

Programme de surveillance des eaux souterraines de Mayotte

Campagne 2008/2009 – piézomètre 12306X0053/PZ5
(Digo)

Rapport final

BRGM/RP-56781-FR
Septembre 2009

Convention ONEMA/BRGM 2008

A.MALARD

Vérificateur :

Nom : M.PARIZOT

Date :

Signature :

Approbateur :

Nom : P.PUVILLAND

Date : 15/09/2009

Signature :

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : aquifères volcaniques, hydrogéologie, piézomètre, réseau de surveillance des eaux souterraines, Mayotte, Comores, France

Malard A. (2009) - Programme de surveillance des eaux souterraines de Mayotte - Campagne 2008/2009 – piézomètre 12306X0053/PZ5 (Digo). BRGM/RP-56781-FR, 60 p., 9 ill., 3 tab., 5 ann.

Synthèse

Depuis 2006, l'Etat a chargé le BRGM du suivi de l'état quantitatif des eaux souterraines de Mayotte.

Le piézomètre de Digo (commune de Tsingoni, inscrit dans la BSS sous l'identifiant 12306X0053/PZ5) est réalisé dans le cadre du programme de surveillance des eaux souterraines de Mayotte ; programme initié suite à la signature de la convention de partenariat ONEMA/BRGM le 23 janvier 2008 et qui s'intègre dans le cadre de la convention nationale d'« Objectifs 2008-2009 sur la connaissance, le suivi et la gestion des eaux souterraines ». Le piézomètre de Digo intégrera le réseau de surveillance quantitatif des eaux souterraines au titre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (cf. rapport BRGM/RP-56772-FR) opérationnel en 2009 en tant qu'indicateur de la masse d'eau souterraine du Massif de Digo (MESO 9602c).

Suite à une panne mécanique qui a entraîné l'immobilisation de la foreuse sur la piste de Bouyouni pendant près de 15 jours (entre le 5 et le 20 août), les travaux n'ont pu réellement commencer qu'à compter du lundi 24 août et se sont achevés le 4 septembre 2009 par la signature du procès verbal de réception.

Cet ouvrage, d'une profondeur de 60 m a été réalisé au marteau fond de trou et sans tubage à l'avancement

Géologiquement, l'ouvrage recoupe, depuis la surface :

- près de 10 m d'argile et de sables argileux ;
- un niveau de sables argileux entre 10 et 19 m comprenant des blocs de basaltes altérés et des pyroclastes. Il s'agit probablement d'alluvions ou de colluvions entre lesquels s'intercalent des matériaux pyroclastiques conséquents aux derniers évènements volcaniques de type phréato magmatiques ;
- une épaisseur importante de sables basaltiques entre 19 et 25 m de profondeur correspondant à l'altération des basaltes sous jacents ;
- des séries de basaltes roux et noirs riches en amphiboles (phénocristaux d'amphibole, hornblende basaltique, etc.) altérées sur le top, entre 25 et 52 m ;
- une série saine et homogène de basaltes noirs à cristaux de pyroxènes constituant ici le substratum.

Les basaltes sont dans l'ensemble scoriacés et relativement vacuolés et sont donc identifiés comme des niveaux aquifères potentiels. Ces basaltes appartiennent aux séries de laves différenciées du massif de Digo (Stieljes - 1988). Ces observations sont en accord avec les résultats des reconnaissances géologiques de terrain de 2001-2002 préalables à l'implantation du forage de Bouyouni bouyouni (rapport BRGM/RP-51498-FR) et viennent compléter la connaissance géologique du bassin du Mro Oua Bouyouni.

Les premières venues d'eau ont été identifiées vers 12 m à la base des argiles sableuses, au sein des blocs scoriacés de basalte et de pyroclaste. Le niveau piézométrique à la fin des travaux affiche -12,7 m/sol et témoigne d'un aquifère semi-captif à captif. Des venues d'eau progressives ont été remarquées dans les séries basaltiques sous jacentes mais aucune venue d'eau particulière n'a été mise en évidence au sein de ces niveaux. L'équipement de cet ouvrage est constitué, depuis la surface, de 24 m de tubes pleins en PVC et de 36 m de tubes crépinés en PVC.

