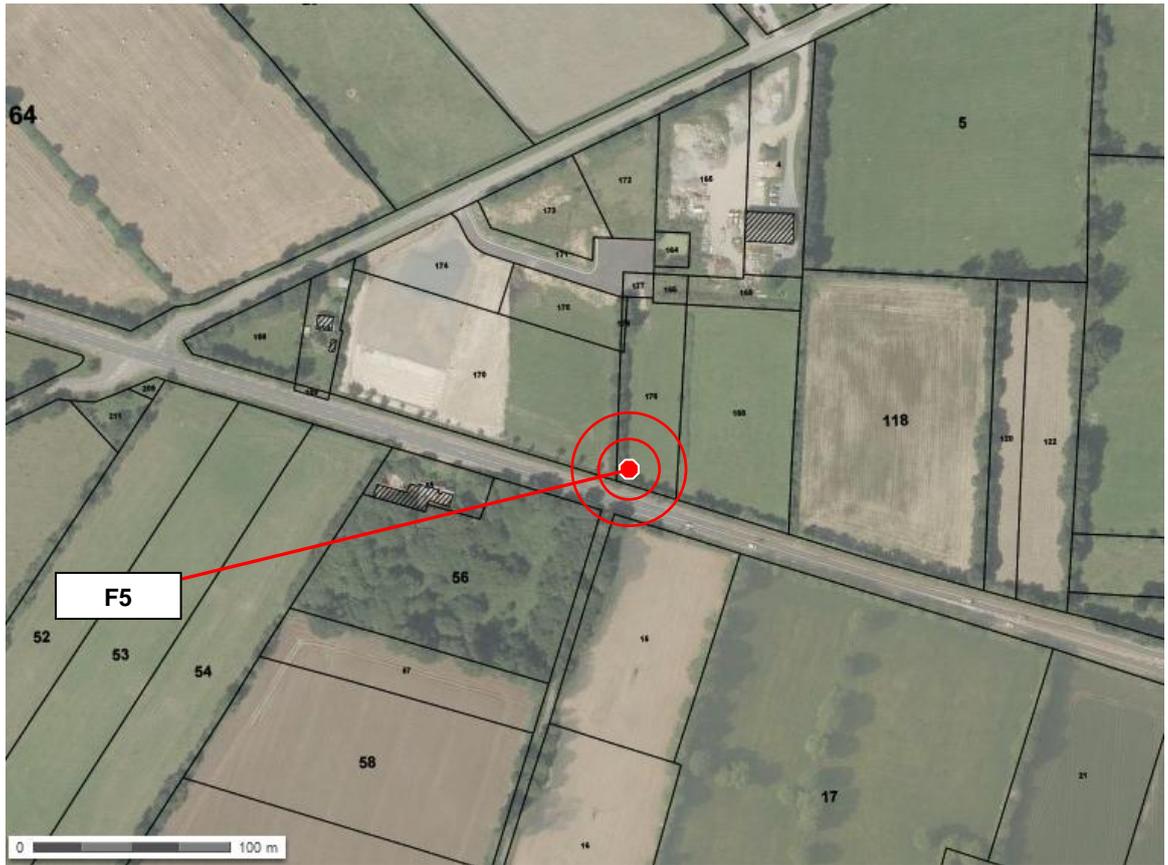


Figure 10 - Implantation du forage F5 sur fond orthophotographique (IGN) et cadastral



Figure 11 - Planche photographique du forage F5

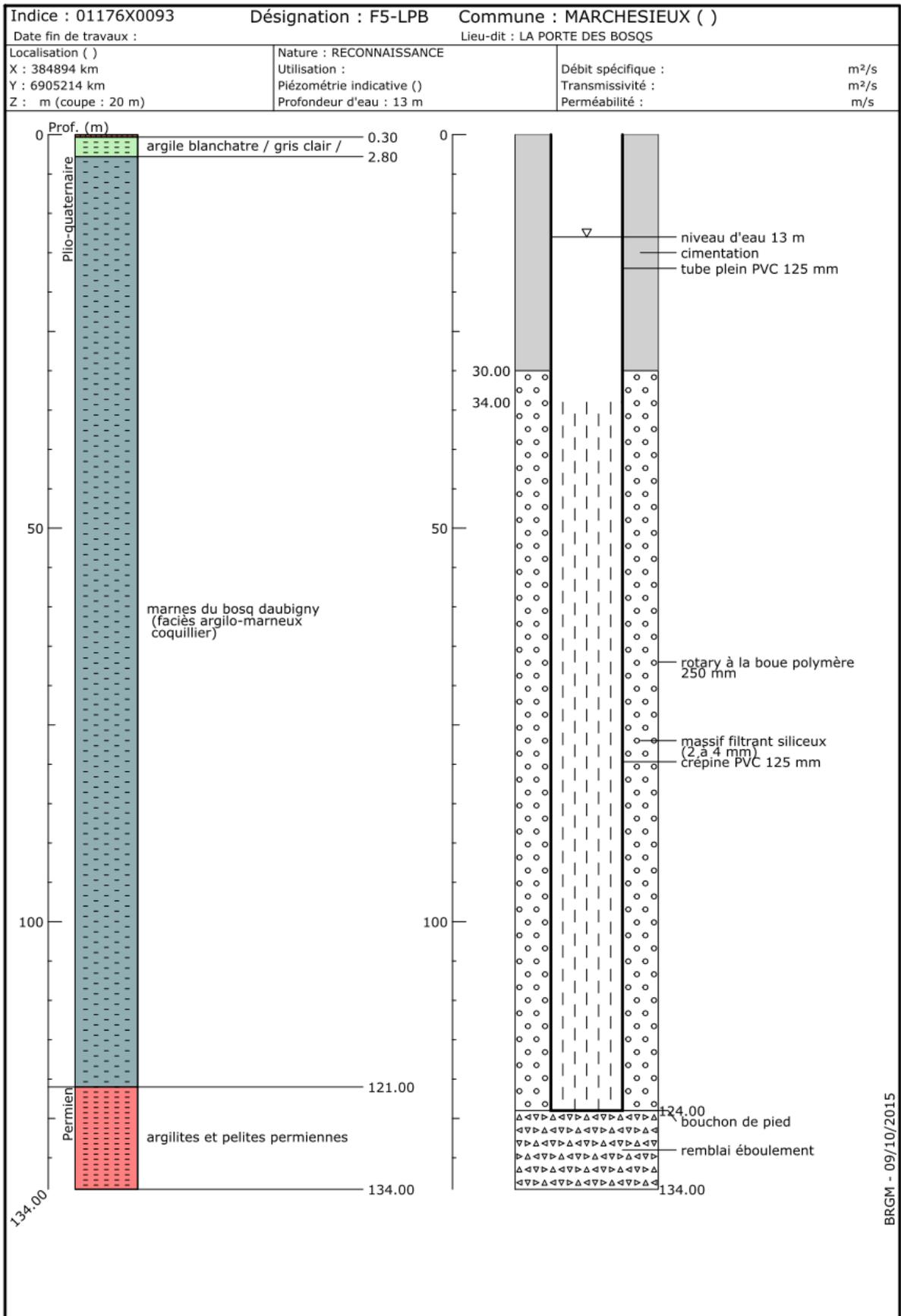


Figure 12 - Coupe technique provisoire de F5 (document BRGM)

3.2. Equipements de diagraphie et mode opératoire

Le matériel utilisé pour les diagraphies a été le suivant :

Tableau 5 - Sondes de diagraphie et paramètres mesurés

Sonde	Dimension	Paramètre
GEOVISTA Flowmetre (micromoulinet)	sonde : Ø 38 mm hélice : Ø 75 mm long : 0,48 m	RPS (Revolution Par Seconde) Sens de rotation Précision 1/40 ^{ème} de tour
GEOVISTA Temperature	Ø 38 mm, long : 0,53 m	Gamme 0 à 80°C Précision ± 0.4°C
GEOVISTA Conductivity	Ø 38 mm, long : 0,70 m	Gamme 50 à 5000 µS/cm Précision ± 1 % Conductivité mesurée à la température in situ
Gamma Ray GEOVISTA	Ø 38 mm, long : 0,55 m	Détecteur gamma naturel : 50 mm X 25 mm (scintilleur NaI)

Le matériel utilisé a été calibré et nettoyé avant d'arriver sur le site.

Les sondes ont été assemblées (stack) de façon à acquérir les données en une seule génératrice pour la **mesure de la température, la conductivité et la vitesse en mode statique et en mode dynamique.**

Au final, trois séries de mesures ont été enregistrées dans les conditions suivantes :

Tableau 6 - Sondes de diagraphie et paramètres mesurés

Génératrice	Mesures	Régime	Log direction	Tranche de mesures	Sondes (stack / assemblage)	Longueur du stack
1	Temp/Cond/Vitesse	Statique	Descendant	0 à 119.35 m	Rang 1 : GEOVISTA Température Rang 2 : GEOVISTA Conductivité Rang 3 : GEOVISTA Flowmetre	1.3 m
2	Temp/Cond/Vitesse	Dynamique (Q ≈ 76 m ³ /h)	Descendant	24.45 à 119.25 m	Rang 1 : GEOVISTA Température Rang 2 : GEOVISTA Conductivité Rang 3 : GEOVISTA Flowmetre	1.3 m
3	Gamma Ray	Statique	Descendant	0 à 118.35 m	Rang 1 : GEOVISTA GR	0.55 m

La mesure de la vitesse lors de la première génératrice (régime statique) a permis de préciser les conditions de descente du train de sondes dans le trou et notamment les perturbations liées aux frottements sur les parois. Des valeurs de rotation plus faibles ont été mesurées entre 100 et 112 m et qui peuvent être dues à la présence de particules fines venues se déposer sur l'hélice. En deçà, les RPS ont retrouvé des valeurs conformes à la vitesse de descente de l'outil dans le trou.

En mode dynamique (avec pompage), le flux ascendant pour les mesures de vitesse en a été obtenu au moyen d'une pompe en 3 pouces immergée vers 20 m de profondeur par rapport au haut du tube acier. Le débit du pompage était d'environ 5 m³/h.

Avec un niveau statique à 12.92 m/repère, le niveau piézométrique dynamique en fin de mesure était de 16.84 m/repère (rabattement de 3.92 m) :

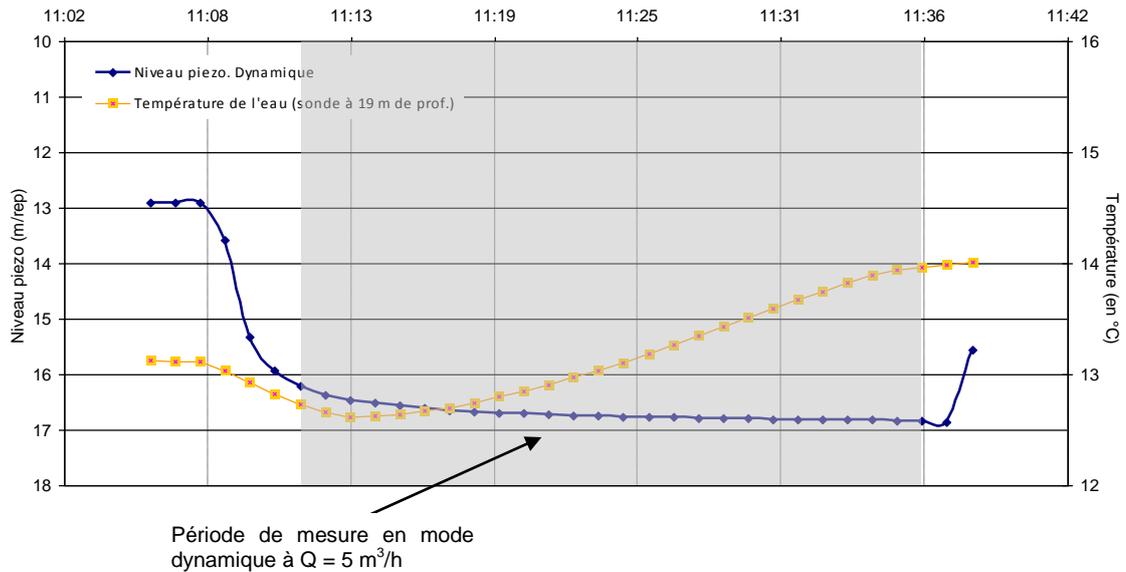


Figure 13 - Forage F5 / Niveau piézométrique dynamique pendant les mesures au micromoulinet

Les enregistrements des RPS (Révolution Par Seconde) de l'hélice, de la température, de la conductivité et du gamma-ray se sont déroulés dans des conditions normales sans non-conformités apparentes.

3.2 Résultats des diagraphies

Les données brutes acquises et leur interprétation sont reportées sur les figures 14 et 15.

Les données acquises appellent les commentaires suivants :

- **les mesures au gamma-ray** sont conformes à la coupe géologique relevée (argiles et marnes) avec des CPS supérieurs la plupart du temps à 30 CPS. Une zone s'individualise à la base de l'ouvrage entre 110 et 113 m et entre 115 et 118 m avec des valeurs plus faibles (≈ 20 CPS).
- **en mode statique**, la température varie entre 13.3 en surface à 14.3 à la base. Elle baisse très fortement sur la tranche superficielle qui reste sous l'influence de l'atmosphère. Sous les premières crépines (34 m), la température augmente lentement jusqu'à la base de l'ouvrage.

En **mode dynamique**, les variations de température sur le profil en pompage sont de l'ordre de 1.7°C . **Entre 25 et 63 m, la température augmente régulièrement ($+1.5^\circ\text{C}$) ce qui semble correspondre à une portion contributive.** Entre 65 et 110 m, la température est très stable (circulation rapide). A la base de l'ouvrage, la température augmente très légèrement pour atteindre la température relevée en mode statique.

- **en mode statique**, la **conductivité** présente une gamme de valeur très large avec presque $4\,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ en surface. Cette très forte conductivité diminue progressivement jusqu'à 40 m pour atteindre encore $1700 \mu\text{S}/\text{cm}$. Entre 40 et 45 m, la conductivité diminue ensuite brutalement pour atteindre des valeurs plus conforme à une nappe d'eau douce ($\approx 700 \mu\text{S}/\text{cm}$).

En mode dynamique, la gamme de valeur de conductivité diminue pour se situer entre 350 et 600 S/cm. Deux infléchissements apparaissent très nettement : entre 60 et 65 avec une baisse de la conductivité de 600 à 400 μ S/cm, puis à 110 m où la conductivité augmente brutalement pour rejoindre celle mesurée en mode statique. **Ainsi, deux zones de contribution peuvent être mises en évidence : entre 60 et 65 m et entre 110 et 115 m.**

- La répartition des RPS du micromoulinet (Revolution Par Seconde), met en évidence plusieurs zones productives :
 - **entre 60 et 65 m** : très légère baisse des RPS qui correspond à **débit cumulé de 3 %**. Les arrivées d'eau sur cette tranche sont surtout visibles à partir de la conductivité. La portion contributive mise en évidence à partir de la température entre 25 et 63 m n'apparaît pas au micromoulinet.
 - **entre 107 et 112 m** : **portion très contributive représentant 87 % du débit.**
 - **entre 115 et 119 m dernière portion contributive représentant 10 % du débit.** En deçà, la vitesse de rotation de l'hélice correspond à la vitesse de descente de l'outil : le débit est nul.

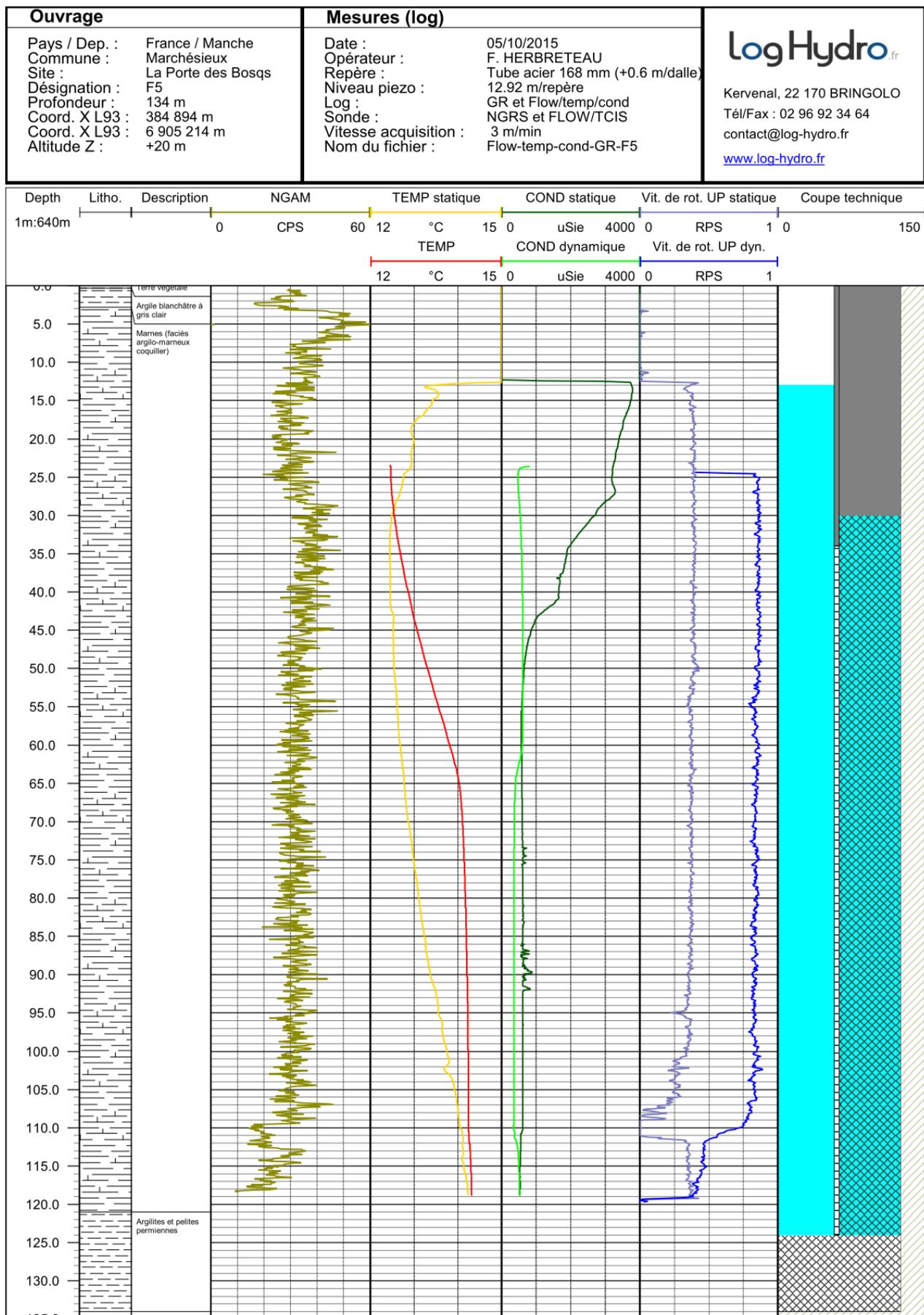


Figure 14 - Forage F5 / Diagraphie Gamma-Ray et micromoulinet / température et conductivité en mode statique et dynamique ($q = 5 \text{ m}^3/\text{h}$) / Données brutes

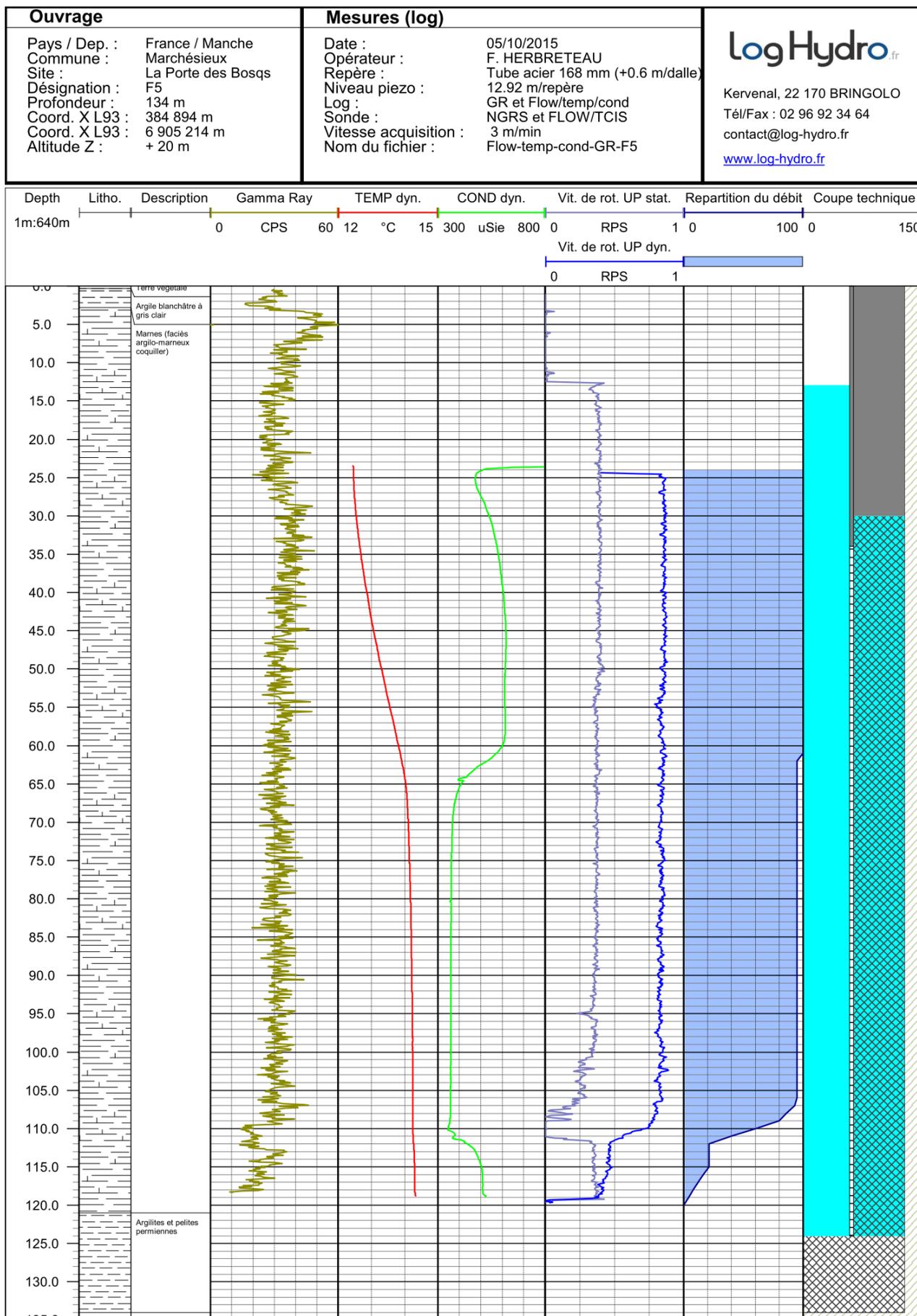


Figure 15 - Forage F5 / Diagraphie Gamma-Ray et interprétation des mesures au micromoulinet / température et conductivité en mode dynamique ($q = 5 \text{ m}^3/\text{h}$)

4. Forage F2 / Diagraphie gamma-ray

4.1. Caractéristiques de l'ouvrage

Les principales données techniques sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7 - Données techniques du forage F2