Avant d'être équipé, l'ouvrage a subi un développement à l'air lift et une série de tests au soufflage. Ces derniers font état d'un débit de 4,5 L/s. Après équipement de l'ouvrage, une nouvelle série de tests au soufflage ont été menés. Le débit moyen mesuré est de l'ordre de 4 L/s.

L'ouvrage est équipé d'une centrale de mesure télégerée de marque OTT, modèle « Orphéus mini », qui permet le suivi en continu et de façon autonome des niveaux piézométriques de la nappe. Ces valeurs sont ensuite déposées auprès de la banque nationale de données sur le sous sol (ADES) et accessibles au public.

Sommaire

1. Introduction	9
2. Modalités d'exécution	11
2.1. PRESENTATION ET SITUATION DE L'OUVRAGE	11
2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE	14
2.3. CALENDRIER DES TRAVAUX	17
2.4. EQUIPEMENT ET DETAILS TECHNIQUES	20
2.5. INSTRUMENTATION	21
3. Résultats des travaux de forage	23
3.1. LES FORMATIONS GEOLOGIQUES RECOUPEES	23
3.2. CARACTERISATION HYDROGEOLOGIQUE	25
3.2.1. Les venues d'eau à l'avancement	25
3.2.2. Potentiel hydrogéologique : nettoyage et développement à l'air lift	25
4. Conclusion	27
5. Bibliographie	29

Liste des illustrations

Illustration 1. Carte des masses d'eau et piézomètres du réseau de surveillance quantitatif DCE (rapport BRGM/RP-56772-FR). Le piézomètre du Digo est en limite entre les masses d'eau du massif de Digo et du massif de M'tsapéré qui ont des lithologies relativement contemporaines.	12
Illustration 2. Plan de localisation du piézomètre de Digo (support cartographique IGN©).....	13
Illustration 3. Carte lithologique interprétative du secteur de Bouyouni / Mitsoni (BRGM/RP-51498-FR). En rouge le forage de Bouyouni bouyouni (BSS 12306X0024/BOUY). La flèche montre que la localisation du piézomètre est plus au sud et plus en altitude (hors cadre).	14
Illustration 4. Légende des lithologies de la carte supérieure	15
Illustration 5. Coupe longitudinale prévisionnelle schématique des formations géologiques recoupées lors du forage du piézomètre de Digo. Les formations basaltiques de la vallée de la Bouyouni ne sont pas différenciées sur cette coupe mais les séries superficielles sont probablement des basaltes à amphibole et les séries plus profondes sont les basaltes noirs à phénocristaux de pyroxène. En dessous apparaissent les basaltes Mio Pliocène du bouclier ancien méridional. Le tracé de la coupe suit le Mro Oua Bouyouni.	16
Illustration 6. Coupe transversale prévisionnelle schématique des formations géologiques recoupées lors du forage du piézomètre de Digo. Les formations basaltiques de la vallée de la Bouyouni ne sont pas différenciées sur cette coupe mais les séries superficielles sont probablement des basaltes à amphibole et les séries plus profondes sont les basaltes noirs à phénocristaux de pyroxène. En dessous apparaissent les basaltes Mio Pliocène du bouclier ancien méridional.	17
Illustration 7. Détail de la plateforme de forage.....	18
Illustration 8. Essai au soufflage à 60 m de profondeur. Le débit mesuré avoisine 5 L/s	19
Illustration 9. Détails des travaux de protection de l'ouvrage.....	21
Illustration 10. Dispositif de mesure des débits au soufflage au moyen d'un fût de 200 L.	25

Liste des tableaux

Tableau 1. Nature des produits utilisés pour la réalisation du forage de Digo.....	20
Tableau 2. Lithologies recoupées pendant la réalisation du piézomètre de Digo.....	24
Tableau 3. Mesures de débit réalisées après équipement et développement de l'ouvrage	26

Liste des annexes

Annexe 1 Extrait du plan cadastral	31
Annexe 2 Compte rendu journalier de chantier FORINTECH	35
Annexe 3 Log de forage FORINTECH (informations lithologiques BRGM)	39
Annexe 4 Coupe technique FORINTECH (informations lithologiques BRGM)	45
Annexe 5 Spécifications de l'enregistreur automatique de niveaux des nappes – Orphéus Mini® et Système ITC de transmission - OTT	51

1. Introduction

La réalisation du piézomètre de Digo est inscrite dans le cadre de la convention ONEMA/BRGM 2008-2009 et a pour objectif principal la surveillance de l'état quantitatif des masses d'eau du Massif de Digo (code MESO 9602c, cf. rapport BRGM/RP-56772-FR). Cet ouvrage permet la surveillance des variations piézométriques de la masse d'eau et sera instrumenté dès la fin des travaux dans le cadre du réseau de surveillance DCE.

Le piézomètre de Digo a été réalisé entre le 24 et le 28 août 2009 par l'entreprise FORINTECH (commande du 13 octobre 2008 portant sur la réalisation de 5 piézomètres de surveillance). Il se situe en bordure droite de la piste reliant Bouyouni à Combani, à l'altitude de 110 m NGM¹, dans une clairière, à une trentaine de mètres d'un cours d'eau.

L'ouvrage a été réceptionné le 4 septembre 2009.

Son numéro d'identifiant au sein de la banque des données nationales du sous sol (BSS) est le 12306X0053/PZ5.

Les chapitres qui suivent feront successivement état :

- de la présentation et localisation de l'ouvrage ;
- du compte rendu des travaux ;
- de l'étude des lithologies rencontrées (analyse des cuttings) ;
- de la caractérisation hydrogéologique de la nappe visée (essais à l'air lift).

Compte tenu du potentiel hydrogéologique et des niveaux géologiques recoupés, le piézomètre de Digo s'avère en théorie être un piézomètre relativement représentatif de la masse d'eau des formations du Digo. Une première année de suivi piézométrique viendra étayer ou nuancer cette observation.

¹ Nivellement Général de Mayotte

2. Modalités d'exécution

2.1. PRESENTATION ET SITUATION DE L'OUVRAGE

L'emplacement des 5 nouveaux piézomètres de la campagne 2008 a été décidé sur la base des critères hydrogéologiques, techniques et économiques suivants :

- représentation des masses d'eau non suivies ;
- lacune de suivi piézométrique sur un secteur particulier ;
- probabilité d'atteindre un aquifère à une profondeur inférieure à 60 m ;
- accessibilité aux sites de forage, c'est-à-dire la nécessité de situer les ouvrages à proximité de routes ou de pistes carrossables ;
- propriété de la parcelle sur laquelle le piézomètre sera implanté. Les parcelles publiques appartenant à l'Etat, au Conseil Général de Mayotte, ou aux communes seront privilégiées.

Le choix de l'emplacement est aussi fonction de l'implantation des 9 forages de reconnaissance dont la campagne devrait débuter courant 2009-2010. Dans les secteurs où l'état de la connaissance hydrogéologique fait défaut, la faveur va à l'implantation d'un forage de reconnaissance et non à la foration d'un piézomètre. La nuance porte sur le fait que la caractéristique première d'un piézomètre est la mesure d'un horizon aquifère préalablement identifié, particulièrement dans le cadre de la DCE où le piézomètre est censé représenter une masse d'eau souterraine bien définie, alors qu'un forage de reconnaissance est susceptible de recouper plusieurs aquifères voir plusieurs masses d'eau...

Le piézomètre de Digo est situé au nord de la commune de Tsingoni, sur la piste reliant Bouyouni à Combani, à mi chemin entre la prise d'eau de Bouyouni haut et la retenue collinaire de Combani. L'ouvrage est implanté dans une clairière à droite de la piste, légèrement en contrebas, à l'altitude de 110 m NGM environ¹. L'aquifère volcanique sollicité dans cette zone appartient vraisemblablement aux formations volcaniques différenciées communes au massif de M'tsapéré et de Digo ; formations datées à 1,5 Ma, bien que l'ouvrage soit implanté en limite géologique entre ces unités et les formations volcaniques anciennes du bouclier méridional datées entre 4 et 8 Ma (Stieljes - 1988).