Paramètres du forage	F2
Coordonnées (Lambert 93) :	
X :	388 965 m
Y :	6 909 705 m
Z : (IGN +/- 2 m)	1 à 2 m
N° BSS	01176X0091
Commune :	Marchésieux
Type d'ouvrage :	Forage
Date de réalisation :	2015
Entreprise de forage :	BRGM
Profondeur :	23 m

La coupe technique fournie est la suivante (en m/TN):

- Tubage PVC plein Ø 60 mm de 0 à 19.18 m
- Tubage PVC crépiné Ø 60 mm de 19.18 à 19.92 m
- Cimentation de l'extrados de 5 à 6.9 m
- Massif gravillonnaire de 6.9 à 19.92 m

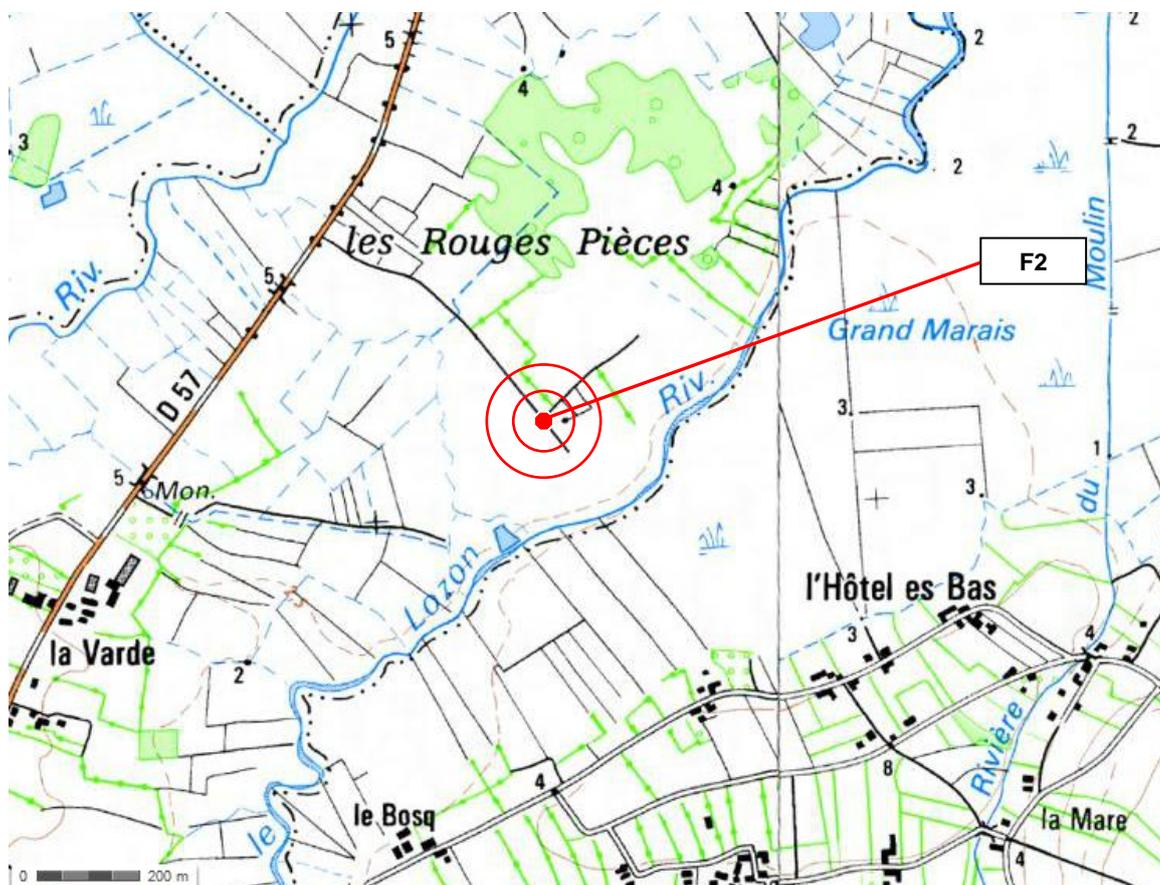


Figure 16 - Carte de localisation du forage F2 (Scan 25/IGN)



Figure 17 - Implantation du forage F2 sur fond orthophotographique (IGN) et cadastral



Figure 18 - Planche photographique du forage F2

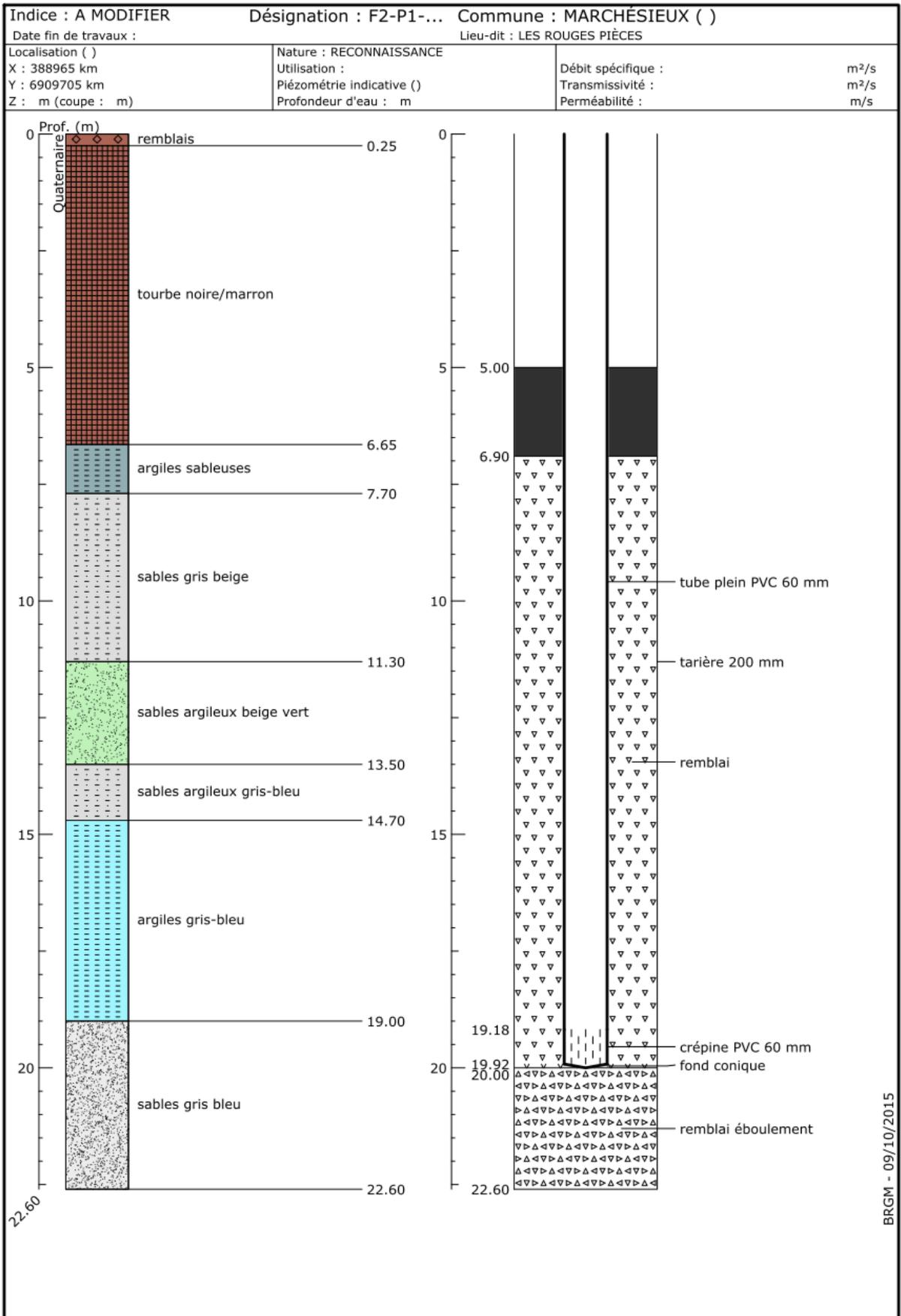


Figure 19 - Coupe technique provisoire de F2 (document BRGM)

4.2. Equipements de diagraphie et mode opératoire

Le matériel utilisé pour les diagraphies a été le suivant :

Tableau 8 - Sondes de diagraphie et paramètres mesurés

Sonde	Dimension	Paramètre
Gamma Ray GEOVISTA	Ø 38 mm, long : 0,55 m	Détecteur gamma naturel : 50 mm X 25 mm (scintilleur NaI)

Une seule série de mesure a été nécessaire :

Tableau 9 - Sondes de diagraphie et paramètres mesurés

Génératrice	Mesures	Régime	Log direction	Tranche de mesures	Sondes (stack / assemblage)	Longueur du stack
1	Gamma Ray	Statique	Descendant	0 à 19.25 m	Rang 1 : GEOVISTA GR	0.55 m

Le niveau statique était de 1.06 m /tube acier (tube acier à +0.53 m/dalle). Le fond de l'ouvrage a été mesuré à 19.25 m/tube acier.

Les enregistrements du gamma-ray se sont déroulés dans des conditions normales sans non-conformités apparentes.

3.3 Résultats des diagraphies

Les données brutes acquises sont reportées sur la figure 20.

Les mesures au gamma-ray sont globalement conformes à la coupe géologique relevée avec un niveau tourbeux très pauvre en argile. L'horizon désigné en « sables gris beige » entre 7.7 et 11.3 m présente des CPS aussi forts que les horizons argileux de la coupe. Au final, six portions se dégagent :

- entre 0 et 1 m : CPS ≈ 25 à 35
- 1 à 5 m : CPS < 10
- 5 à 6.5 m : CPS ≈ 15
- 6.5 à 12.5 m : CPS ≈ 20 à 30
- 12.5 à 15 m: CPS entre 15 et 20
- 15 à 18.5 m: CPS entre 20 et 30

5. Forage F3 / Diagraphie gamma-ray

5.1. Caractéristiques de l'ouvrage

Les principales données techniques sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10 - Données techniques du forage F3

Paramètres du forage	F3
Coordonnées (Lambert 93) :	
X :	382 597 m
Y :	6 909 050 m
Z : (IGN +/- 2 m)	17 m
N° BSS	01175X0113
Commune :	Saint Sébastien de Raids
Type d'ouvrage :	Forage
Date de réalisation :	2015
Entreprise de forage :	BRGM
Profondeur :	49 m

La coupe technique fournie est la suivante (en m/TN):

- Tubage PVC plein Ø 80 mm de 0 à 20 m
- Tubage PVC crépiné Ø 80 mm de 20 à 30 m
- Cimentation de l'extrados de 0 à 20 m
- Massif gravillonnaire de 20 à 30 m

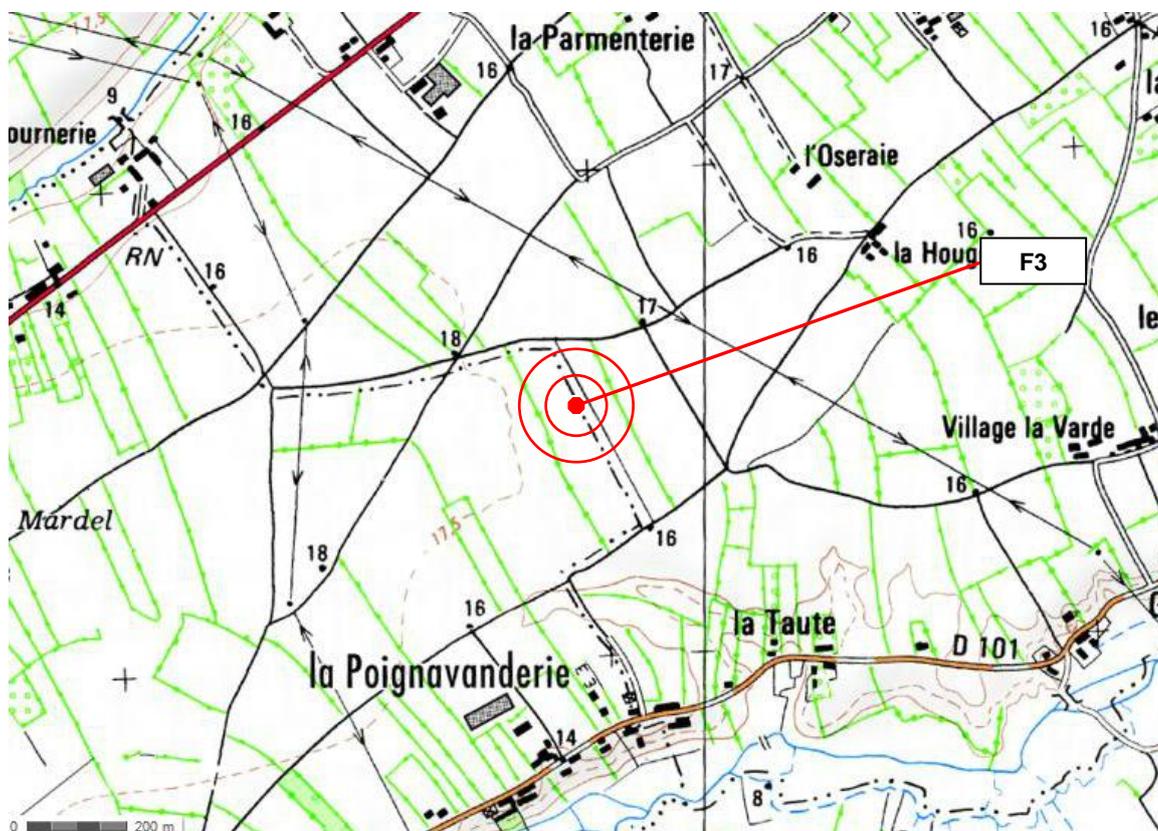


Figure 21 - Carte de localisation du forage F3 (Scan 25/IGN)

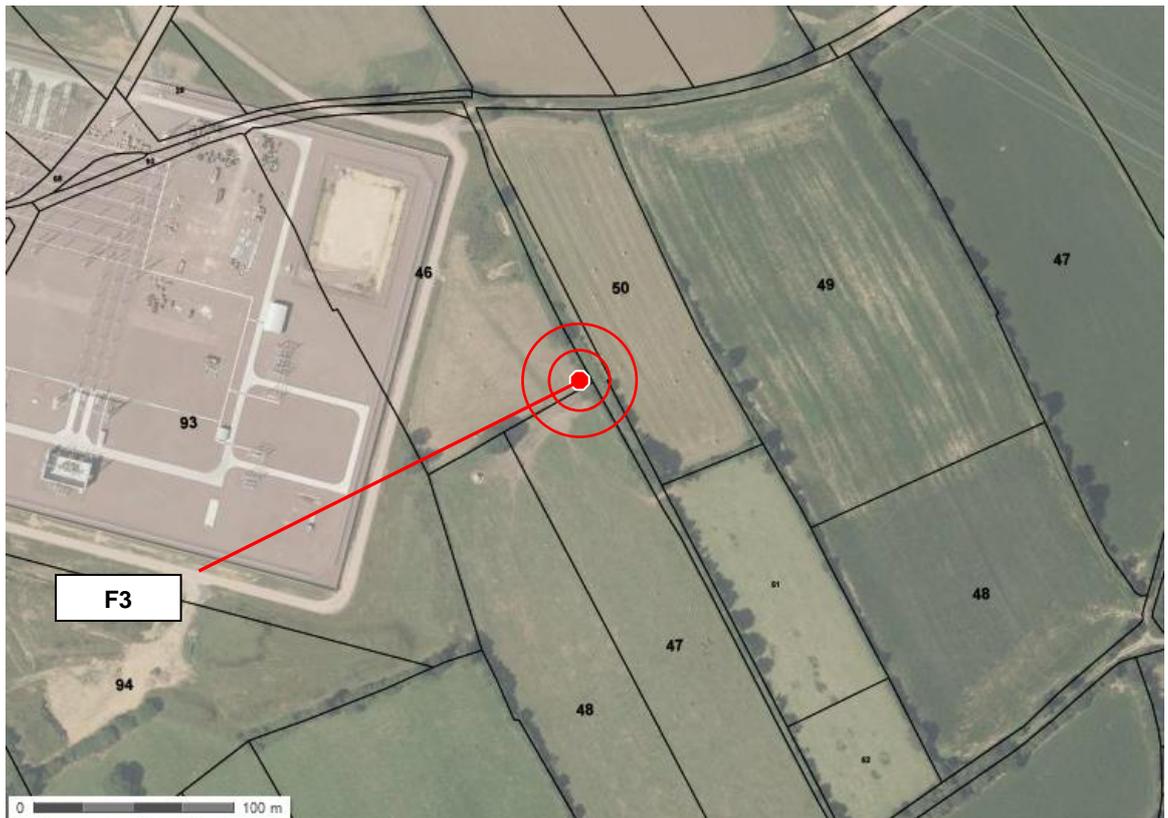


Figure 22 - Implantation du forage F3 sur fond orthophotographique (IGN) et cadastral



Figure 23 - Planche photographique du forage F3

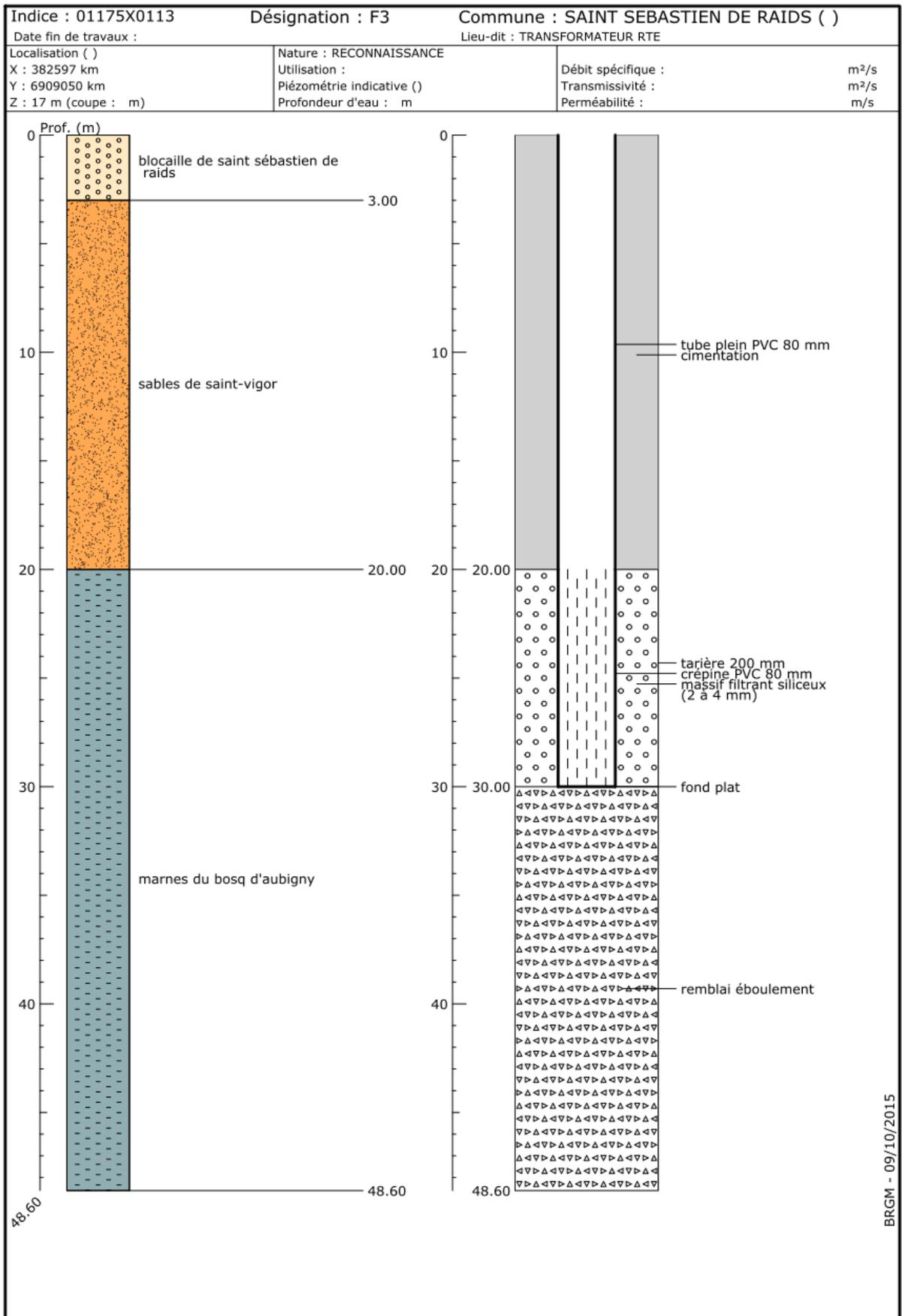


Figure 24 - Coupe technique provisoire de F3 (document BRGM)

5.2. Equipements de diagraphie et mode opératoire

Le matériel utilisé pour les diagraphies a été le suivant :

Tableau 11 - Sondes de diagraphie et paramètres mesurés

Sonde	Dimension	Paramètre
Gamma Ray GEOVISTA	Ø 38 mm, long : 0,55 m	Détecteur gamma naturel : 50 mm X 25 mm (scintilleur NaI)

Une seule série de mesure a été nécessaire :

Tableau 12 - Sondes de diagraphie et paramètres mesurés

Génératrice	Mesures	Régime	Log direction	Tranche de mesures	Sondes (stack / assemblage)	Longueur du stack
1	Gamma Ray	Statique	Descendant	0 à 19.25 m	Rang 1 : GEOVISTA GR	0.55 m

Le niveau statique était de 7.11 m /tube acier (tube acier à +0.67 m/dalle). Le fond de l'ouvrage a été mesuré à 30.1 m/tube acier.

Les enregistrements du gamma-ray se sont déroulés dans des conditions normales sans non-conformités apparentes.

3.4 Résultats des diagraphies

Les données brutes acquises sont reportées sur la figure 25.

Les valeurs de CPS sont assez élevées et conformes à la coupe géologique fournie. Deux niveaux dans l'horizon sableux présentent des CPS faibles : entre 6 et 8 m et entre 11 et 13 m. Hormis ces deux portions, les CPS de l'horizon sableux restent élevés et traduisent la présence d'argiles.