¹ Dans le cadre du programme « réseau piézométrique sous MO BRGM 2010 » il est prévu de procéder au nivellement exact de tous les ouvrages du réseau. Le piézomètre de Digo sera nivelé à cette date là.

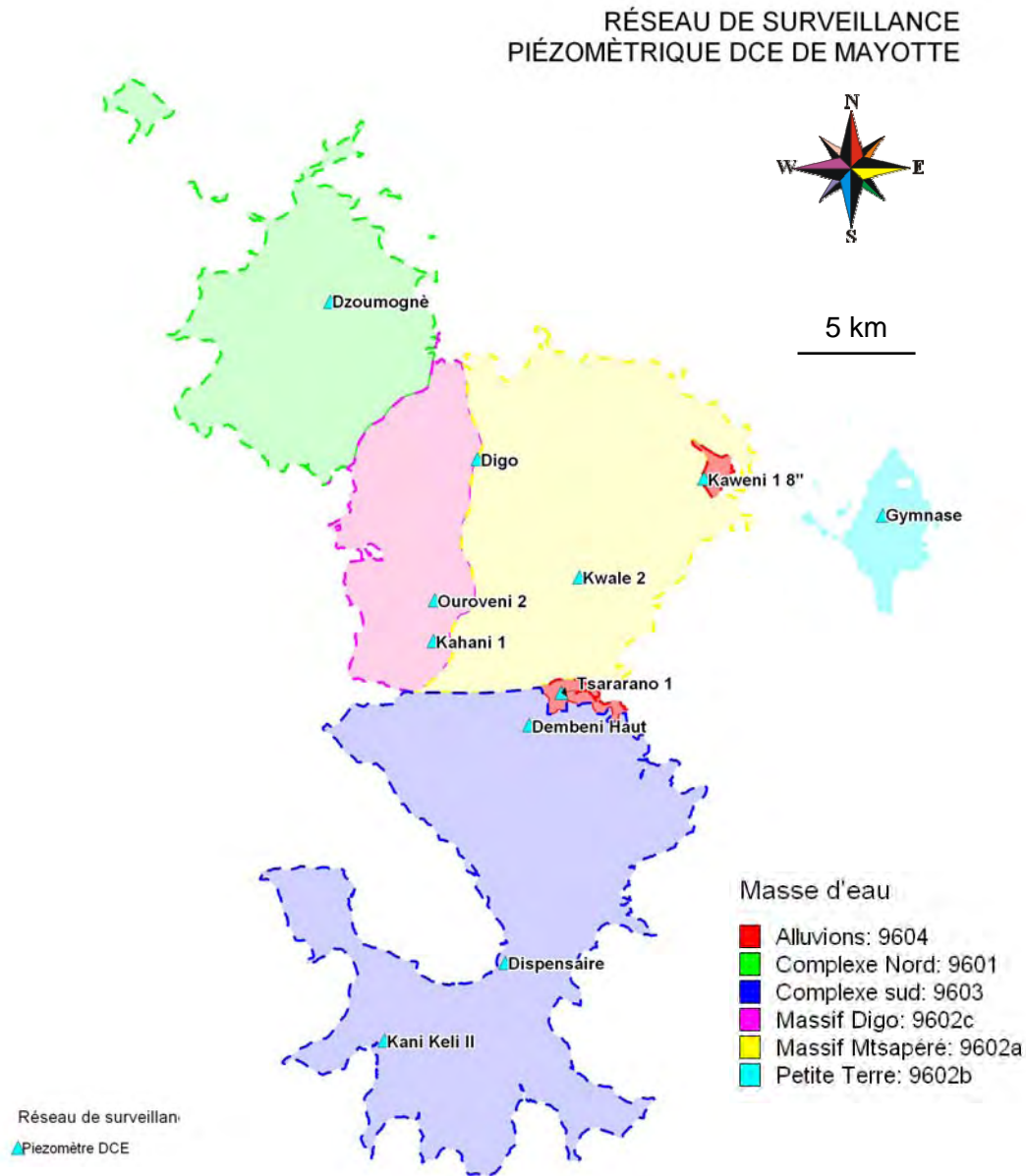


Illustration 1. Carte des masses d'eau et piézomètres du réseau de surveillance quantitatif DCE (rapport BRGM/RP-56772-FR). Le piézomètre du Digo est en limite entre les masses d'eau du massif de Digo et du massif de M'tsapéré qui ont des lithologies relativement contemporaines.