Ouvrage		Mesures (log)		 Kervenal, 22 170 BRINGOLO Tél/Fax : 02 96 92 34 64 contact@log-hydro.fr www.log-hydro.fr
Pays / Dep. : France / Manche Commune : Saint Sebastien de Rais Site : RTE Désignation : F3 Profondeur : 49 m Coord. X L93 : 382 597 m Coord. X L93 : 6 909 050 m Altitude Z : +17 m	Date : 05/10/2015 Opérateur : F. HERBRETEAU Repère : Tube acier 175 mm (+0.7 m/dalle) Niveau piezo : 7.11 m/repère Log : GR Sonde : NGRS Vitesse acquisition : 3 m/min Nom du fichier : GR-F3			

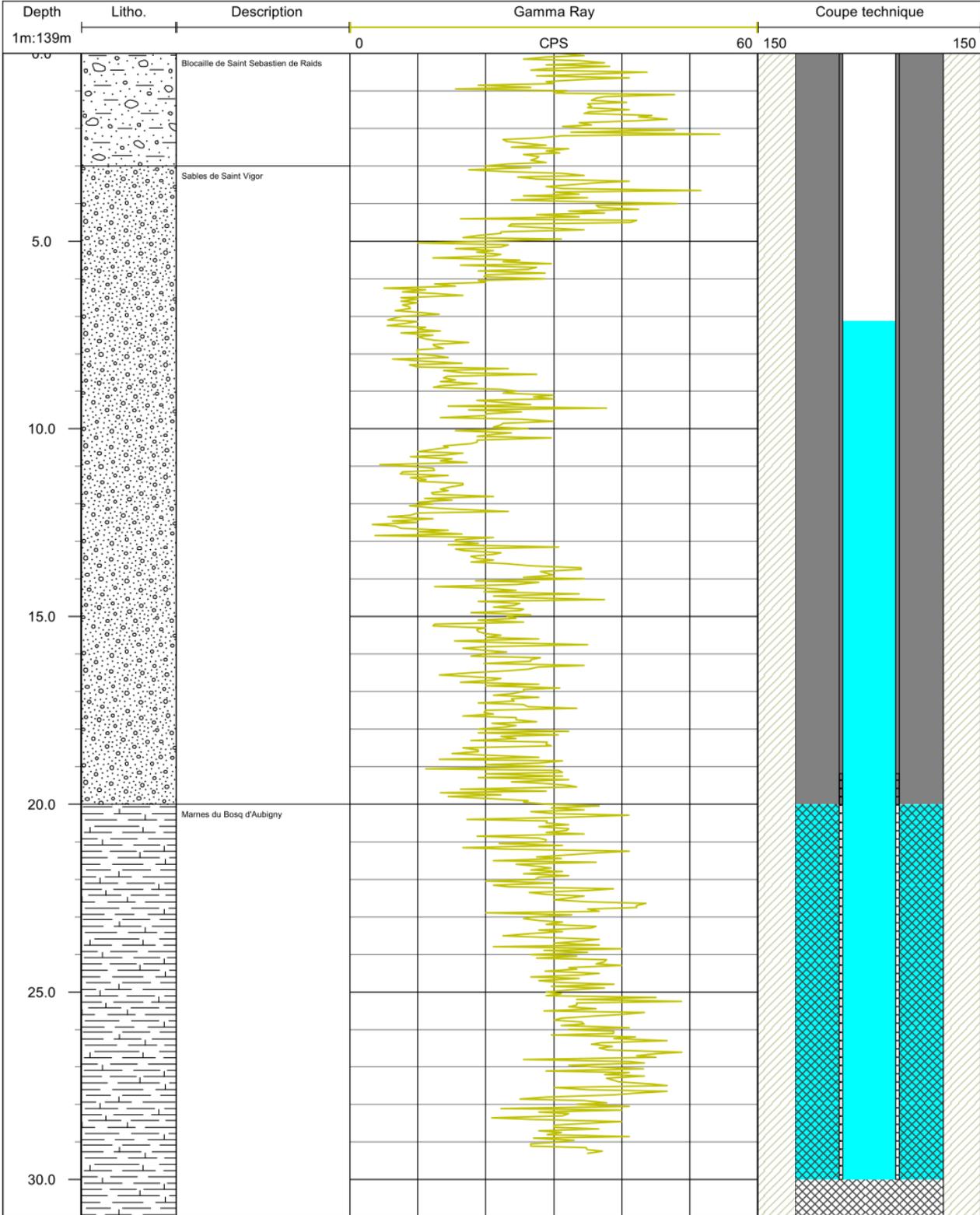


Figure 25 - Forage F3 / Diagraphie Gamma-Ray

6. Forage F43 / Diagraphie gamma-ray

6.1. Caractéristiques de l'ouvrage

Les principales données techniques sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13 - Données techniques du forage F4

Paramètres du forage	F4
Coordonnées (Lambert 93) :	
X :	384 177 m
Y :	6 910 041 m
Z : (IGN +/- 2 m)	13 m
N° BSS	01176X0092
Commune :	Raids
Type d'ouvrage :	Forage
Date de réalisation :	2015
Entreprise de forage :	SETRAFOR
Profondeur :	1010 m

La coupe technique fournie est la suivante (en m/TN):

- Tubage PVC plein Ø 125 mm de 0 à 20 m
- Tubage PVC crépiné Ø 125 mm de 20 à 98 m
- Tubage PVC plein Ø 125 mm de 98 à 100.8 m
- Cimentation de l'extrados de 0 à 16 m
- Massif gravillonnaire de 20 à 100.8 m

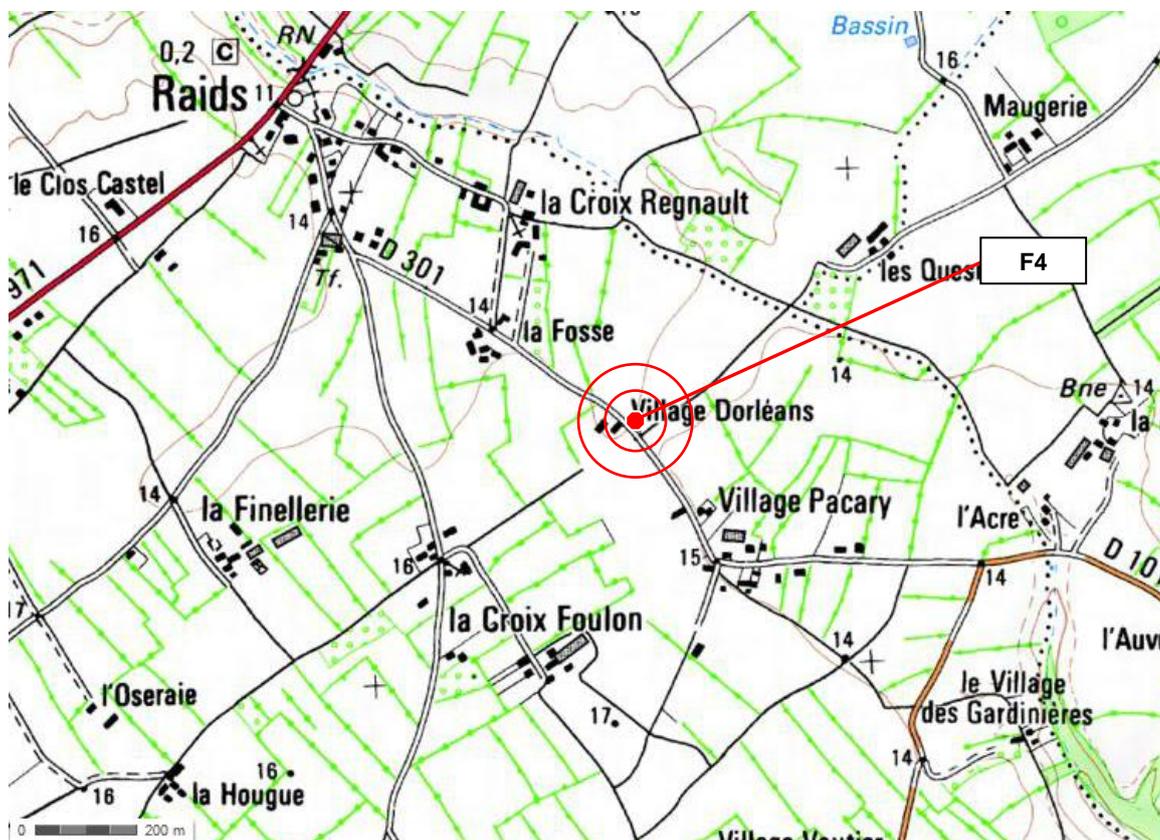


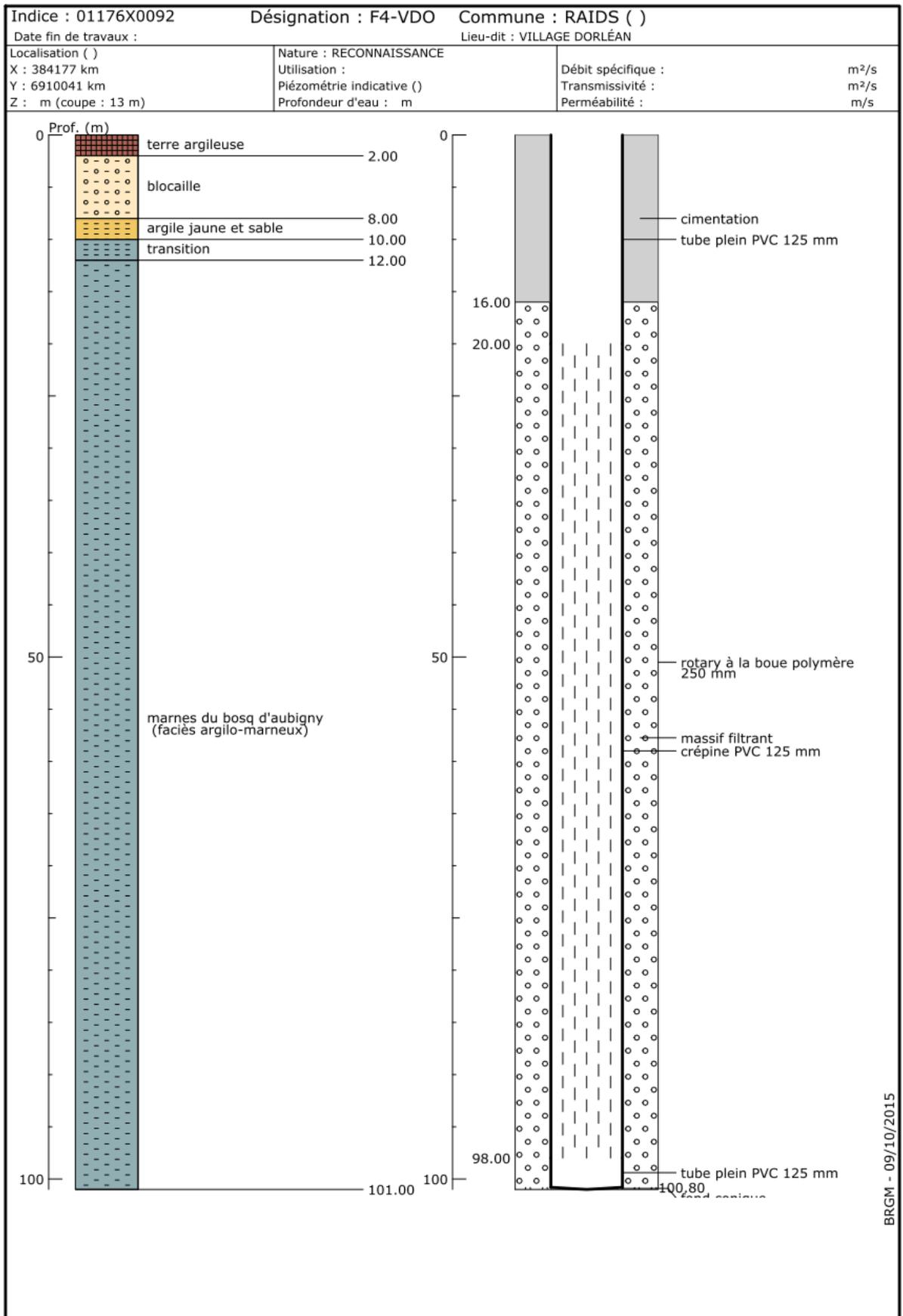
Figure 26 - Carte de localisation du forage F4 (Scan 25/IGN)



Figure 27 - Implantation du forage F4 sur fond orthophotographique (IGN) et cadastral



Figure 28 - Planche photographique du forage F4



6.2. Equipements de diagraphie et mode opératoire

Le matériel utilisé pour les diagraphies a été le suivant :

Tableau 14 - Sondes de diagraphie et paramètres mesurés

Sonde	Dimension	Paramètre
Gamma Ray GEOVISTA	Ø 38 mm, long : 0,55 m	Détecteur gamma naturel : 50 mm X 25 mm (scintilleur NaI)

Une seule série de mesure a été nécessaire :

Tableau 15 - Sondes de diagraphie et paramètres mesurés

Génératrice	Mesures	Régime	Log direction	Tranche de mesures	Sondes (stack / assemblage)	Longueur du stack
1	Gamma Ray	Statique	Descendant	0 à 19.25 m	Rang 1 : GEOVISTA GR	0.55 m

Le niveau statique était de 4.38 m /tube acier (tube acier à +0.63 m/dalle). Le fond de l'ouvrage a été mesuré à 91.85 m/tube acier.

Les enregistrements du gamma-ray se sont déroulés dans des conditions normales sans non-conformités apparentes.

3.5 Résultats des diagraphies

Les données brutes acquises sont reportées sur la figure 30.

Les valeurs de CPS sont assez élevées et conformes à la coupe géologique fournie. Deux niveaux dans l'horizon marneux présentent des CPS faibles : entre 35 et 40 m et entre 60 et 69 m. Hormis ces deux portions, les CPS sont globalement supérieurs à 30 CPS.

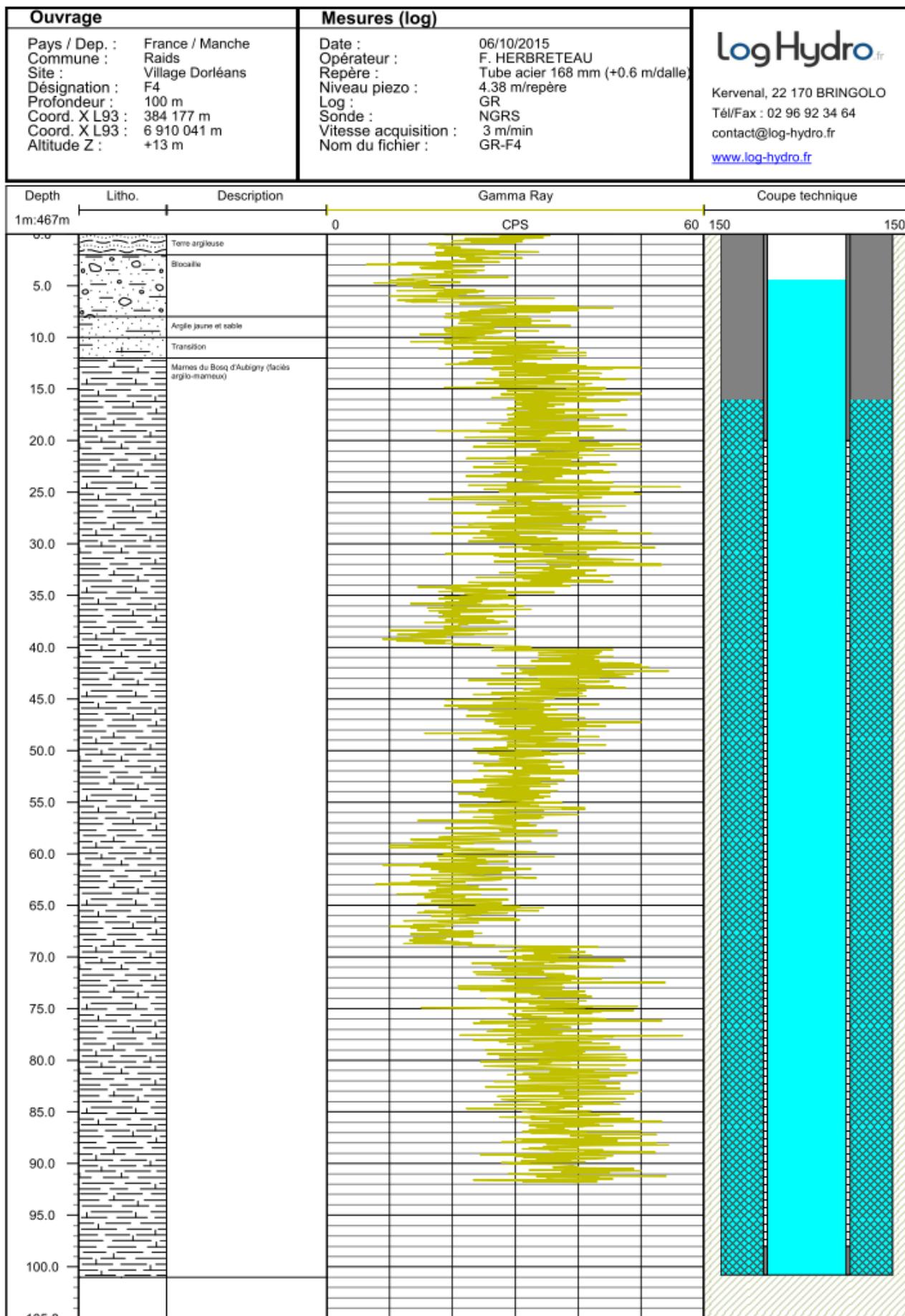


Figure 30 - Forage F4 / Diagraphie Gamma-Ray

7. Livraison des données

Les différentes données numériques enregistrées sont jointes au présent rapport sur un support DVD (en 3 exemplaires) et comprenant les logs au format LAS (standard international d'informations diagraphiques).

Tableau 16 - Fichiers de diagraphie livrés

Forage	Sonde	Log direction	Fichier
F1	GEOVISTA Flow/TCIS	Descendant 1	F1_FlowTcis_05-10-2015_des1.las
	GEOVISTA Gamma Ray	Descendant 1	F1_GR_05-10-2015_des1.las
F5	GEOVISTA Flow/TCIS	Descendant 1	F5_FlowTcis_05-10-2015_des1.las
	GEOVISTA Gamma Ray	Descendant 1	F5_GR_05-10-2015_des1.las
F2	GEOVISTA Gamma Ray	Descendant 1	F2_GR_05-10-2015_des1.las
F3	GEOVISTA Gamma Ray	Descendant 1	F3_GR_05-10-2015_des1.las
F4	GEOVISTA Gamma Ray	Descendant 1	F4_GR_06-10-2015_des1.las



Log Hydro

François HERBRETEAU

06 33 92 39 13

02 96 92 34 64

contact@log-hydro.fr

Kervenal

22170 BRINGOLO

Annexe 2

Données de suivi manuel lors des pompages d'essais de longue durée sur les forages F1, F4 et F5

**Données du suivi manuel lors du pompage longue durée de 96 h sur le piézomètre
01173X0031/RDC-F1**

Date	Heure	Min	Prof. F1 (m)	Rabatement F1 (m)	Débit (m3/h)	Niveau PF1 (m)	Rabatement PF1 (m)	Conductivité F1 (µS/cm)	T°C F1
14/09/2015	10h00	0	10.3						
		1	11.23	0.93	114	9.51			
		2	11.24	0.94					
		3	11.24	0.94					
		4	11.23	0.93	112				
		5	11.24	0.94					
		6	11.24	0.94					
		7	11.24	0.94					
		8	11.24	0.94					
		9	11.24	0.94					
		10	11.25	0.95		9.66	0.15		
		11	11.26	0.96	113				
		12	11.26	0.96					
		13	11.27	0.97					
		14	11.27	0.97					
		15	11.28	0.98		9.68	0.17		
		20	11.29	0.99	112.6	9.7	0.19	683	12.54
		25	11.28	0.98		9.7	0.19	646	12.5
		30	11.28	0.98		9.7	0.19		
		40	11.3	1	114	9.71	0.2		
		50	11.31	1.01		9.71	0.2		
	11h00	60	11.31	1.01		9.72	0.21		
		75	11.31	1.01		9.73	0.22		
		90	11.32	1.02	112				
		105	11.32	1.02					
	12h00	120	11.32	1.02					
		135	11.33	1.03					
		150	11.33	1.03		9.75	0.24	650	12.56
		165	11.33	1.03					
	13h00	180	11.34	1.04					
		210	11.35	1.05	113	9.76	0.25	649	12.55
	14h00	240	11.35	1.05					
		270	11.36	1.06	114	9.77	0.26	656	12.86
	15h00	300	11.36	1.06	114	9.77	0.26	655	12.84
	16h00	360	11.37	1.07	114	9.77	0.26	658	13.6
	17h00	420	11.38	1.08	114	9.78	0.27	654	12.72

	18h00	480	11.36	1.06	114	9.78	0.27	656	12.67
	22h00	720	11.39	1.09	114	9.79	0.28		
15/09/2015	9h00	1380	11.39	1.09	114	9.79	0.28	685	12.27
	11h00	1500	11.39	1.09	114	9.8	0.29	662	12.58
	13h00	1620	11.39	1.09	114	9.8	0.29	656	12.61
	15h00	1740	11.4	1.1	114	9.8	0.29	654	12.99
	17h00	1860	11.38	1.08	114	9.79	0.28	664	13.13
	18h00	1920	11.37	1.07	114	9.79	0.28	660	12.72
	22h00	2160	11.38	1.08	114	9.79	0.28		
16/09/2015	9h00	2820	11.34	1.04	114	9.74	0.23	652	12.52
	11h00	2940	11.33	1.03	114	9.73	0.22	667	12.78
	13h00	3060	11.31	1.01	114	9.73	0.22	622	12.96
	15h00	3180	11.3	1	114	9.72	0.21	665	13.81
	17h00	3300	11.3	1	114	9.73	0.22	645	14.19
	18h00	3360	11.3	1	114	9.74	0.23	662	13.38
	22h00	3600	11.31	1.01	114	9.74	0.23		
17/09/2015	9h00	4260	11.41	1.11	113	9.83	0.32	634	12.54
	11h00	4380	11.42	1.12	113	9.84	0.33	626	12.64
	13h00	4500	11.43	1.13	112	9.84	0.33	658	12.87
	15h00	4620	11.44	1.14	112	9.85	0.34	660	13.44
	17h00	4740	11.43	1.13	113	9.85	0.34	665	13.84
	18h00	4800	11.43	1.13	112	9.85	0.34	650	13.01
	22h00	5040	11.43	1.13	113	9.86	0.35		
18/09/2015	09h00	5700	11.42	1.12	113	9.85	0.34	556	12.55
	10h00	5760	11.43	1.13	113	9.86	0.35	530	12.43
		5761	10.56	0.26	0				
		5762	10.53	0.23	0	9.78	0.27		
		5763	10.5	0.2	0				
		5764	10.5	0.2	0				
		5765	10.49	0.19	0				
		5766	10.49	0.19	0				
		5767	10.48	0.18	0				
		5768	10.48	0.18	0				
		5769	10.48	0.18	0				
		5770	10.47	0.17	0				
		5771	10.47	0.17	0				
		5772	10.47	0.17	0				
		5773	10.46	0.16	0				
		5774	10.46	0.16	0				

Campagne de forages de reconnaissance 2015 sur le sous-bassin de Marchésieux

		5775	10.46	0.16	0	9.69	0.18		
		5780	10.45	0.15	0				
		5785	10.44	0.14	0				
		5790	10.43	0.13	0	9.66	0.15		
		5800	10.43	0.13	0				
		5810	10.42	0.12	0				
	11h00	5820	10.42	0.12	0	9.65	0.14		
		5835	10.42	0.12	0				
		5850	10.42	0.12	0	9.62	0.11		
		5865	10.42	0.12	0				
	12h00	5880	10.42	0.12	0				
		5895	10.42	0.12	0				
		5910	10.42	0.12	0				
		5925	10.42	0.12	0				
	13h00	5940	10.42	0.12	0	9.62	0.11		
		5970	10.41	0.11	0				
	14h00	6000	10.41	0.11	0	9.62	0.11		
19/09/2015	10h00	7200	10.39		0	9.62	0.11		

**Données du suivi manuel lors du pompage longue durée de 48 h sur le piézomètre
01176X0092/VDO-F4**

Date	Heure	Temps (en min)	Niveau dynamique	Rabattement	Débit	Conductivité	T°
30/09/2015	08h00	0	4.49				
		1	9.55	5.06	18.5		
		2	9.8	5.31			
		3	9.9	5.41			
		4	10	5.51			
		5	10.1	5.61			
		6	10.11	5.62		365	12.14
		7	10.14	5.65			
		8	10.15	5.66			
		9	10.16	5.67			
		10	10.17	5.68			
		11	10.19	5.7			
		12	10.2	5.71			
		13	10.22	5.73			
		14	10.22	5.73			
		15	10.22	5.73	18.3	415	12.19
		20	10.27	5.78			
		25	10.33	5.84			
		30	10.36	5.87			
		40	10.42	5.93			
		50	10.51	6.02			
	09h00	60	10.64	6.15			
		75	10.62	6.13	18.1	411	12.01
		90	10.63	6.14			
		105	10.67	6.18			
	10h00	120	10.69	6.2	18.1	411	12.18
		135	10.71	6.22			
		150	10.72	6.23			
		165	10.75	6.26			
	11h00	180	10.76	6.27	18		
		210	10.8	6.31			
	12h00	240	10.83	6.34	18.1	437	12.8
		270	10.85	6.36			
	13h00	300	10.86	6.37	18.1	443	13.14
	14h00	360	10.9	6.41	18	443	13.18
	15h00	420	10.95	6.46	18	483	13.44
	16h00	480	10.98	6.49	18	451	13.31

Campagne de forages de reconnaissance 2015 sur le sous-bassin de Marchésieux

	17h00	540	11	6.51	18	443	13.28
01/10/2015	9h00	1500	11.35	6.86	18	474	11.44
	11h00	1620	11.38	6.89	18	443	12.5
	13h00	1740	11.38	6.89	18	452	13.18
	15h00	1860	11.38	6.89	17.9	451	12.92
	17h00	1980	11.4	6.91	17.9	454	13.09
	18h00	2040	11.4	6.91	17.9	447	13.08
02/10/2015	08h00	3240	11.54	7.05	17.9	435	11.93
		3241	8.02	3.53	0		
		3242	7.62	3.13	0		
		3243	7.3	2.81	0		
		3244	7.11	2.62	0		
		3245	6.93	2.44	0		
		3246	6.81	2.32	0		
		3247	6.7	2.21	0		
		3248	6.6	2.11	0		
		3249	6.53	2.04	0		
		3250	6.44	1.95	0		
		3251	6.37	1.88	0		
		3252	6.32	1.83	0		
		3253	6.28	1.79	0		
		3254	6.24	1.75	0		
		3255	6.2	1.71	0		
		3260	6.08	1.59	0		
		3265	6	1.51	0		
		3270	5.97	1.48	0		
		3280	5.79	1.3	0		
		3290	5.64	1.15	0		
	09h00	3300	5.59	1.1	0		
		3315	5.47	0.98	0		
		3330	5.41	0.92	0		
		3345	5.36	0.87	0		
	10h00	3360	5.32	0.83	0		
		3375	5.3	0.81	0		
		3390	5.28	0.79	0		
		3405	5.25	0.76	0		
	11h00	3420	5.23	0.74	0		

**Données du suivi manuel lors du pompage longue durée de 48 h sur le piézomètre
01176X0093/LPB-F5**

Date	Heure	Minutes	Niveau dynamique F5	Rabattement	Débit	PF5	Conductivité	T°
23/09/2015	08h00	0	13	0		1.98		
		1	22.35	9.35	9.8			
		2	24.44	11.44	9.8			
		3	25.97	12.97	9.8			
		4	26.33	13.33	9.8			
		5	26.33	13.33	9.8			
		6	26.67	13.67	9.8			
		7	26.79	13.79	9.8			
		8	26.91	13.91	9.8			
		9	27.03	14.03	9.8			
		10	27.14	14.14	9.8			
		11	27.24	14.24	9.8			
		12	27.33	14.33	9.8			
		13	27.42	14.42	9.8			
		14	27.53	14.53	9.8			
		15	30.61	17.61	12.3			
		20	32.41	19.41	12.3		395	14.35
		25	32.65	19.65	12.3	1.98		
		30	32.87	19.87	12.3			
		40	33.11	20.11	12.3			
		50	33.29	20.29	12.3			
	09h00	60	33.43	20.43	12.3	1.98	372	14.74
		75	33.61	20.61	12.7			
		90	33.7	20.7	12.7			
		105	33.82	20.82	12.7			
	10h00	120	33.96	20.96	12.7		375	15
		135	33.96	20.96	12.7			
		150	34.01	21.01	12.7	1.98		
		165	34.14	21.14	12.7			
	11h00	180	34.07	21.07	12.7			
		210	34.22	21.22	12.7	1.98		
	12h00	240	34.27	21.27	12.7	1.98	350	15.8
		270	34.4	21.4	12.7			
	13h00	300	34.55	21.55	12.7			
	14h00	360	34.64	21.64	12.7	1.98	374	15.42
	15h00	420	34.76	21.76	12.7		341	15.15
	16h00	480	34.79	21.79	12.6	1.98	338	15.14

	17h00	540	34.92	21.92	12.6	1.99	334	15.07
24/09/2015	9h00	1500	35.54	22.54	12.5	2.01	334	14.84
	11h00	1620	35.63	22.63	12.4	2.01	350	15.08
	13h00	1740	35.75	22.75	12.4	2.01	342	15.1
	15h00	1860	35.83	22.83	12.2	2.01	345	15.21
	17h00	1980	35.9	22.9	12.2	2.01	339	15.86
	18h00	2040	35.86	22.86	12.2	2.01	340	15.01
25/09/2015	8h00	2880	36.24	23.24	12.2	2.02	327	14.52
		2881	24.21	11.21	0			
		2882	22.08	9.08	0			
		2883	20.7	7.7	0			
		2884	19.9	6.9	0			
		2885	19.4	6.4	0			
		2886	19.03	6.03	0			
		2887	18.76	5.76	0			
		2888	18.54	5.54	0			
		2889	18.36	5.36	0			
		2890	18.21	5.21	0			
		2891	18.09	5.09	0			
		2892	17.97	4.97	0			
		2893	17.88	4.88	0			
		2894	17.78	4.78	0			
		2895	17.7	4.7	0	2.02		
		2900	17.38	4.38	0			
		2905	17.2	4.2	0			
		2910	17.03	4.03	0			
		2920	16.79	3.79	0			
		2930	16.61	3.61	0			
	09h00	2940	16.46	3.46	0	2.02		
		2955	16.27	3.27	0			
		2970	16.12	3.12	0			
		2985	15.98	2.98	0			
	10h00	3000	15.87	2.87	0	2.02		
		3015	15.74	2.74	0			
		3030	15.66	2.66	0			
		3045	15.58	2.58	0			
	11h00	3060	15.5	2.5	0	2.02		
		3090	15.35	2.35	0			
	12h00	3120	15.21	2.21	0			
28/09/2015	10h00	7320	12.95	-0.05	0	2.18		

Annexe 3

Etude géologique des cinq forages réalisée par l'université de Caen

**ETUDE GEOLOGIQUE DE CINQ FORAGES
DANS LES FORMATIONS PLIO-QUATERNAIRES
DU BASSIN DE MARCHESIEUX (50, MANCHE) :
RDC 001, LRP 001, RTE 001, VDO 001 ET LPB 001**

mars 2016

Olivier Dugué

**ETUDE GEOLOGIQUE DE CINQ FORAGES
DANS LES FORMATIONS PLIO-QUATERNAIRES
DU BASSIN DE MARCHESIEUX (50, MANCHE) :
RDC 001, LRP 001, RTE 001, VDO 001 ET LPB 001**

Dans le cadre d'une convention de collaboration de recherche entre le BRGM et l'université de Caen, (laboratoire M2C), cinq forages destructifs ont été réalisés en 2015, à la tarière ou au rotary, dans le bassin de Marchésieux. Ces forages qui ont une profondeur entre 23 et 134 m ont traversé des terrains graveleux, sableux, marneux ou tourbeux plio-quadernaires des marais de Marchésieux (50, Manche), le plus profond ayant atteint le substratum paléozoïque.

Mots clefs : Cotentin, Marchésieux, Saint-André-de-Bohon, Forages hydrogéologiques, Diagraphies différées, Stratigraphie, Plio-Pléistocène, Paléozoïque.

Référence bibliographique du rapport :

Dugué O. (2016). - Étude géologique de cinq forages dans les formations plio-quadernaires du bassin de Marchésieux (50, Manche) : RDC 001, LRP 001, RTE 001, VDO 001 ET LPB 001. Rapport université de Caen-Normandie, Laboratoire M2C, UMR 6143 CNRS, 37 p, 12 fig.

1.- INTRODUCTION

Cette étude géologique s'intègre dans un projet de recherche sur le bassin de Marchésieux (50, Manche) afin d'améliorer la connaissance géologique et hydrogéologique des formations plio-pléistocènes de ce secteur. Ce projet est financé par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, le Conseil départemental de la Manche et le BRGM.

Pour ce programme, 5 forages destructifs à la tarière par le BRGM (LRP 001, RTE 001 et LBP 001 pour partie) ou au rotary (RDC 001, VDO 001 et LBP 001 pour partie) par la société Setrafor (44, Saint-Nazaire), ont été réalisés entre fin-mai et fin-juillet 2015, dans le bassin de Marchésieux. Les profondeurs atteintes sont variables, entre 23 m (forage LRP 001) et 134 m (LBP 001).

2.- OBJECTIFS DE L'ETUDE

Ce rapport fait suite à une demande du BRGM Basse-Normandie et concerne une étude stratigraphique de cinq forages réalisés dans le bassin plio-quaternaire de Marchésieux.

L'objectif principal de cette étude est de fournir une coupe lithologique la plus précise possible des cinq forages destructifs, avec une interprétation stratigraphique des terrains traversés, à partir des échantillons recueillis lors de la foration, puis lavés en laboratoire.

Le second objectif est de pouvoir comparer ces forages à ceux déjà réalisés dans le bassin de Marchésieux.

3.- LA SERIE PLIO-QUATERNAIRE DU BASSIN DE MARCHESIEUX

Le bassin quaternaire de Marchésieux appartient au plus vaste bassin sédimentaire de Sainteny-Marchésieux, dans le centre Cotentin, entre Carentan au Nord-Est et Périers au Sud-Ouest. Le bassin de Marchésieux qui a une superficie est de 88 km², est parcouru par la Taute et ses différents affluents. Le secteur présente un relief peu élevé, variant environ entre 45 m et 2 m d'altitude, mais une grande extension des zones humides (environ 27 km²).

3.1.- Historique des études géologiques dans le bassin de Marchésieux état de la question

Les travaux géologiques et hydrogéologiques sur le bassin de Sainteny-Marchésieux sont nombreux, depuis la découverte à partir des années 1970, d'épaisses séries plio-quadernaires (250 m en épaisseur cumulée) conservées dans le centre Cotentin et recélant d'importantes réserves hydrogéologiques. La multiplication des forages destructifs, mais souvent de faible profondeur (10 à 20 m de profondeur), a expliqué dans un premier temps, les nombreuses divisions stratigraphiques, dont certaines ont bénéficié d'une étude biostratigraphique.

Les synthèses géologiques du bassin plio-pléistocène de Sainteny-Marchésieux ont donné lieu à plusieurs modèles structuraux ou sédimentaires.

Pareyn, après avoir interprété les séries plio-quadernaires du centre Cotentin, comme décrivant des environnements de baie, a ensuite proposé (1970), un modèle structural pour le bassin de Marchésieux. Les changements rapides de faciès constatés entre deux forages destructifs proches sont interprétés comme des contacts faillés. La réalisation de forages carottés dont celui de Marchésieux (n° BSS : 01176X0045, 1990) profond de 162 m et atteignant le socle permien n'a pas remis en cause cette interprétation néotectonique de la sédimentation quadernaire dans le centre Cotentin (Garcin *et al.*, 1997).

Le lever de la carte géologique de Carentan (feuille n°117, Baize *et al.*, 1997) et la rédaction de sa notice n'ont pas démontré cette hypothèse structurale. La thèse de Baize (1998) a débuté la révision systématique des forages traversant ce bassin et archivés dans les collections universitaires de Caen, prenant en compte les résultats biostratigraphiques publiés. Ces travaux ont été complétés par de nouvelles campagnes de forages à la tarière financées par le BRGM, dans ce bassin de Marchésieux (Dugué *et al.*, 2000). Cette révision des forages a simplifié les divisions stratigraphiques dont certaines étaient basées sur des variations latérales de faciès et a ensuite fourni un modèle de dépôt d'environnement estuarien. L'étude sédimentologique des rares affleurements plio-pléistocènes du bassin de Marchésieux (ex. Falun de Bohon, Sables de Saint-Vigor et Sables fluviatiles de Millières) a complété ce modèle de dépôt sédimentaire. Des synthèses stratigraphiques et sédimentologiques du bassin plio-quadernaire du bassin de Sainteny-Marchésieux, puis des séries cénozoïques du centre Cotentin ont été publiées par Dugué *et al.* (2000, 2005) et Dugué (2009), avec la distinction de plusieurs cycles de transgression/régression.

3.2.- Le bassin de Sainteny-Marchésieux

Le bassin de Sainteny-Marchésieux comprend au Nord, le bassin de Sainteny à remplissage d'âge Miocène et au Sud, le bassin de Marchésieux, à remplissage d'âge plio-quadernaire.

Quatre formations géologiques plio-quadernaires sont reconnues dans le bassin de Marchésieux (Baize *et al.*, 1997 ; Dugué, 2003), avec de bas en haut (*fig. 1 et 2*) :

1) Grès coquilliers de Marchésieux (Pliocène supérieur) représentés par des silts à sables fins quartzeux argileux, très homogènes, microbioclastiques et localement cimentés en grès fins qui sont datés du Pliocène supérieur. Leur épaisseur est estimée à 70 m dans le forage carotté de Marchésieux (BSS n° 01176X0045). La macrofaune est variée (bryozoaires, bivalves, radioles d'oursins et spicules d'éponges), et la microfaune est peu abondante. Ces dépôts détritiques fins reposent sur le substratum permien du bassin de Marchésieux (Garcin *et al.*, 1997) et correspondent aux faciès marins les plus profonds trouvés dans la région du bassin du Cotentin.

Les Grès coquilliers de Marchésieux ont été recoupés dans trois forages (Dugué *et al.*, 2000) :

- forage carotté de Marchésieux (01176X0045)
- forage de Feugères (01176X0052)
- forage de Rémilly-sur-Lozon (01176X0054)

En 1998, le piézomètre réalisé à Marchésieux (01176X0067) aurait également rencontré les Grès coquilliers de Marchésieux.

2) Complexe sédimentaire du Bosq d'Aubigny (Pliocène supérieur-Pléistocène inférieur). Le terme de Complexe du Bosq d'Aubigny est employé dans la carte géologique de Carentan à 1/50 000, car à l'affleurement, il existe de nombreuses variations latérales de faciès, dans les dépôts plio-pléistocènes, avec des marnes coquillères, marnes sableuses, calcaires coquilliers plus ou moins grossiers et cimentés (faluns) ou des argiles souvent pyriteuses.

Le forage carotté de Marchésieux (n° BSS : 01176X0045, 1990), au lieu-dit de Champeaux a recoupé à la verticale, plusieurs faciès du Complexe sédimentaire du Bosq d'Aubigny (54,60 m d'épaisseur), avec du haut vers le bas de la coupe :

- marnes silteuses microbioclastiques (2,60 m) ;
- marnes microbioclastiques avec gastéropodes entiers et bioturbation diffuse (8 m) ;
- calcaire bioclastique à lumachellique gréseux, grossier et mal stratifié, débutant par des siltites argileuses bioclastiques et grains de glauconie (14 m) ;
- marnes silteuses pyriteuses, microbioclastiques et grains de glauconie détritiques (9,70 m) ;
- grès conglomératique argileux, bioclastique avec une surface d'érosion à sa base (4,60 m) ;

- calcaire bioclastique à lumachellique gréseux, grossier, peu cimenté, sans litage visible. Il existe une grande diversité bioclastique (bryozoaires, bivalves, spicules d'éponges) et les grains de glauconie détritiques deviennent sporadiques (15,7 m).

La reconnaissance de ces faciès sédimentaires dans la coupe verticale du forage carotté Marchésieux ne signifie pas que cette succession verticale se retrouve de manière identique, dans tout le bassin de Marchésieux. Dans l'hypothèse d'un modèle de dépôt estuarien, il s'agit aussi de variations latérales de faciès.

Dans le forage carotté de Marchésieux, le sommet de la Formation des Marnes du Bosq d'Aubigny désigne un faciès terrigène homogène, pyriteux à *N. prismatica*. Mais, le faciès le plus commun des Marnes du Bosq d'Aubigny est une alternance de marnes bioclastiques parfois silteuses et de marnes coquillières. La macrofaune est variée (bivalves, gastéropodes, échinodermes, spicules d'éponges, bryozoaires, balanes...), ainsi que la microfaune benthique. Lorsqu'elles reposent sur les Grès coquilliers de Marchésieux, les Marnes du Bosq d'Aubigny sont caractérisées par une importante diminution de la charge détritique quartzreuse et par une augmentation concomitante de la phase carbonatée d'origine biologique.

La Formation du Falun de Bohon (Reuvérien à Prétiglien, Pliocène supérieur à Pléistocène inférieur) correspond à des calcaires bioclastiques à lumachelliques gréseux, grossiers à fins, peu cimentés, de couleur beige à rouille qui ont été traversés sur 54,60 m d'épaisseur, dans le forage carotté de Marchésieux (LSM, n° BSS 01176X0045, 1990). Ils reposent sur les Marnes du Bosq d'Aubigny, par l'intermédiaire d'une surface d'érosion avec des graviers intraformationnels argileux avellanaires (argilites rouges permienne).

Cette formation affleure dans une ancienne falunière, à Saint-Georges-de-Bohon (Baize, 1998), présentant des litages subhorizontaux ou obliques de mégarides de sables coquilliers migrant vers l'Est/Nord-Est (Dugué *et al.*, 2005). La phase bioclastique diversifiée de ces faluns provient de nombreux débris de balanes, bryozoaires, gastéropodes, radioles d'oursins et *Chlamys*, (Garcin *et al.*, 1997). La présence fréquente d'une grande térébratule entière a donné l'autre nom historique à cette unité : Falun à *Terebratula grandis*.

Ces faluns gréseux et ferrugineux sont aussi décrits dans de nombreux forages destructifs du bassin de Marchésieux et se répartissent selon trois ensembles géographiques (Dugué *et al.*, 2000). Les microfaunes trouvées ont permis de les attribuer entre le Pliocène supérieur à Pléistocène inférieur. Le Falun de Bohon serait donc contemporain des Marnes du Bosq d'Aubigny, confirmant l'existence d'un passage latéral entre ces sables calcaires et quartzeux et les Marnes du Bosq d'Aubigny et d'une progradation vers le Sud à l'échelle du bassin de Marchésieux, au cours du Plio-Pléistocène.

3) Marnes de Saint-Nicolas-de-Pierrepont (Prétigilien à Tiglien, Pléistocène inférieur) sont des marnes silteuses à sableuses, micacées et très riches en coquilles et microfaunes. Elles ont été initialement définies dans le bassin de Saint-Sauveur-le-Vicomte, sur la côte Ouest du Cotentin (Pareyn *in* Brebion *et al.*, 1975), puis retrouvées dans le bassin de Marchésieux (Pareyn, 1987 ; Dugué *et al.*, 2000). Elles n'ont pas bénéficié d'un forage carotté et il n'existe pas d'affleurement permettant de détailler leurs différents faciès. Elles ont été recoupées par plusieurs forages à la tarière (ex. S3', ABB, S12, T11, T48, T55, T58 et T62). Leur épaisseur est estimée entre 5 et 40 m, dans le bassin de Marchésieux (Baize, 1998). L'analyse de la microfaune carbonatée permet de les dater du Pléistocène inférieur. Cette formation est indépendante du précédent Complexe sédimentaire du Bosq d'Aubigny.

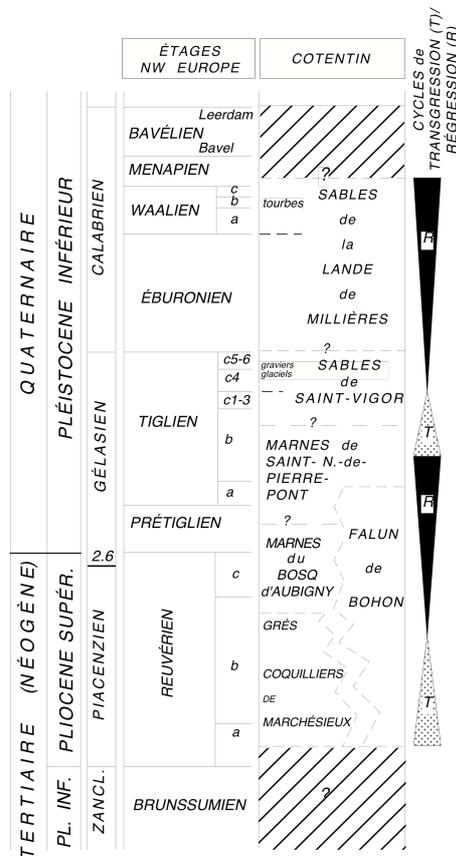


Fig. 1.- Chronostratigraphie des formations plio-pléistocènes dans le bassin de Marchésieux (Dugué, 2003)

4) Sables de Saint-Vigor (Tiglien, Pléistocène inférieur) sont des sables quartzeux fins, très bien classés, azoïques, jaunâtres à blanchâtres, avec la présence de grains détritiques de glauconie, et pouvant présenter des intervalles plus argileux. Les affleurements sont nombreux dans le bassin de Marchésieux, et les sablières abandonnées (Millières) ou en activité (Saint-Sébastien-de-Raids) ont permis de détailler les coupes sédimentologiques (Baize, 1998 ; Dugué *et al.*, 2000). Cette formation plio-pléistocène présente la plus grande extension latérale dans le bassin de Marchésieux, et

transgressive sur l'ensemble des formations géologiques sous-jacentes : Marnes de Saint-Nicolas-de-Pierrepont, Marnes du Bosq d'Aubigny, Falun de Bohon, Falun de Bléhou, voire sur les bordures paléozoïques et précambriennes du bassin de Marchésieux. Elle est donc recoupée par un grand nombre de forages destructifs. Son épaisseur maximale est estimée à 30 m dans le bassin de Marchésieux.