Les coordonnées de l'ouvrage sont les suivantes (en projection dans le système Combani 50) et le plan de localisation est donné en Illustration 2 :

X = 515 575 m Y = 8 589 489 m et Z = +110 m NGM

Les références cadastrales de la parcelle concernée sont :

- section : **AN** ;
- n de parcelle : **3** ;
- superficie : environ **25 ha** ;
- nom du propriétaire : **Collectivité départementale de Mayotte.**

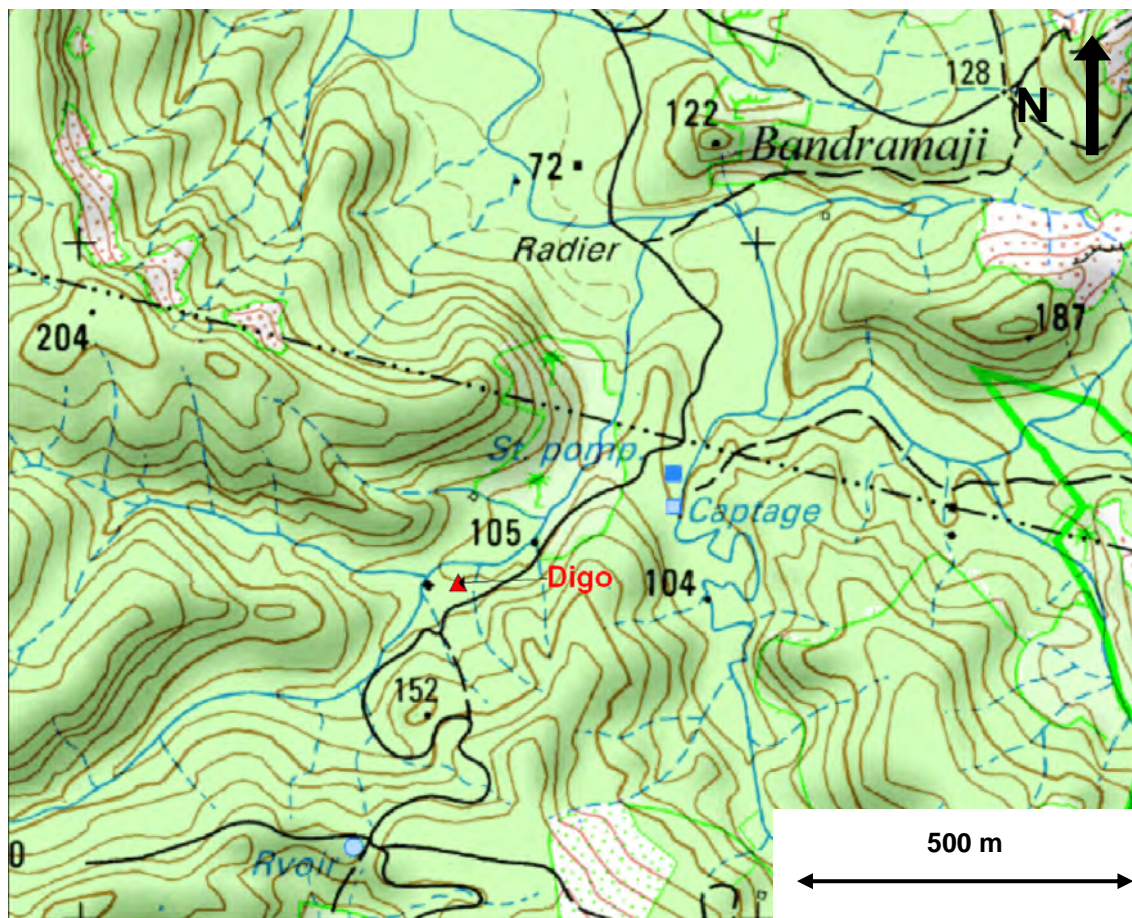


Illustration 2. Plan de localisation du piézomètre de Digo (support cartographique IGN©)

Une convention d'usage a été passée avec la Collectivité départementale de Mayotte (signature du 11 juin 2009) pour l'utilisation partielle de la parcelle à des fins d'implantation d'un piézomètre de surveillance¹.