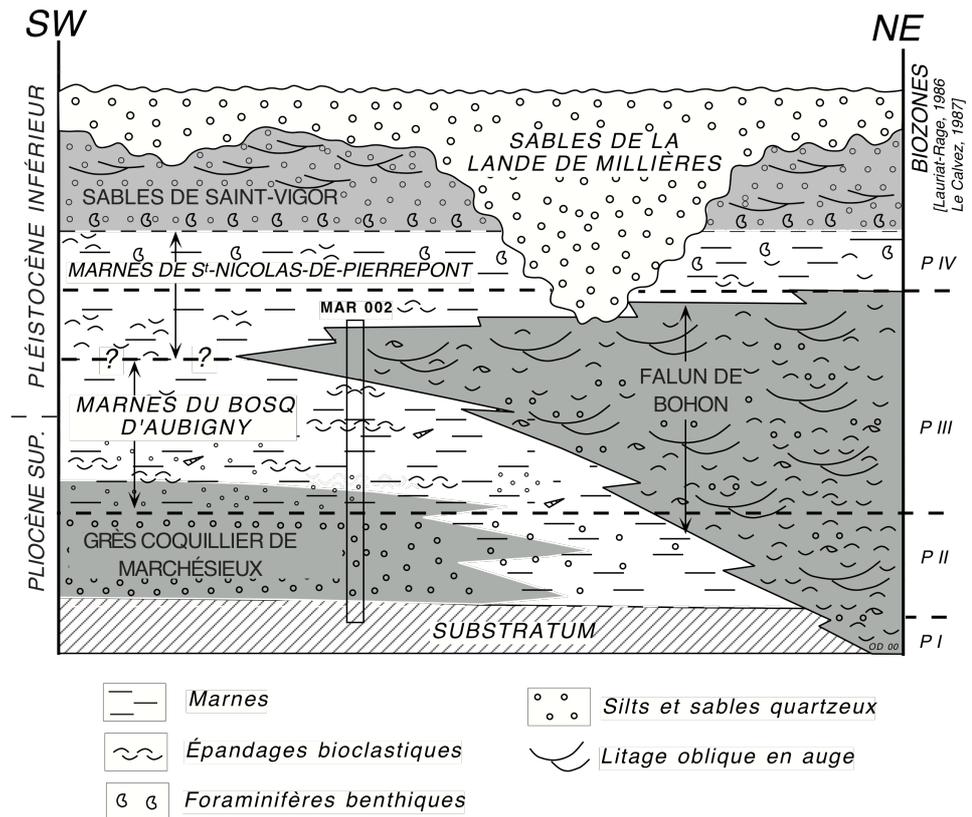


Fig. 2.- Variations latérales des formations plio-pléistocènes dans le bassin de Marchésieux (Dugué, 2003)

Au sommet, les Sables de Saint-Vigor se charge en graviers et galets gréseux paléozoïques émoussés interprétés comme des blocs glaciels (Baize, 1998).

L'attribution stratigraphique des Sables de Saint-Vigor est indirecte, puisque la formation est azoïque ; il est probable que cette absence de faune s'explique par une décarbonatation des coquilles et tests carbonatés à proximité de la surface, durant les alternances de gel et dégel au cours du Pléistocène. Cette formation est datée du Tiglien C, grâce à quelques foraminifères préservés et trouvés à la base (Baize, 1998).

4) Sables de la Lande de Millières (Éburonien à Walien, Pléistocène inférieur) sont des sables quartzeux moyens à grossiers, à matrice argileuse, présentant des intervalles conglomératiques d'épaisseur métrique dénommés Blocailles de Saint-Sébastien-de-Raids, sur la carte géologique de Carentan à 1/50 000.

Ces sables et graviers d'origine fluviatile ont été définis dans la sablière éponyme de Millières, aujourd'hui comblée (Baize, 1998). Ils érodent les Sables de Saint-Vigor (entre Périers et Méautis) (Baize *et al.*, 1997) et se terminent par des silts et des argiles tourbeuses dont les associations polliniques ont permis de proposer un âge Éburonien pour l'unité sablo-graveleuse basale (Clet *et al.*, 1997). L'épaisseur maximale des Sables de la Lande de Millières est d'environ 25 mètres. À l'échelle du bassin de Marchésieux, la révision des nombreux forages destructifs les ayant traversé a permis d'identifier plusieurs gouttières d'orientation Sud-Ouest/Nord-Est, confirmant le caractère fluviatile de forte énergie de cette formation (Dugué *et al.*, 2005).

Dans cette formation, l'unité des Blocailles de Saint-Sébastien-de-Raids (2 m maximum), distinguée sur la carte géologique de Carentan à 1/50 000, est constituée de galets plus ou moins usés de roches briovériennes, paléozoïques, de silex, dans une matrice argileuse. Ils sont alimentés par des cônes alluviaux, à partir des reliefs des bordures du bassin de Marchésieux.

4.- LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES CINQ FORAGES DANS LE BASSIN DE MARCHESIEUX

Cinq forages (F1 à F5) réalisés en 2015 ont traversé les séries plio-quadernaires du bassin de Marchésieux (*fig. 3*). Leurs emplacements sont donnés dans le tableau suivant :

forage	dénomination	Commune	Lieu-dit	BSS	X Lambert 93	Y Lambert 93	Z (m)	profondeur	foration
F1	RDC	Saint-André-de-Bohon	Rue de la Cane	01173X0031	390034	6912826	13	84 m	rotary
F2	LRP	Marchésieux	Les Rouges Pièces	01176X0091	388965	6909705	1 à 2	23 m	tarière
F3	RTE	Saint-Sébastien-de-Raids	transformateur RTE	01175X0113	382597	6909050	17	49 m	tarière
F4	VDO	Raids	Village Dorléans	01176X0092	384177	6910041	13	100 m	rotary
F5	LPB	Marchésieux	La Porte des Bosqs	01176X0093	384894	6905214	20	134 m	tarière entre 0 et 31,5 m puis rotary jusqu'à 134 m

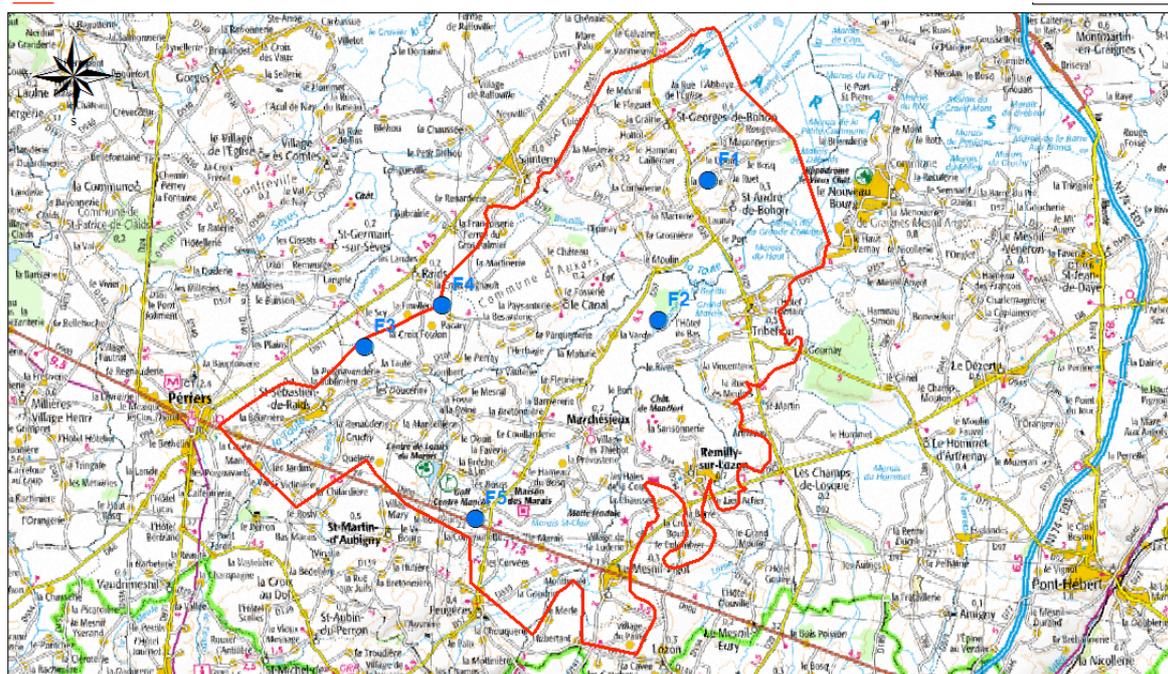


Fig. 3.- Localisation des forages 2015 dans le bassin plio-quaternaire de Marchésieux

- **Forage F1** (RDC 001, n° BSS 01173X0031), implanté au lieu-dit " Rue de la Cané", sur la commune de Saint-André-de-Bohon. Il a été réalisé au rotary, par la société Setrafor (44, Saint-Nazaire), sur 84 m de profondeur.
- **Forage F2** (LRP 001, n° BSS 01176X0091), implanté au lieu-dit " Les Rouges Pièces ", sur la commune de Marchésieux, dans le Grand Marais de la vallée du Lozon. Il a été réalisé à la tarière, par le BRGM, sur 23 m de profondeur.
- **Forage F3** (RTE 001, n° BSS 01175X0113), implanté sur le site du transformateur de la commune de Saint-Sébastien-de-Raids. Il a été réalisé à la tarière, par le BRGM, sur 49 m de profondeur.
- **Forage F4** (VDO 001, n° BSS 01176X0092), implanté au lieu-dit " Village Dorléans ", sur la commune de Raids. Il a été réalisé au rotary, par la société Setrafor (44, Saint-Nazaire), sur 100 m de profondeur.
- **Forage F5** (LPB 001, n° BSS 01176X0093), implanté au lieu-dit " La Porte des Bosqs", sur la commune de Marchésieux. Il a été réalisé à la tarière, par le du BRGM, entre 0 et 31,5 m de profondeur, puis au rotary, par la société Setrafor (44, Saint-Nazaire), de 0 à 134 m de profondeur.

5.- METHODOLOGIE D'ETUDE

Un prélèvement d'échantillon a été effectué tous les mètres, lors de la foration, par les équipes sur place. Au laboratoire, chaque prélèvement a été défloculé à l'eau oxygénée (10 %), puis tamisé sous l'eau, sur une colonne de trois tamis (100 μ m, 500 μ m et 2,5 mm). Après séchage, les échantillons sont examinés sous une loupe binoculaire. Pour chaque échantillon analysé, la description a porté à la fois sur les matériaux brut et lavés. Ces échantillons sont archivés dans les collections du Département des Sciences de la Terre de l'Université de Caen-Normandie.

6. - COUPES GEOLOGIQUES DES CINQ FORAGES ETUDIES

Les cinq forages destructifs ont été réalisés dans le bassin plio-quadernaire de Marchésieux. La description de la lithologie et de la phase biologique des échantillons prélevés, puis lavés et tamisés permet de proposer les coupes lithostratigraphiques suivantes, à partir des formations géologiques décrites dans ce bassin.

6.1.- Coupe géologique du forage "Rue de la Cane " (RDC 001, F1, commune de Saint-André-de-Bohon)

Le forage RDC 00, réalisé au rotary (de 0 à 84 m), présente deux unités lithologiques, avec de haut en bas :

• Formation sableuse azoïque plio-pléistocène (sables) : 12 m

- de 0 à 6 m : sables graveleux hétérométriques, azoïques, à matrice argileuses, avec des galets et graviers roulés à anguleux dispersés (quartz filonien, grès feldspathiques, grès paléozoïques).
- de 6 à 12 m : sables fins, quartzeux et micacés, azoïques, bien classés, ocre clair, avec des grains détritiques dispersés de glauconie et présentant des intervalles argileux d'épaisseur centimétrique.

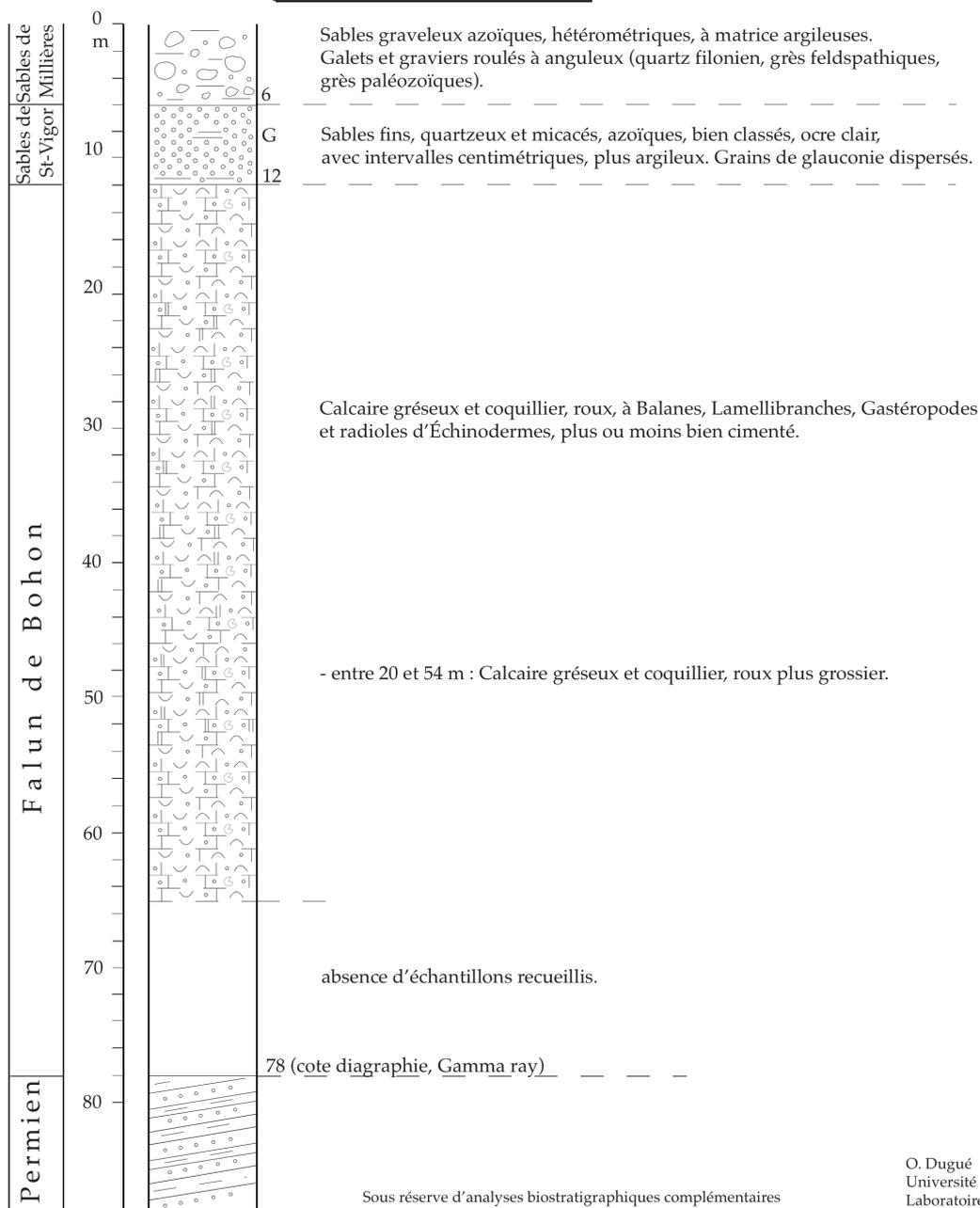
• Formation calcaire coquillier et gréseux, plio-pléistocène, plus ou moins bien cimenté (sables et calcaires) : 42 m

- de 12 à 54 m : calcaire gréseux et coquillier, ferrugineux, à Balanes, Lamellibranches, Gastéropodes et radioles d'Échinodermes, plus ou moins bien cimenté, présentant des intervalles coquilliers plus grossiers, avec des graviers gréseux paléozoïques ou quartzeux, entre 20 et 54 m de profondeur.

X : 390,034
 Y : 6912,826
 Z : 13 m (EPD)

Saint-André-de-Bohon (50, Manche)
 « Rue de la Cane » RDC 001 (F1)
 2015

Rotary Ste Setrafor
 Carte géologique de Carentan
 BSS : 01173X0031



Sous réserve d'analyses biostratigraphiques complémentaires

O. Dugué
 Université de Caen
 Laboratoire M2C
 Décembre 2015

Fig. 4.- Coupe géologique du forage Setrafor « Rue de la Cane » (RDC 001, F1), sur la commune de Saint-André-de-Bohon (2015)

CONCLUSION

Le forage RDC 001 (Rue de la Cane, commune de Saint-André-de-Bohon) présente des dépôts caractéristiques du Plio-Pléistocène du Cotentin, avec au sommet des sables quartzeux très fins, azoïques et grains de glauconie, attribués aux Sables de Saint-Vigor. Les dépôts se caractérisent ensuite par des faciès calcaires gréseux et bioclastiques grossiers à graveleux (sables à galets) et très riches en coquilles cassées de Balanes, Lamellibranches et de Gastéropodes. Ces sables peuvent renfermer des graviers paléozoïques. La relative homogénéité de cette unité à la fois sableuse et coquillière, caractérise la Formation du Falun de Bohon. La granulométrie des faciès, grossière à fine, est fonction de la taille des coquilles et des grains de quartz.

Le socle paléozoïque n'a pas été atteint.

6.2.- Coupe géologique du forage "Les Rouges pièces" (LRP 001, F2, commune de Marchésieux)

Le forage LRP 001 réalisé à la tarière (de 0 à 23 m) présente trois unités lithologiques, avec de haut en bas :

• Formations superficielles quaternaires (tourbes et argiles) : 6,65 m

- de 0 à 3,8 m : tourbes noires avec débris ligneux peu dégradés, associées à des silts quartzeux.
- de 3,8 à 4,6 m : argiles tourbeuses noires silteuses compactes.
- de 4,6 à 5,7 m : tourbes noires avec débris ligneux dégradés.
- de 5,7 à 6,65 m : argiles silteuses et micacées, azoïques, feuilletées, avec des intercalations tourbeuses centimétriques.

• Formation sableuse azoïque plio-pléistocène (graviers et sables) : 3,6 m

- de 7,7 à 11,3 m : sables graveleux azoïques, hétérométriques, à matrice argileuse, avec graviers roulés à anguleux (quartz filonien, grès paléozoïques, schistes), passant vers le haut à des sables graveleux azoïques, puis à des argiles compactes.

• Formation marno-sableuse coquillière plio-pléistocène meuble (sables et marnes) : au moins 11,3 m

- de 11,3 à 13,5 m : marnes sableuses quartzieuses et coquillières, fines, micacées, grisâtres, avec macrofaune diversifiée à Lamellibranches, Gastéropodes, Bryozoaires et radioles d'oursin.
- de 13,5 à 14,7 m : sables quartzeux fins et coquilliers à matrice argileuse, grisâtres, avec macrofaune diversifiée à Lamellibranches, Gastéropodes, Bryozoaires et radioles d'oursin, associée à des Foraminifères benthiques.

X : 388,965
Y : 6909,705
Z : 2 m (EPD)

Marchésieux (50, Manche)
« Les Rouges pièces » LRP 001 (F2)
2015

Tarière BRGM
Carte géologique de Carentan
BSS : 01176X0091

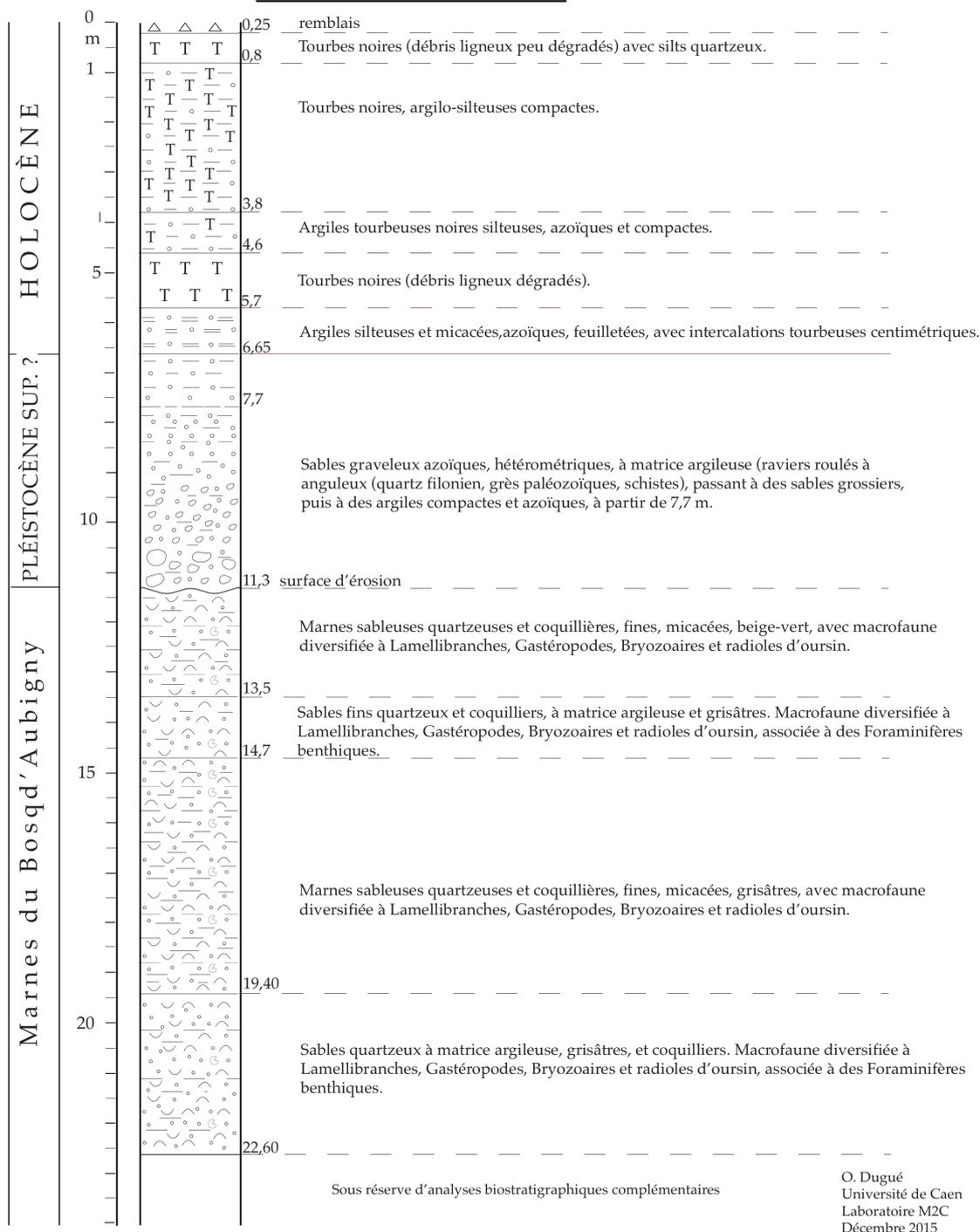


Fig. 5.- Coupe géologique du forage BRGM « Les Rouges Pièces » (LRP 001, F2), sur la commune de Marchésieux (2015)

- de 14,7 à 19,4 m : marnes sableuses quartzes et coquillères, fines, micacées, grisâtres, avec macrofaune diversifiée à Lamellibranches, Gastéropodes, Bryozoaires et radioles d'oursin.
- de 19,4 à 22,6 m : sables quartzes fins et coquilliers à matrice argileuse, grisâtres, avec macrofaune diversifiée à Lamellibranches, Gastéropodes, Bryozoaires et radioles d'oursin, associée à des Foraminifères benthiques.

CONCLUSION

Le forage LRP 001 (Les Rouges Pièces, commune de Marchésieux) présente des dépôts caractéristiques du Quaternaire, avec au sommet au moins deux intervalles d'épaisseur plurimétrique de tourbes, séparés par des argiles tourbeuses silteuses et micacées, azoïques. Ce remplissage argilo-tourbeux correspond au colmatage holocène des marais de la vallée du Lozon. Ces argiles et tourbes holocènes recouvrent une séquence granodécroissante d'épaisseur plurimétrique (3,6 m environ), avec des sables graveleux mal classés et azoïques, à la base évoluant progressivement vers le haut vers des sables quartzes azoïques, et se terminant par des argiles. Ces dépôts détritiques grossiers azoïques sont interprétés comme un remplissage alluvial récent de la vallée du Lozon, et rapporté au Pléistocène supérieur ? Ces graviers et sables incisent des marnes et sables quartzes fossilifères meubles.

Cette unité basale est caractérisée par des alternances d'épaisseur métrique de marnes sableuses coquillères restées meubles et de sables quartzes et coquilliers à matrice argileuse. La relative homogénéité de cette unité à la fois sableuse et coquillière, présentant de nombreuses petites coquilles cassées, plus rarement entières, de Lamellibranches, de Gastéropodes et de Bryozoaires caractérise la Formation des Marnes du Bosq d'Aubigny.

6.3.- Coupe géologique du forage « Transformateur » (RTE 001, F3 commune de Saint-Sébastien-de-Raids)

Ce forage RTE 001 réalisé à la carrière (de 0 à 49 m), présente trois unités lithologiques, avec de haut en bas :

• Formations superficielles quaternaires (silts et argiles) : 1,2 m

- de 0 à 1,2 m : silts quartzes azoïques dans une matrice argileuse ocre-jaune

• Formation sableuse azoïque plio-pléistocène (sables) : 18,2 m

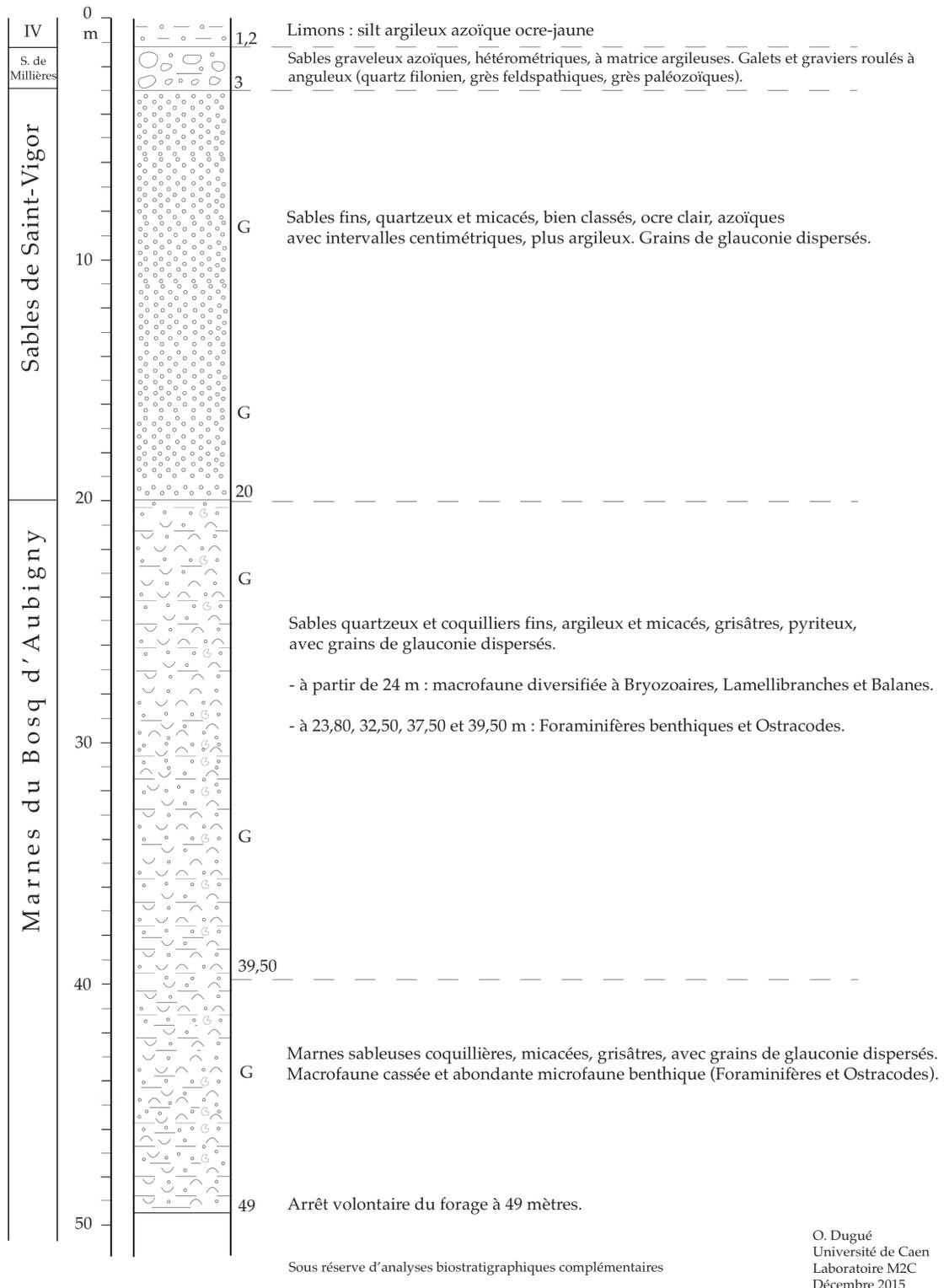
- de 1,2 à 3 m : sables graveleux azoïques, hétérométriques, à matrice argileuse, avec de nombreux galets et graviers roulés à anguleux (quartz filonien, grès feldspathiques, grès paléozoïques).

- de 3 à 20 m : sables fins, quartzeux et micacés, bien classés, azoïques, de couleur ocre clair, avec grains détritiques dispersés de glauconie et intervalles centimétriques, plus argileux.

X : 382,597
Y : 6909,050
Z : 17 m (EPD)

Saint-Sébastien-de-Raids (50, Manche)
« Transformateur » RTE 001 (F3)
2015

Tarière BRGM
Carte géologique de Carentan
BSS : 01175X0113



O. Dugué
Université de Caen
Laboratoire M2C
Décembre 2015

Fig. 6.- Coupe géologique du forage BRGM « Transformateur » (RTE 001, F3), sur la commune de Saint-Sébastien-de-Raids (2015)

• Formation sableuse coquillière plio-pléistocène meuble (sables et calcaires) : 62 m

- de 20 à 39,5 m : sables quartzeux et coquilliers fins, micacés, à matrice argileuse, grisâtres, pyriteux, et grains détritiques dispersés de glauconie. La macrofaune (Bryozoaires, Lamellibranches et Balanes) est très diversifiée à partir de 24 m, et associée à une riche microfaune (Foraminifères benthiques et Ostracodes).
- de 39,5 à 49 m : marnes sableuses coquillières, micacées, grisâtres, avec grains détritiques dispersés de glauconie. La macrofaune (Bryozoaires, Lamellibranches et Balanes) est le plus souvent cassée, associée à une riche microfaune benthique (Foraminifères et Ostracodes).

CONCLUSION

Le forage du transformateur électrique de la commune de Marchésieux (RTE 001 F3) présente, sous une couverture lœssique (1,2 m), des dépôts détritiques caractéristiques du Plio-Pléistocène du Cotentin, avec des sables graveleux mal classés, peu épais (1,8 m) correspondant aux Sables de la lande de Millières, puis une épaisse série (17 m) de sables quartzeux très fins, micacés azoïques et grains détritiques de glauconie, attribués aux Sables de Saint-Vigor.

Sous ces sables quartzeux, ce sont des sables quartzeux et coquilliers, fins et micacés, avec une macrofaune diversifiée mais usée, puis une épaisse série de marnes sableuses coquillières qui caractérise la Formation des Marnes du Bosq d'Aubigny.

6.4.- Coupe géologique du forage « Village Dorléans » (VDO 001, F4, commune Les Raids)

Le forage VDO 001 réalisé au rotary (de 0 à 100 m), présente cinq unités lithologiques, avec de haut en bas :

• Formations superficielles quaternaires (silts et argiles) : 3 m

- de 0 à 3 m : silts quartzeux azoïques dans une matrice argileuse ocre-jaune.

• Formation sableuse azoïque plio-pléistocène (sables) : 9 m

- de 3 à 11 m : sables graveleux azoïques, hétérométriques, à matrice argileuse, avec galets et graviers roulés à anguleux (quartz filonien, grès feldspathiques, grès paléozoïques).
- de 11 à 12 m : sables fins quartzeux, azoïques, bien classés, à grains détritiques de glauconie.

• Formation sableuse coquillière plio-pléistocène meuble (sables et marnes) : 48 m

- de 12 à 27 m : sables quartzeux et coquilliers, fins, pyriteux, à matrice argileuse, avec grains détritiques de glauconie dispersés. La macrofaune cassée de couleur blanchâtre (Gastéropodes, Lamellibranches,...) est associée à une abondante microfaune benthique (Foraminifères et Ostracodes).

X : 384,177
 Y : 6910,041
 Z : 13 m (EPD)

Les Raids (50, Manche)
 « Village Dorléans » VDO 001 (F4)
 X/XX/2015

Rotary Ste Setrafor
 Carte géologique de Carentan
 BSS : 01176X0092

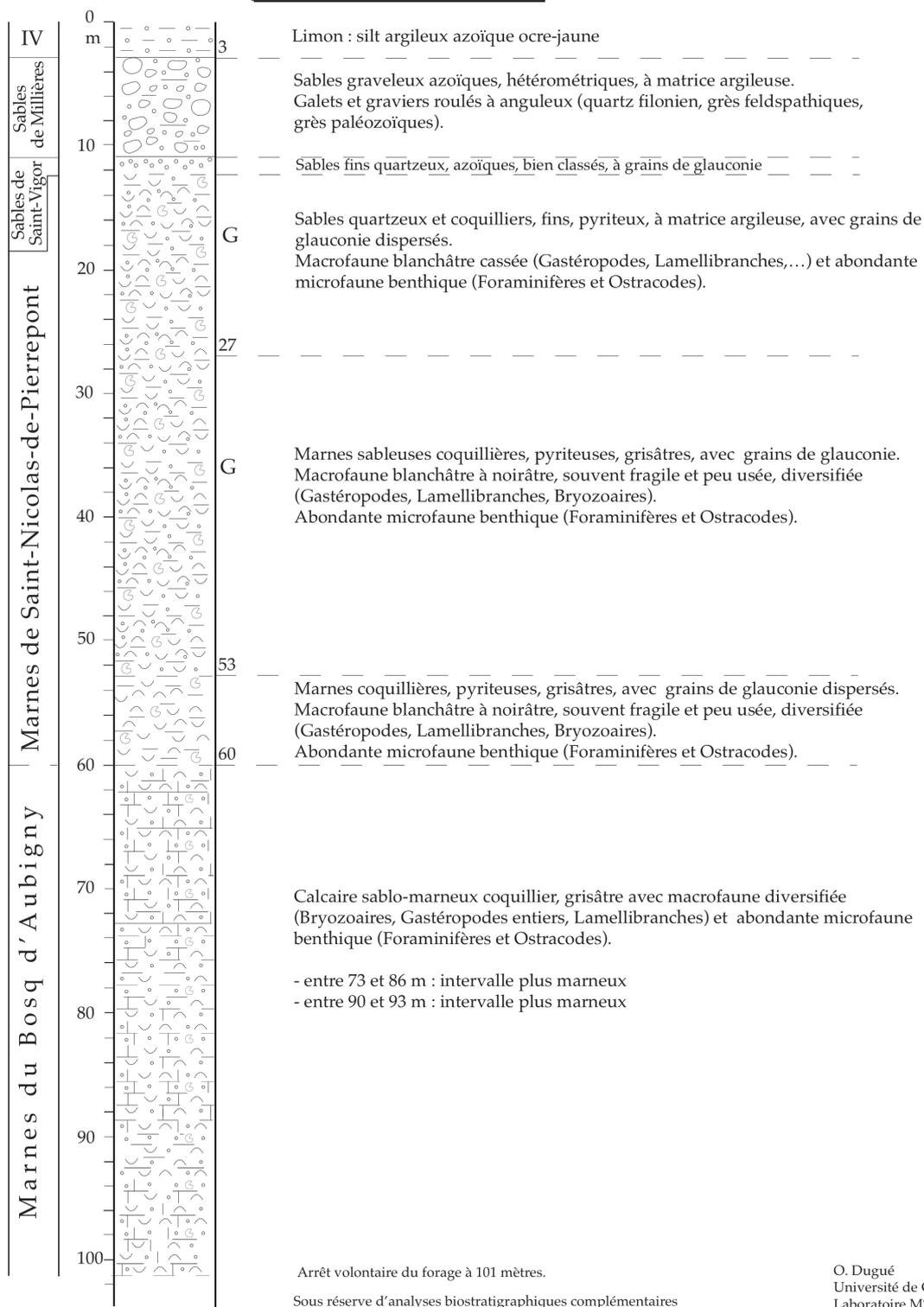


Fig. 7.- Coupe géologique du forage Setrafor « Village Dorléans» (VDO 001, F4), sur la commune de Raids (2015)

- de 27 à 53 m : marnes sableuses coquillières, pyriteuses, grisâtres, avec grains détritiques de glauconie. La macrofaune de couleur blanchâtre à noirâtre est souvent fragile, peu usée et diversifiée (Gastéropodes, Lamellibranches, Bryozoaires). Elle est associée à une abondante microfaune benthique (Foraminifères et Ostracodes).
- de 53 à 60 m : marnes coquillières, pyriteuses, grisâtres, avec grains détritiques de glauconie dispersés. La macrofaune de couleur blanchâtre à noirâtre est fragile, peu usée, et diversifiée (Gastéropodes, Lamellibranches, Bryozoaires), associée à une abondante microfaune benthique (Foraminifères et Ostracodes).

• Formation sableuse coquillière plio-pléistocène meuble à grésifiée (sables et calcaire) : 40 m

- de 60 à 100 m : calcaire sablo-marneux coquillier, grisâtre, peu cimenté, avec une macrofaune diversifiée (Bryozoaires, Gastéropodes entiers, Lamellibranches) et une abondante microfaune benthique (Foraminifères et Ostracodes). Des niveaux plus marneux et meubles sont présents entre 73 et 86 m et entre 90 et 93 mètres.

CONCLUSION

Le forage Village Dorléans (VDO 001, F4, commune des Raids) présente des dépôts caractéristiques du Plio-Pléistocène du Cotentin, sous une épaisse couverture lœssique (3 m). Au sommet, ce sont des sables quartzeux graveleux, azoïques attribués aux Sables de la Lande de Millières (8 m) qui ont érodé des sables quartzeux très fins, azoïques et grains de glauconie, attribués aux Sables de Saint-Vigor (1 m). Les dépôts se caractérisent ensuite par des faciès marneux ou sableux, biodétritiques et quartzeux très épais et toujours très riches en coquilles cassées ou entières de Lamellibranches et de Gastéropodes. Cette puissante série est d'abord représentée par des sables quartzeux et coquilliers (entre 12 et 27 m de profondeur) puis des marnes sableuses coquillières (27 à 53 m de profondeur) et enfin des marnes coquillières (53 à 60 m de profondeur) qui caractérisent la Formation des Marnes de Saint-Nicolas-de-Pierrepont, avec de fréquents épandages de coquilles. À partir de 73 m de profondeur (cotes forage), les marnes et les sables quartzeux et coquilliers, qui deviennent plus cimentés sont attribués aux Marnes du Bosq d'Aubigny. La relative homogénéité de cette unité marneuse nécessiterait des analyses biostratigraphiques complémentaires pour confirmer les divisions lithostratigraphiques proposées. Le socle paléozoïque n'a pas été atteint.

6.5.- Coupe géologique du forage « La Porte des Bosqs » (LPB 001, F5, commune de Marchésieux)

Le forage LPB 001 est réalisé à la tarière (entre 0 et 31,5 m de profondeur), puis au rotary (0 à 134 m de profondeur). Toutefois, le taux de récupération des échantillons (foration au rotary) est très médiocre entre 31,5 et 77 m de profondeur. Le forage présente cinq unités lithologiques, avec de haut en bas :

• Formations superficielles quaternaires (silts et argiles) : 1 m

- de 0 à 1 m : silts quartzeux azoïques dans une matrice argileuse ocre-jaune

• Formation sableuse azoïque plio-pléistocène (sables) : 1,2 m

- de 1 à 2,2 m : sables quartzeux fins micacés, azoïques et bien classés avec grains détritiques de glauconie.

• Formation sableuse coquillière plio-pléistocène meuble (sables et calcaires) : 74,8 m

- de 2,2 à 31,5 m : marnes sableuses coquillières, micacées, homogènes, pyriteuses, grisâtres, avec une macrofaune blanchâtre diversifiée et cassée (Lamellibranches, Gastéropodes, radioles d'Oursins), associée à une abondante microfaune benthique (Foraminifères et Ostracodes).
- de 31,5 à 77 m : absence d'échantillons récupérés.

• Formation sableuse coquillière plio-pléistocène meuble à grésifiée (sables et calcaires) : 45 m

- de 77 à 122 m : marnes silteuses coquillières, pyriteuses, grisâtres (Lamellibranches, Gastéropodes, radioles d'Oursins) et microfaune benthique usée (Foraminifères et Ostracodes), avec fréquents intervalles plus cimentés.

CONCLUSION

Le forage La Porte des Bosqs (LPB 001, F5, commune de Marchésieux) présente des dépôts caractéristiques du Plio-Pléistocène du Cotentin, avec au sommet des sables quartzeux très fins, azoïques et grains de glauconie, attribués aux Sables de Saint-Vigor (1,2 m), sous une couverture lœssique quaternaire d'épaisseur métrique. Entre 2,2 et 31,5 m de profondeur, les dépôts sont des marnes sableuses coquillières avec une riche macrofaune cassée et une abondante microfaune caractérisant la Formation des Marnes du Bosq d'Aubigny.

Entre 31,5 et 77 m, l'absence d'échantillons récupérés ne permet pas de proposer une d'interprétation lithostratigraphique, mais à la reprise de la récupération des échantillons (à partir de 77 m de profondeur, cotes forage) des marnes silteuses coquillières, souvent grésifiées sont retrouvées et attribuées aux Marnes du Bosq d'Aubigny.

Le socle paléozoïque est atteint à 122 m (cote diagraphie).

X : 384,894
Y : 6905,214
Z : 20 m (EPD)

Marchésieux (50, Manche)
« La Porte des Bosqs » LBP 001 (F5)
2015

Tarière BRGM 0-31,5m
Rotary Ste Setrafor 0-134 m
Carte géologique de Carentan
BSS : 01176X0093

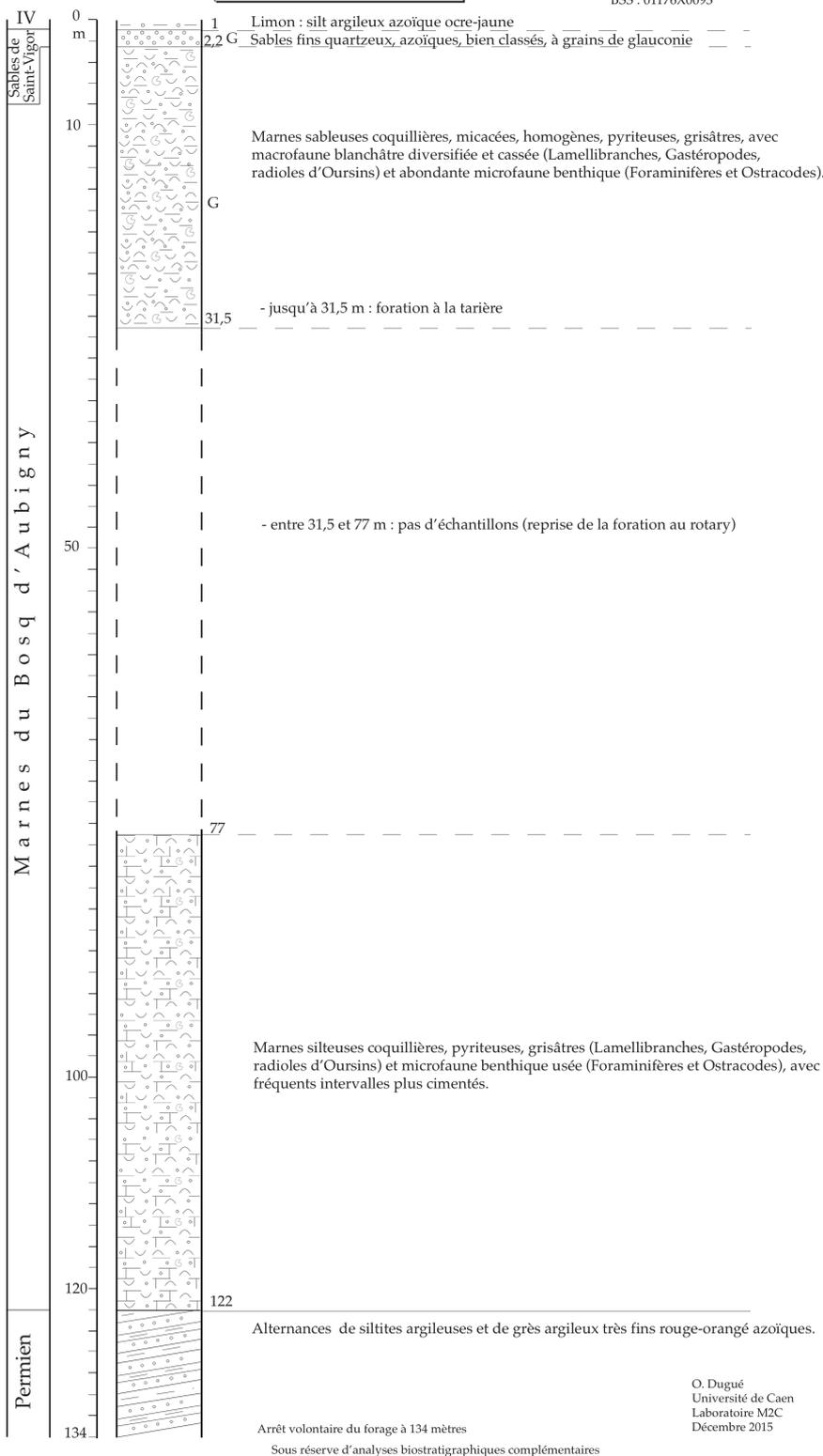


Fig. 8.- Coupe géologique du forage BRGM et Setrafor « La Porte des Bosqs» (LBP 001, F5), sur la commune de Marchésieux (2015)

7. - ETUDE DES DIAGRAPHIES GAMMA-RAY DES CINQ FORAGES ETUDIÉS

Des diagraphies différées du Gamma ray (GR) ont été réalisées pour les cinq forages destructifs, en octobre 2015, par la société LogHydro (22, Bringolo). Le matériel utilisé pour les diagraphies est décrit dans le rapport de LogHydro (Herbreteau, 2015).