¹ A noter que dans le cadre de la régularisation foncière des terrains du Conseil Général de Mayotte la parcelle n°3 a été découpée en parcelles 141, 142 et 143 début 2009. L'implantation du piézomètre est prévue parcelle 141.

2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La carte géologique de Mayotte au 1/50 000 (Stieljes – 1988) ainsi que des travaux de reconnaissance géologique à l'échelle de la vallée de la Bouyouni réalisés dans le cadre de l'implantation du forage de Bouyouni bouyouni (rapport BRGM/RP-51498-FR) ont permis de dessiner une carte détaillée des lithologies (Illustration 3).

Cependant, dans cette zone, il n'existe ni ouvrage souterrain ni carte piézométrique fournissant une information sur la lithologie et le comportement hydrogéologique en profondeur.

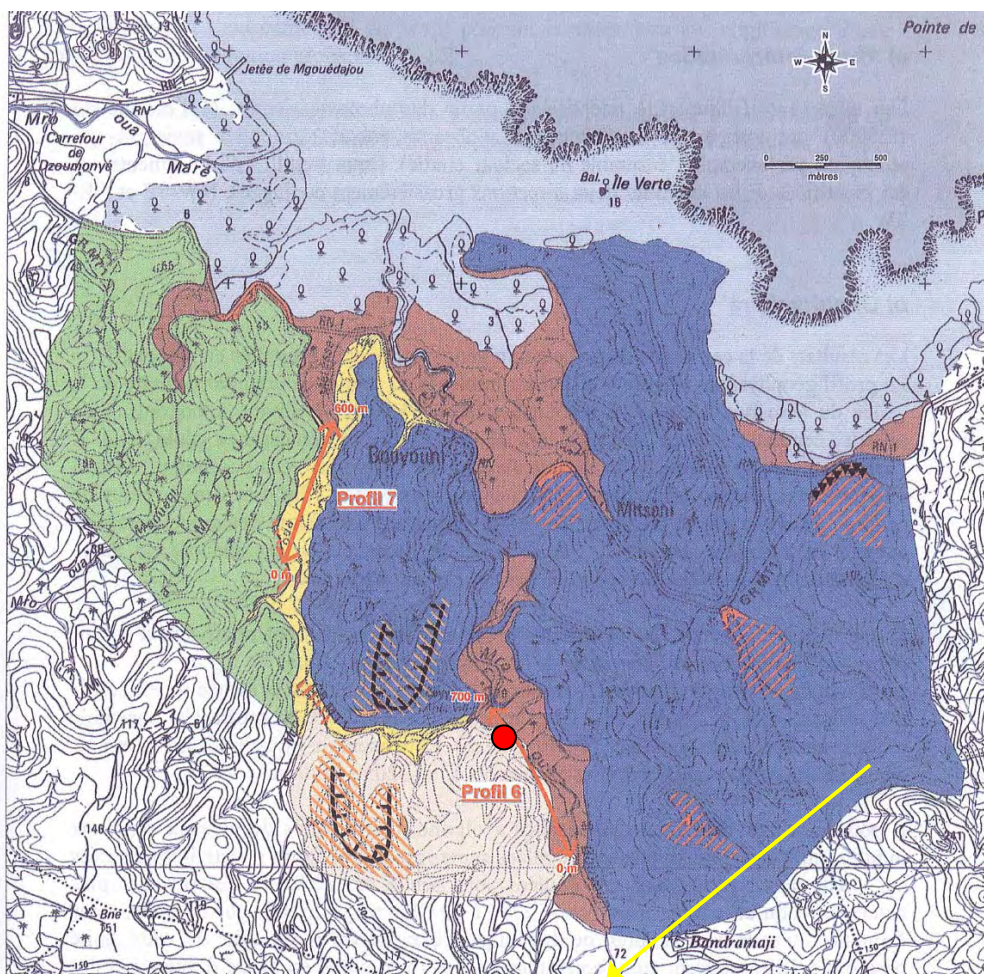


Illustration 3. Carte lithologique interprétative du secteur de Bouyouni / Mitsani (BRGM/RP-51498-FR). En rouge le forage de Bouyouni bouyouni (BSS 12306X0024/BOUY). La flèche montre que la localisation du piézomètre est plus au sud et plus en altitude (hors cadre).