La radioactivité naturelle des roches sédimentaires s'explique par la présence de trois éléments radioactifs principaux : U, Th et K, chaque élément émettant un rayonnement propre. La mesure de la radioactivité totale est la somme des trois rayonnements. La mesure de la radioactivité naturelle ou « Gamma Ray » désigne certaines lithologies plus radioactives telles les charbons, les évaporites ou les niveaux argileux. Mais l'analyse faciologique à partir de la seule diagraphie au Gamma ray (GR) est toujours délicate. Il est prudent de la compléter par d'autres diagraphies différées telles le "Neutron" (estimation de la porosité des formations traversées) et la "Densité" (estimation de la lithologie des roches traversées).

7.1.- Forage "Rue de la Cane " (RDC 001, F1, commune de Saint-André-de-Bohon)

Il existe une bonne correspondance entre la diagraphie différée et la coupe lithologique du forage RDC 001 (F1), malgré l'homogénéité des faciès traversés

Les différentes unités diagraphiques reconnues sont :

- entre 0 et 6 m (cote diagraphie) qui pourrait correspondre aux sables graveleux azoïques, hétérométriques, à matrice argileuse ;
- entre 6 et 12 m (cote diagraphie) : unité diagraphique croissante (20 à 30 cps/s en moyenne) correspondant aux sables quartzeux fins bien classés des Sables de Saint Vigor ;
- entre 12 et 65 m (cote diagraphie) : unité diagraphique homogène (20 cps/s en moyenne) correspondant aux sables quartzeux et coquilliers, moyens à grossiers de la Formation du Falun de Bohon ;
- entre 65 et 75 m (cote diagraphie) : unité diagraphique décroissante (40 à 20 cps/s en moyenne) correspondant à des sables quartzeux et coquilliers, plus argileux du Falun de Bohon ;
- entre 75 et 77 m (cote diagraphie) : unité diagraphique décroissante (40 à 20 cps/s en moyenne) correspondant à des sables quartzeux et coquilliers, plus argileux du Falun de Bohon ;
- à partir de 77 m (cote diagraphie) : unité diagraphique (> 30 cps/s en moyenne) correspondant aux argilites et grès fins permien.

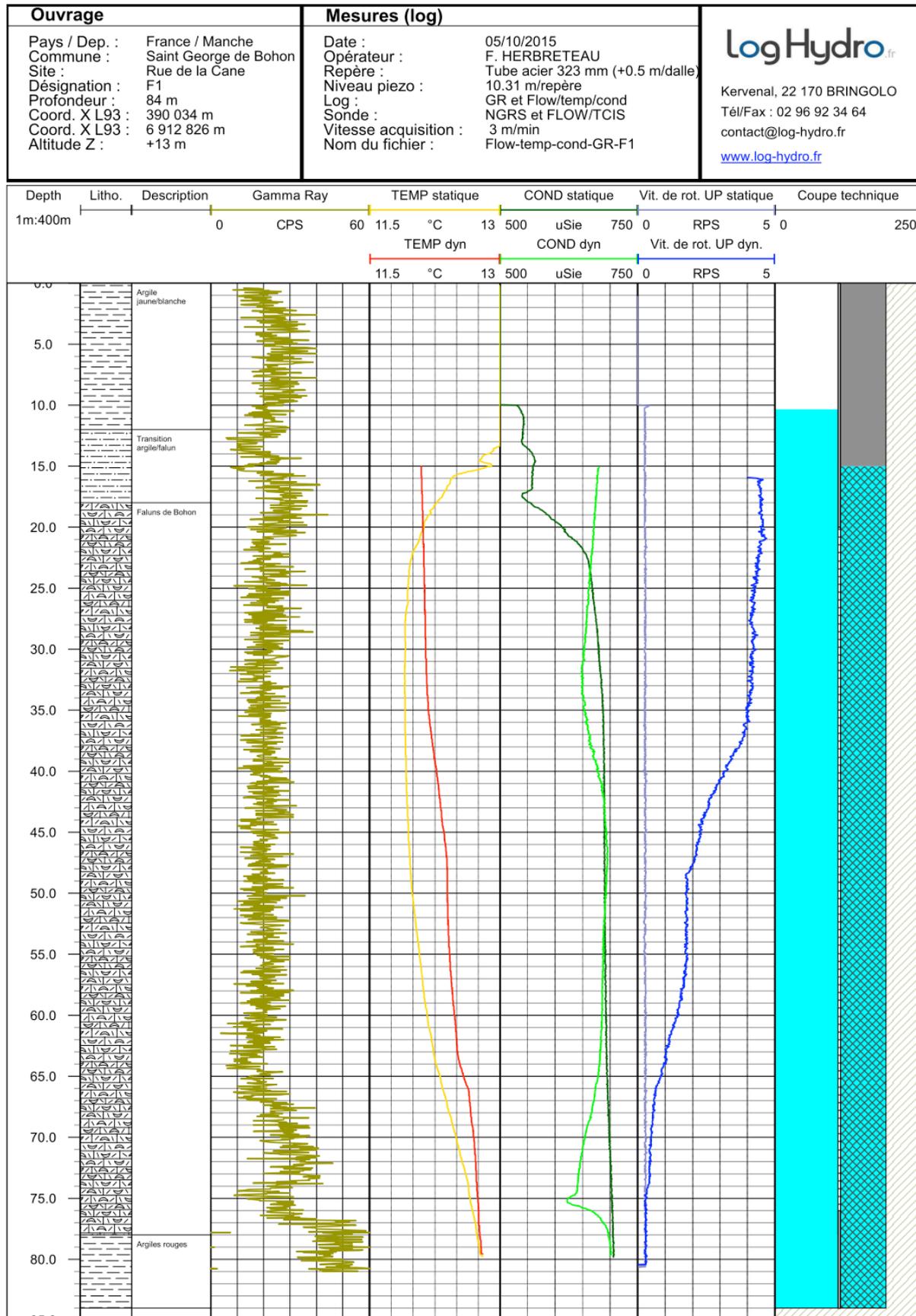


Fig. 9.- Diagraphie Gamma ray du forage « Rue de la Cane » (RDC 001, F1) (LogHydro, 2015)

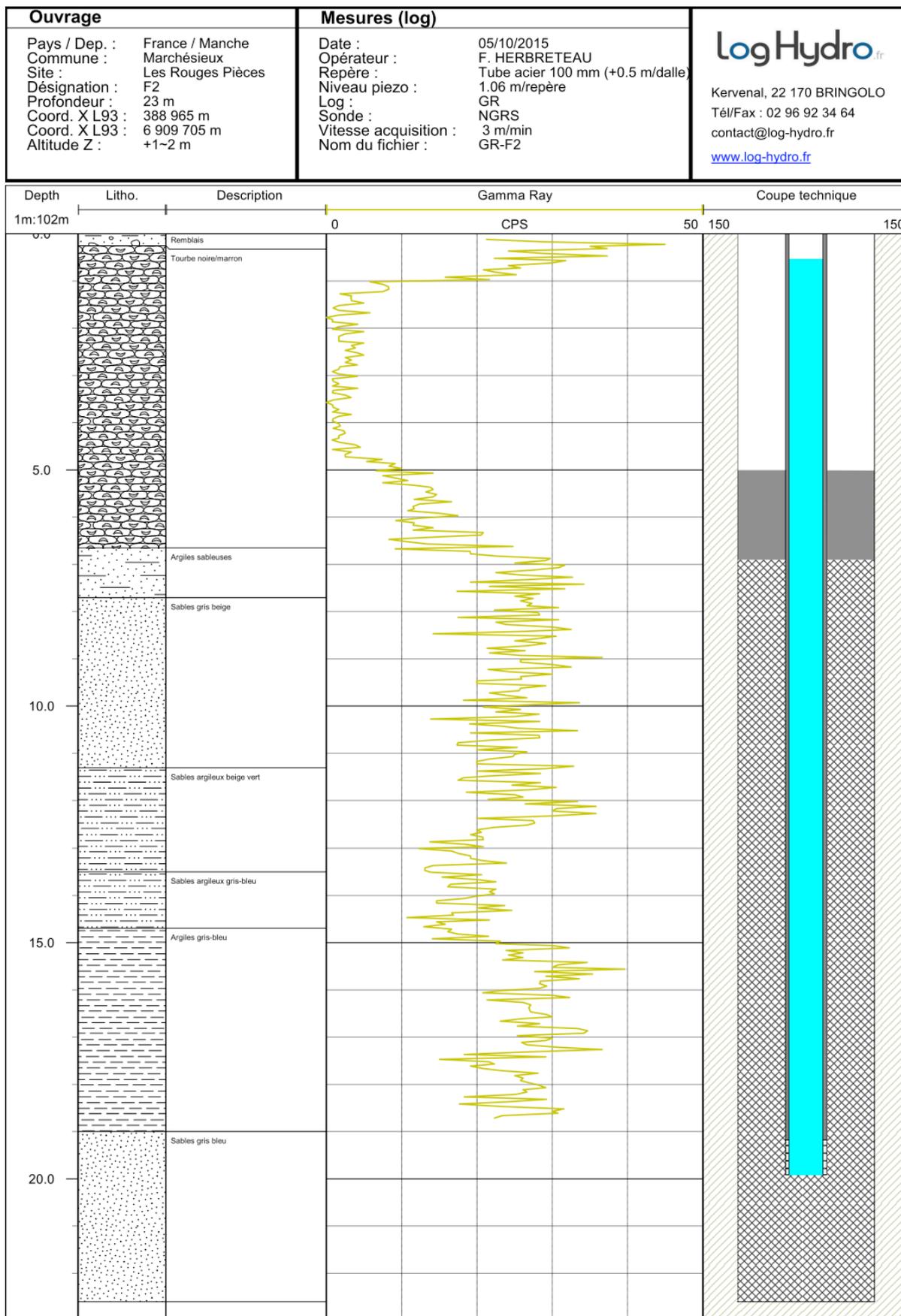


Fig. 10.- Diagraphie Gamma ray du forage « Les Rouges pièces » (LRP 001, F2) (LogHydro, 2015)

7.2.- Forage "Les Rouges pièces " (LRP 001, F2, commune de Marchésieux)

La correspondance entre la diagraphie différée et la coupe lithologique du forage LRP 001 (F2), est médiocre, indiquant un étirement des dépôts lors de la foration à la tarière.

Les différentes unités diagraphiques reconnues sont :

- entre 0 et 1 m (cote diagraphie) : unité diagraphique croissante (15 à 40 cps/s en moyenne) qui correspondrait aux remblais, puis au début d'un intervalle de tourbes ;

- entre 1 et 5 m (cote diagraphie) : unité diagraphique homogène (5 cps/s en moyenne) correspondant aux tourbes ;

- entre 5 et 6,7 m (cote diagraphie) : unité diagraphique décroissante (20 à 10 cps/s en moyenne) correspondant aux argiles silteuses avec intercalations tourbeuses surmontées par des tourbes holocènes ;

- entre 6,7 et 12,8 m (cote diagraphie) : unité diagraphique homogène (25 cps/s en moyenne) correspondant à des argiles holocènes ;

- entre 12,8 et 15 m (cote diagraphie) : unité diagraphique homogène (15 cps/s en moyenne) correspondant à des graviers et sables holocènes ;

- entre 15 et 18,5 m (cote diagraphie) : unité diagraphique croissante (20 à 30 cps/s en moyenne) correspondant à des alternances de sables quartzeux et coquilliers et de marnes sableuses coquillières des Marnes du Bosq d'Aubigny.

En prenant la base de l'intervalle graveleux et sableux holocène, comme repère de calage entre la coupe lithologique d'une part (base graveleuse à 11,3 m, cote forage) et la coupe diagraphique d'autre part (base graveleuse à 15 m, cote diagraphie), l'étirement des argiles holocènes sus-jacentes est estimée à environ 3,7 m, donnant une épaisseur totale d'environ 15 m, pour les dépôts holocènes du forage LRP 001.

7.3.- Forage " Transformateur » " (RTE 001, F3, commune de Saint-Sébastien-de-Raids)

La mesure de la diagraphie différée a été réalisée jusqu'à 30 m de profondeur, la partie inférieure du forage à la tarière ayant été comblée (entre 30 et 48,60 m).

La correspondance reste délicate à établir entre la diagraphie différée et la coupe lithologique du forage RTE 001 (F3). Les différentes unités diagraphiques reconnues sont :

- entre 0 et 3 m (cote diagraphie) qui pourrait correspondre aux limons silto-argileux recouvrant des sables graveleux azoïques, à matrice argileuse de la Formation des Sables de la Lande de Millières ;

- entre 3 et 5 m (cote diagraphie) : unité diagraphique croissante (20 à 50 cps/s en moyenne) puis décroissante (50 à 20 cps/s en moyenne) correspondant au sommet plus argileux des sables quartzeux fins bien classés des Sables de Saint Vigor ;

- entre 5 et 15 m (cote diagraphie) : deux unités diagraphiques de 3 à 4 m d'épaisseur présentant des niveaux sablo-argileux (20 à 30 cps/s en moyenne) et des intervalles sableux peu argileux (10 cps/s en moyenne), correspondant aux Sables de Saint Vigor ;
- entre 15 et 20 m (cote diagraphie) : unité diagraphique plus homogène (20 à 30 cps/s en moyenne) correspondant à un intervalle sableux plus argileux des Sables de Saint Vigor ;
- entre 20 et 28 m (cote diagraphie) : unité diagraphique décroissante vers le haut (40 à 20 cps/s en moyenne) correspondant à des sables quartzeux et coquilliers, plus argileux, des Marnes du Bosq d'Aubigny.

7.4.- Forage " Village Dorléans " (VDO 001, F4, commune de les Raids)

La correspondance est difficile à établir entre la diagraphie différée et la coupe lithologique du forage VDO 001 (F4). Les différentes unités diagraphiques reconnues sont :

- entre 0 et 7 m (cote diagraphie) qui correspondrait aux limons silto-argileux puis des sables graveleux azoïques, à matrice argileuse de la Formation des Sables de la Lande de Millières ;
- entre 7 et 12 m (cote diagraphie) : unité diagraphique décroissante vers le haut (40 à 10 cps/s en moyenne) correspondant au sommet plus argileux des Sables de Saint Vigor surmontés par la Formation des Sables de la Lande de Millières ;
- entre 12 et 69 m (cote diagraphie) : deux unités diagraphiques d'environ 25 m d'épaisseur présentant des niveaux sableux à la base (20 cps/s en moyenne) et évoluant vers des niveaux argilo-sableux (40 à 50 cps/s en moyenne) et correspondant aux marnes sableuses coquillières et sables quartzeux et coquilliers fins des Marnes de Saint-Nicolas-de-Pierrepont ;
- à partir de 69 m (cote diagraphie) : unité diagraphique homogène (40 cps/s en moyenne) correspondant aux calcaires sablo-marneux coquilliers des Marnes du Bosq d'Aubigny.

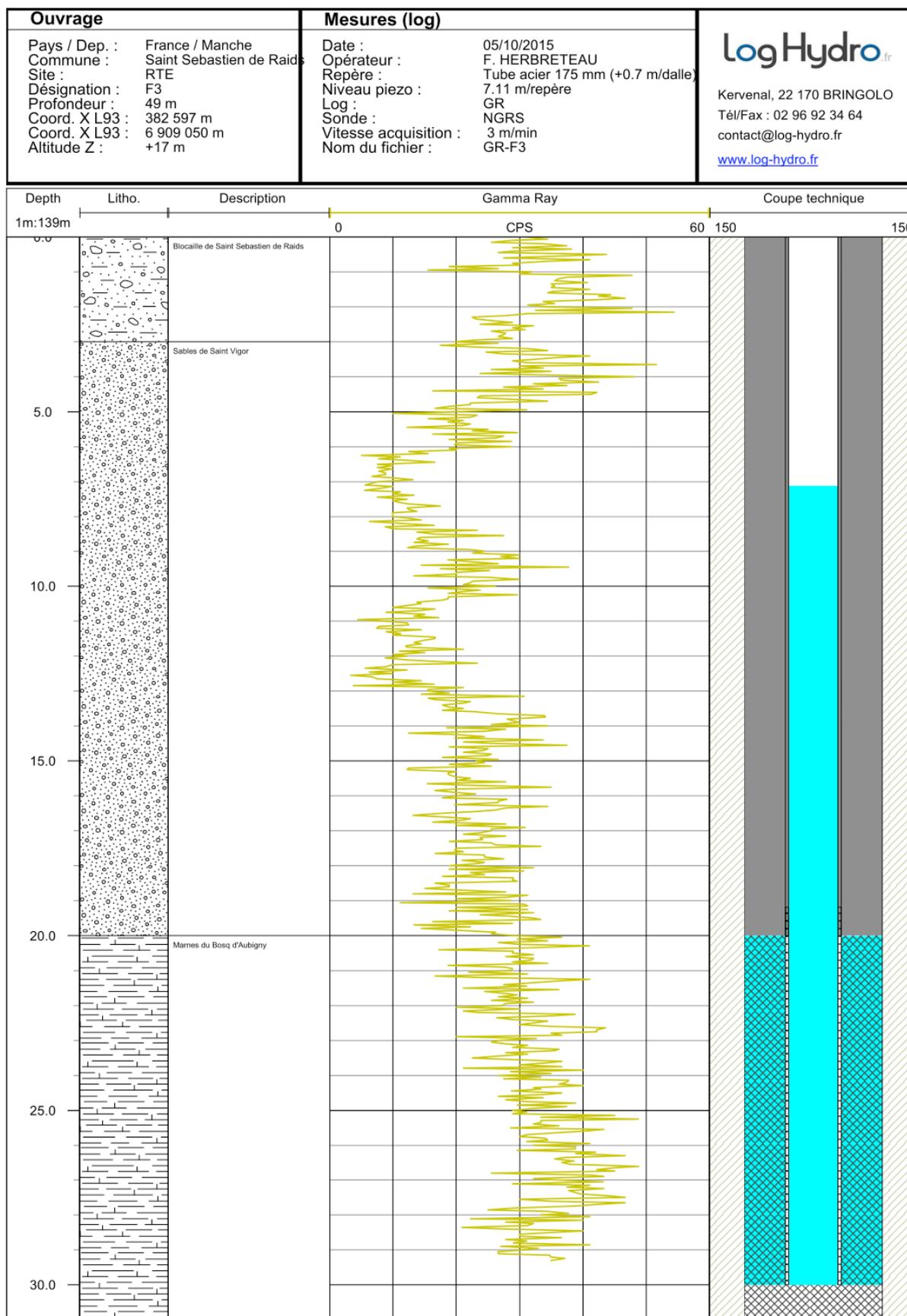


Fig. 11.- Diagraphie Gamma ray du forage « Transformateur » (RTE 001, F3) (LogHydro, 2015)

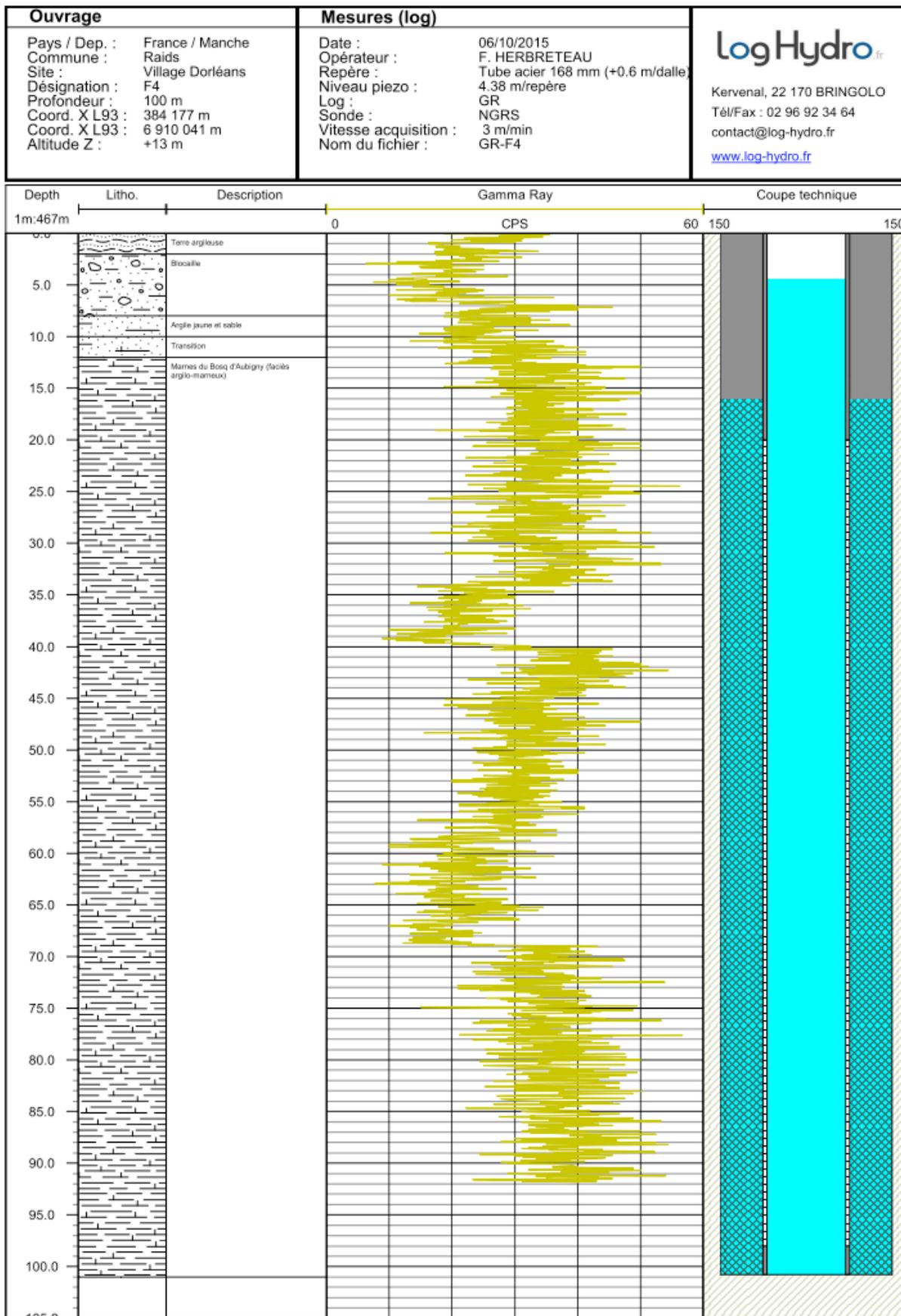


Fig. 12.- Diagraphie Gamma ray du forage « Village Dorléans » (VDO 001, F4) (LogHydro, 2015)

7.5.- Forage " La Port des Bosqs " (LBP 001, F5, commune de Marchésieux)

La diagraphie différée du forage LBP 001 permet de compléter la coupe lithologique, pour l'intervalle entre 31,5 et 77 m (cote forage), en l'absence d'échantillons récupérés.

Les différentes unités diagraphiques reconnues sont :

- entre 0 et 2 m (cote diagraphie) qui correspondrait aux limons silto-argileux recouvrant des sables quartzeux azoïques, de la Formation des Sables de Saint-Vigor ;
- entre 2 et 22 m (cote diagraphie) : unité diagraphique croissante (de 30 à 50 cps/s en moyenne), marquant une augmentation de la phase argileuse des Marnes du Bosq d'Aubigny ;
- entre 22 et 29 m (cote diagraphie) : unité diagraphique décroissante (de 48 à 30 cps/s en moyenne) ;
- entre 29 et 109 m (cote diagraphie) : unité diagraphique homogène (35 cps/s en moyenne) correspondant aux calcaires sablo-marneux coquilliers des Marnes du Bosq d'Aubigny ;
- entre 109 et 118 m (cote diagraphie) : unité diagraphiques homogène plus sableuse (20 cps/s en moyenne) correspondant aux Marnes du Bosq d'Aubigny.

7.6.- Conclusion

Le tableau ci-dessous résume les différentes formations géologiques traversées avec leurs épaisseurs relatives estimées dans les cinq forages étudiés.

	RDC 001 (Rue de la Cane) Saint-André- de-Bohon (2015)	LRP 001 (Les rouges Pièces) Marchésieux (2015)	RTE 001 (transformateur) Saint-Sébastien- de-Raids (2015)	VDC 001 (Village Dorléans) Raids (2015)	LPB 001 (La Porte des Bosqs) Marchésieux (2015)
	rotary	tarière	tarière	rotary	tarière puis rotary
Sables, argiles et tourbes holocènes		6,65 m			
Formations superficielles		4,65 m	1,2 m	3 m	1 m
Sables de la Lande de Millières	6 m	/	1,8 m	8 m	/
Sables de Sant-Vigor	6 m	/	17 m	1 m	1,1 m
Marnes de Saint-Nicolas-de-Pierrepont				48 m	
Falun de Bohon	42 m				
Marnes du Bosq d'Aubigny		> 11,3 m	> 29 m	> 41 m	119,8 m
Paléozoïque (Permien)	à -78 m (γR)				> 14 m

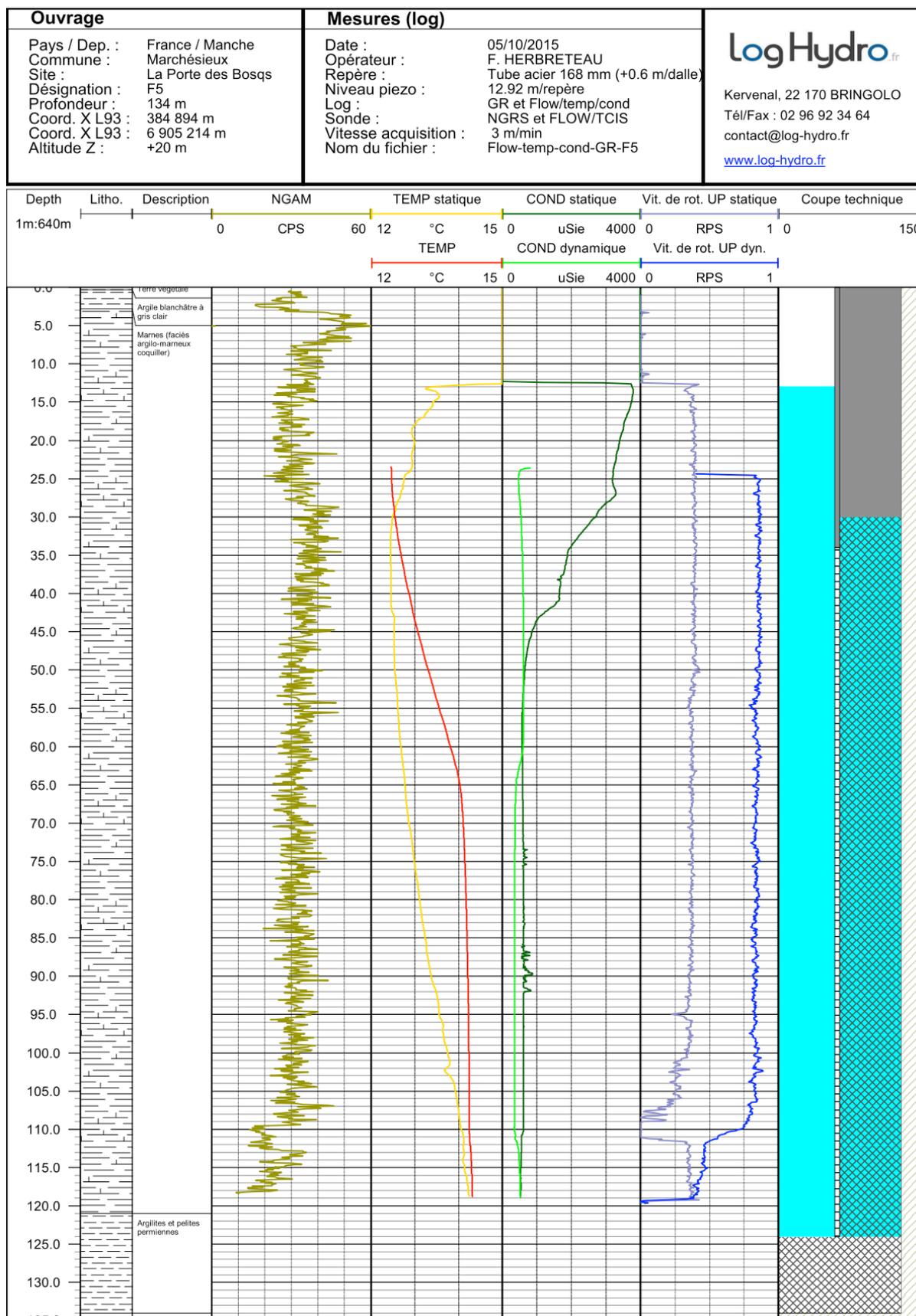


Fig. 13.- Diagraphie Gamma ray du forage « La Porte des Bosqs » (LBP 001, F5) (LogHydro, 2015)

8. - COMPARAISON DES CINQ FORAGES ETUDIÉS AVEC LES AUTRES FORAGES DU BASSIN PLI-QUATÉRNAIRE DE MARCHÉSIEUX

Depuis les années 1970, le bassin de Marchésieux a été traversé par une centaine de forages destructifs de profondeur variable et d'inégal intérêt stratigraphique, dans le cadre de recherches hydrogéologiques. Bon nombre des échantillons de ces forages, conservés dans les collections universitaires de Caen, ont été révisés (Baize, 1998 ; Dugué *et al.*, 2000), pour simplifier les précédentes divisions stratigraphiques. Par ailleurs, quelques forages ont bénéficié d'analyses biostratigraphiques confirmant les corrélations à travers le bassin de Marchésieux. Enfin, le bassin a été traversé par deux forages carottés, au Bosq (BOS, 1976, 78,5 m BSS n° 1176X0016) et à Marchésieux (LSM, 1980, 162 m, BSS n° 176X0045).

Dans le cadre du programme de recherches du bassin de Marchésieux, plusieurs prospections géophysiques, financées par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, le conseil Départemental de la Manche et le BRGM, ont été menées entre décembre 2012 et juillet 2015 (Vittecoq *et al.*, 2015). Deux campagnes sismiques complétées par des mesures gravimétriques ont permis de fournir une carte du toit du Permien, et d'évaluer l'épaisseur du remplissage sédimentaire, avec une précision de l'ordre de la dizaine de mètres. La prospection gravimétrique a mis en évidence une remontée du toit du substratum permien, vers le nord-est. Huit profils électriques (MAR 1 à 7 et SAY 1) réalisés à travers le bassin de Marchésieux ont identifié plusieurs faciès électriques qui sont étalonnés à partir des forages déjà existants ou réalisés durant la campagne 2015, permettant d'identifier les formations géologiques traversées dans le bassin de Marchésieux (Vittecoq *et al.*, 2015).

8.1.- Forage "Rue de la Cane " (RDC 001, F1, commune de Saint-André-de-Bohon)

Le forage RDC 001 a été réalisé pour préciser l'épaisseur et les caractères lithologiques du Falun de Bohon. Il est situé sur le profil électrique MAR 2 et il est proche d'autres forages : Corbinerie (BSS n° 01173X0021, 1996) et Saint-André-de-Bohon (SAB 001, 1996), L'Ange (T72, BSS n° 01173X0011, 30 m, 1980).

La coupe du forage RDC 001 (F1) a confirmé la succession stratigraphique de ce secteur, en bordure orientale du bassin de Marchésieux, avec de haut en bas :

- Sables de Saint-Vigor ;
- sables gréseux et coquilliers, et calcaires coquilliers gréseux, très épais du Falun de Bohon.

La granulométrie très variable des bioclastes et grains de quartz s'explique par des changements hydrodynamiques dans la sédimentation. De telles alternances de sables grossiers à graveleux et de sables plus fins s'observent à l'affleurement, à Saint-Georges-de-Bohon.

Le substratum permien n'a pas été atteint, mais il est décrit dans les forages les plus profonds (ex. La Lande, 1998).

8.2.- Forage "Les Rouges Pièces " (LRP 001, F2, commune de Marchésieux)

Le forage LRP 001 (F2) a été implanté dans la zone humide des Rouges Pièces (Grand Marais) pour préciser l'épaisseur et les lithologies des sédiments holocènes. Il a été positionné sur le profil électrique MAR 7 passant à travers les marais holocènes. À la confluence de la Taute et du Lozon, les forages traversant les marais sont peu nombreux. Le forage T61 (BSS n°1176X0026, 1978, 11,5 m) qui est le plus proche a permis d'étalonner les faciès électriques.

Au droit du forage LRP 001, le substratum du Grand marais est constitué d'alternances d'épaisseur métrique de sables quartzeux et coquilliers et de marnes sableuses coquillières attribuées aux Marnes du Bosq d'Aubigny. Les dépôts sont meubles et peu cimentés. La Formation du Falun de Bohon et le substratum permien n'ont pas été recoupés, mais le Falun de Bohon est décrit dans le forage T61, sous les Sables de la Lande de Millières.

Le substratum argilo-sableux plio-pléistocène est incisé par une nappe alluviale grossière, granodécroissante (graviers/sables/argiles) et azoïque, dont l'épaisseur est estimée à environ 15 m, à partir de la diagraphie (5,7 m sur la coupe). Elle correspond à une terrasse récente du Lozon datée du Pléistocène supérieur ?

Le colmatage argilo-toubeux holocène du Grand marais a une épaisseur actuelle d'environ 7 mètres. Il correspond à deux intervalles de tourbes entrecoupés par des argiles tourbeuses, les tourbes les plus anciennes étant les plus compactes.

Les coupes stratigraphiques détaillées traversant les tourbes de ces marais sont rares. D'anciennes coupes ont été décrites au lieu-dit « l'Angle » (rapport Dangeard, 1949 ; Elhaï, 1963) complétées par des analyses polliniques dans les tourbes holocènes (Elhaï, 1963). Ces coupes confirment la présence d'une nappe graveleuse et sableuse lenticulaire, rapportée au Würm (ou Weichsélien), sous des tourbes et argiles tourbeuses dont l'épaisseur avoisine 10 m, et incisant des sables marneux et coquilliers. Ces dépôts alluviaux du dernier épisode glaciaire a sans doute érodé et remanié la couverture sableuse de ces marais (Sables de Saint Vigor, Sables de la lande de Millières et loëss)

8.3.- Forage "Transformateur " (RTE 001, F3, commune de Saint-Sébastien-de-Raids)

Le forage RTE 001 (F3) a été implanté entre les vallées de l'Holerotte au Nord et de la Taute au Sud. Il est situé sur le profil électrique MAR 5 réalisé le long de la route. Les forages les plus proches du forage RTE 001 sont situés dans le quart NE, avec les forages T23, au lieu-dit Les Finels (BSS n° 1176X0018, 1980, 30 m) et SCY, au Scy (BSS n° 1175X0037, 1994, 50 m).

La coupe du forage RTE 001 a mis en évidence des Sables de Saint-Vigor très épais, recouvrant une série de sables quartzeux et coquilliers et de marnes coquillières, de la Formation des Marnes du Bosq d'Aubigny. En revanche, l'épaisseur des Sables de la Lande de Millères est plus faible ; cette formation sableuse pléistocène est décrite au lieu-dit Les Finels (T23, BSS n° 1176X0018) et au Scy (SCY, BSS n° 1175X0037). Sous ces sables quartzeux, l'épaisse série marneuse coquillière trouvée dans le forage RTE 001 est attribuée aux Marnes du Bosq d'Aubigny, tandis que plus au Nord-Est, dans le secteur du village de Raids, la formation des Marnes de Saint-Nicolas-de-Pierrepont repose sur les Marnes du Bosq d'Aubigny (ex. Le Clos Castel, S12, 1980, BSS n° 1176X0027). Une analyse biostratigraphique des marnes prélevées dans le forage RTE 001 serait donc souhaitable pour confirmer cette interprétation.

8.4.- Forage "Village Dorléans " (VDO 001, F4, commune de Raids)

La coupe du forage VDO 001 a traversé de haut en bas, la Formation des Sables de Millères qui a érodé la presque totalité des Sables de Saint-Vigor sous-jacents, puis une épaisse série marneuse coquillière des Marnes de Saint-Nicolas-de-Pierrepont, puis des Marnes du Bosq d'Aubigny.

Le substratum permien n'a pas été atteint. La succession de deux formations marneuses pléistocènes est toujours délicate à interpréter, en l'absence de données biostratigraphiques complémentaires. La distinction est basée sur le degré d'usure du matériel coquillier et sur la présence d'une cimentation agglomérant autour des sables quartzeux et coquilliers.

Cette succession stratigraphique est également retrouvée dans plusieurs forages proches, au Clos Castel (S12, 1980, marteau fond trou, BSS n°1176X0027), et au Village des Gardinières (T32, 1979, tarière, BSS n°1176X0019).

8.5.- Forage "La Porte des Bosqs " (LPB 001, F5, commune de Marchésieux)

Le forage LBP 001 (F5) a été implanté le long de la RD 900 entre Périers et Saint-Lô, sur les hauteurs des Marais de Saint Clair. Il est situé sur le profil électrique MAR 4.

La coupe du forage LBP 001 a mis en évidence la Formation des Sables de Saint-Vigor recouvrant une très épaisse série marneuse coquillière des Marnes du Bosq d'Aubigny. Le substratum permien a été atteint à -122 m (cote forage).

Les forages les plus proches autour du forage LPB 001 sont le forage carotté du Bosq d'Aubigny (BOS, BSS n° 1176X001) réalisé en 1976, à environ 1 km à l'Est et le forage à la tarière de la Taneusserie (TAN, 1994, BSS n° 1176X0053), à 2 km au NE. Les coupes de ces forages confirment la succession stratigraphique décrite dans le forage LPB 001.

9.- CONCLUSION GENERALE

L'étude stratigraphique des cinq forages réalisés en 2015, dans le bassin plio-quadernaire de Marchésieux a permis de mettre en évidence :

- une couverture de formations argilo-tourbeuse et tourbeuse, azoïque, d'épaisseur plurimétrique dans le Grand Marais, reposant sur une nappe lenticulaire alluviale grossière du Pléistocène supérieur ?, au contact de marnes sableuses coquillères du Pléistocène inférieur ;
- la présence des Marnes de Saint-Nicolas-de-Pierrepoint dans la forage VDO 001 (Village Dorléans), reposant sur les Marnes du Bosq d'Aubigny ;
- la présence d'un calcaire coquillier gréseux et ferrugineux (Falun de Bohon), au contact du socle permien, autour du forage RDC 001 ;
- un socle d'argilites et de grès très fins permien, dans les forages étudiés les plus profonds.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAIZE S. (1998). - Tectonique, eustatisme et climat dans un système géomorphologique côtier : le nord-ouest de la France au Plio-Pléistocène : exemple du Cotentin (Normandie). Thèse université de Caen 333 p., Document du BRGM n° 289, 1999.
- BAIZE S., CAMUZARD J.-P., FRESLON M., LANGEVIN C. ET LAIGNEL B. (1998). - Notice explicative, carte géol. France (1/50 000), feuille Carentan (117). *Bureau de Rech. Géol. et Min.*, 83 p. Baize *et al.*, 1998 carte géologique Carentan
- BREBION P., BUGÉ E., FILY G., LAURIAT A., MARGEREL J.-P. & PAREYN C. (1975). - Le Quaternaire ancien de Saint-Nicolas-de-Pierrepont et Saint-Sauveur-de-Pierrepont (Manche). - *Bull. Soc. linn. Normandie*, 104, p. 70-108.
- DUGUE O. (2003). - The Pliocene to early Pleistocene marine to fluvial succession of the Seuil du Cotentin basins (Armorican Massif, Normandy, France). - *Journ. Quaternary Science*, 18, (3-4), pp. 215-226.
- DUGUE O., CLET-PELLERIN M., WALTER A.-V., BAIZE S. ET COUTARD J.-P. (1997). - Enregistrement d'un interglaciaire du Pléistocène inférieur dans des tourbes du Seuil du Cotentin (Normandie, France). - *Comptes Rendus Académie des Sciences*, Paris, 324, 11a, p. 583-590.
- DUGUE O., POUPINET N., BAIZE S., AUFFRET J.-P., COUTARD J.-P., OZOUF J.-C. ET CLET-PELLERIN M. (2000). - Stratigraphie du Plio-Pléistocène de Normandie (France) : les séries marines et fluviales du bassin de Carentan-Sainteny. - *Géologie de la France*, 3, p. 99-125.
- DUGUE O., LAUTRIDOU J.-P., QUESNEL F., POUPINET N., CLET M., CAMUZARD J.-P., COUTARD S., BOURDILLON C., FRESLON M., AUFFRET J.-P., LAVILLE E. & GAIN O. (2005). - Le Cotentin du Mésozoïque au Cénozoïque. - *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 42, 2, p. 6-68.
- GARCIN M., FARJANEL G., COURBOULEIX S., BARRIER, P., BRACCINI E., BREBION P., CARBONEL G., CARRIOL R. P., CASANOVA J., CLET-PELLERIN, M., JANIN, M. C., JEHENNE F., JOLLY M. C., LAURIAT-RAGE A., MERLE D., MORZADEC-KERFOURN M.-T., PAREYN C., ROSSO A., SANOGO A., TOUMARKINE M., WILLIAMSON D. (1997). La "Longue séquence" pliocène de Marchésieux (Manche). Résultats analytiques et premiers éléments d'interprétation. - *Géologie de la France*, 3, p. 1-40.
- HERBRETEAU F. (2015). - Diagraphies de production au micromoulinet des forages F1 et F5 et diagraphies gamma-ray des ouvrages F1, F2, F3, F4 et F5. Sous-bassin de Marchésieux. Communes de Marchésieux, Saint André de Bohon, Saint Sébastien de Raids et Raids (50) rapport LogHydro, 37 p.
- LAURENT A. & N'GOM M. (2014). - Amélioration de la connaissance géologique et hydrogéologique du sous-bassin de Marchésieux. Phase 1 : Synthèse des données existantes. Rapport final. BRGM/RP-62855-FR. Février 2014
- PAREYN C. (1968). - Aperçu sur le Néogène et les formations qui constituent le substratum de la tourbière de Baupte (Manche). Compte rendu du Colloque international pour l'étude du Néogène nordique, France, 1965. - *Mémoire de la Société géologique et minéralogique de Bretagne*, XIII, p. 99-103.
- PAREYN C. (1980). - Mise en évidence d'une activité néotectonique pliocène et quaternaire dans le Cotentin, le bassin de Carentan et le Bessin (Manche et Calvados). - *Bulletin de la Société géologique de France*, XXII, pp. 695-701.
- PAREYN C. (1984). - Faciès, épaisseurs et relations stratigraphiques des unités du "Pliocène" de Normandie. Données fournies par les forages récents. 10^e Réunion annuelle des Sciences de la Terre, Bordeaux.

PAREYN C. (1987). - Sédiments marins néogènes et pléistocènes de Normandie : onze unités stratigraphiques, 400 m démontrés en épaisseur cumulée, ça compte. Bilan de 10 ans d'exploration sous les marais de Carentan. - *Bulletin du Centre Géomorphologie du CNRS*, 32, 127-159.

PAREYN C., BREBION P., BUGÉ E., CARRIOL R.-P., LAURIAT-RAGE A., LE CALVEZ Y. ET ROMAN J. (1983). - Le gisement pliocène de Cricqueville-en-Bessin (Calvados). Étude géologique et paléontologique. - *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 4, 5, C, 4, p. 367-405.

VITTECOQ B., JACOB T., BALTASSAT J.M., MATHIEU F., PAQUET F., BITRI A., SAMYN K. & DUGUE O. (2015). - Amélioration de la connaissance géologique et hydrogéologique du sous-bassin de Marchésieux. Phase 2 : Résultats des investigations géophysiques. Rapport final. BRGM/RP-65218-FR. Novembre 2015.

TABLE DES MATIERES

1.- INTRODUCTION.....	3
2.- OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	3
3.- LA SERIE PLIO-QUATERNAIRE DU BASSIN DE MARCHESIEUX	3
3.1.- Historique des études géologiques dans le bassin de Marchésieux, état de la question	4
3.2.- Le bassin de Sainteny-Marchésieux	5
4.- LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES CINQ FORAGES DANS LE BASSIN DE MARCHESIEUX	9
5.- METHODOLOGIE D'ETUDE	11
6.- COUPES GEOLOGIQUES DES CINQ FORAGES ETUDIES	11
6.1.- Coupe géologique du forage "Rue de la Cane " (RDC 001, F1, commune de Saint-André-de-Bohon)	11
6.2.- Coupe géologique du forage "Les Rouges pièces" (LRP 001, F2, commune de Marchésieux).....	13
6.3.- Coupe géologique du forage « Transformateur » (RTE 001, F3 commune de Saint-Sébastien-de-Raids)	15
6.4.- Coupe géologique du forage « Village Dorléans » (VDO 001, F4, commune Les Raids) ..	17
6.5.- Coupe géologique du forage « La Porte des Bosqs » (LPB 001, F5, commune de Marchésieux).....	19
7.- ETUDE DES DIAGRAPHIES GAMMA-RAY DES CINQ FORAGES ETUDIES.....	22
7.1.- Forage "Rue de la Cane " (RDC 001, F1, commune de Saint-André-de-Bohon)	22
7.2.- Forage "Les Rouges pièces " (LRP 001, F2, commune de Marchésieux).....	25
7.3.- Forage " Transformateur » " (RTE 001, F3, commune de Saint-Sébastien-de-Raids)	25
7.4.- Forage " Village Dorléans " (VDO 001, F4, commune de les Raids).....	26
7.5.- Forage " La Port des Bosqs " (LBP 001, F5, commune de Marchésieux)	29
7.6.- Conclusion	29
8.- COMPARAISON DES CINQ FORAGES ETUDIES AVEC LES AUTRES FORAGES DU BASSIN PLI-QUATERNAIRE DE MARCHESIEUX.....	31
8.1.- Forage "Rue de la Cane " (RDC 001, F1, commune de Saint-André-de-Bohon)	31
8.2.- Forage "Les Rouges Pièces " (LRP 001, F2, commune de Marchésieux)	32
8.3.- Forage "Transformateur " (RTE 001, F3, commune de Saint-Sébastien-de-Raids)	32
8.4.- Forage "Village Dorléans " (VDO 001, F4, commune de Raids).....	33
8.5.- Forage "La Porte des Bosqs " (LPB 001, F5, commune de Marchésieux)	33
9.- CONCLUSION GENERALE.....	34
Références bibliographiques.....	35



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

Direction régionale Basse-Normandie
4 avenue de Cambridge
Bat. C, 2^{ème} étage
14200 – Hérouville-Saint-Clair – France
Tél. : 02 31 06 66 40