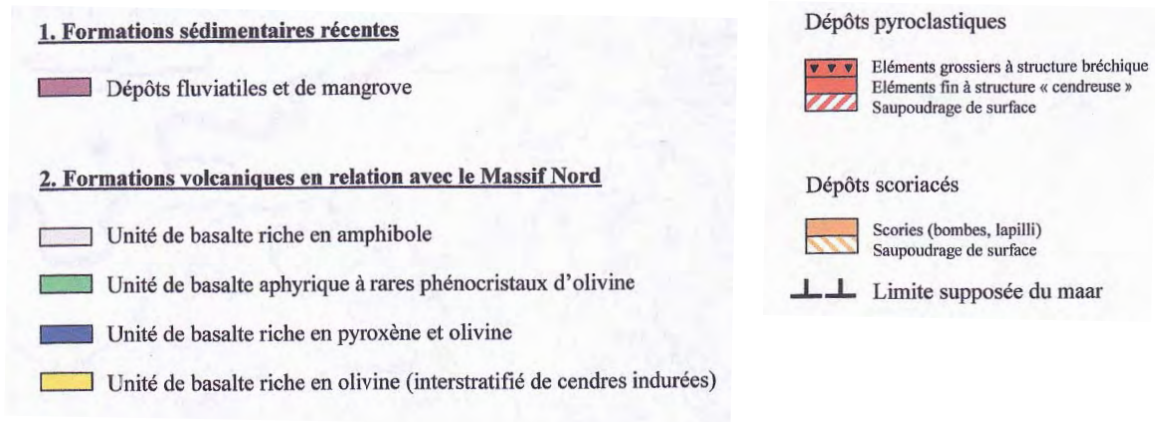


Illustration 4. Légende des lithologies de la carte supérieure

Géologiquement, dans les environs du piézomètre ont été reconnues des séries de basalte à amphibole qui arment les reliefs sud du bassin (au dessus de l'ancien village de Bouyouni) et surmontent – toujours au niveau de l'ancien village - des formations de basalte sombres et riches en olivine et en pyroxène. Ces séries basaltiques appartiennent aux laves différenciées Pléistocène du massif de Digo. Les reconnaissances de terrain indiquent à de nombreuses reprises la présence de dépôts pyroclastiques ou et/ou cendreux qui nappent localement les unités volcaniques et qui sont issus des dernières phases volcaniques de type phréato magmatique.

Les forages les plus proches sont :

- à 1700 m au nord, le forage de Bouyouni bouyouni (12306X0024/BOUY) à l'altitude de 48 m NGM (cf. rapport BRGM/RP-51969-FR et positionné en Illustration 3). Ce forage recoupe près de 60 m d'altérites, 15 m de lave à phénocristaux d'olivine et pyroxène et près de 50 m de pyroclastites indurés ;
- à 2000 m au sud, les piézomètres de Combani 1 & 2 (12306X0009/COMB et 12306X0010/COMB) forés lors de la 1^{ère} campagne de reconnaissance de 1990-1991 (cf. rapport BRGM R35165 REU 4S 92) aux altitudes respectives de 125 et 117 m NGM. Ces ouvrages recoupent des successions d'argiles d'altération, de basalte très altéré et de sables, significatifs du style géologique du plateau de Combani (importance des formations de type projections, cendres et pyroclastites en couverture et degré d'altération élevé). Le style géologique du plateau de Combani, marqué par ces dépôts pyroclastiques est très différent du bassin versant du Mro Oua Bouyouni.

Etant donné le manque d'informations et l'éloignement des forages les plus proches, il est délicat d'approcher avec précision la coupe prévisionnelle des formations rencontrées lors de la foration du piézomètre du Digo.

Néanmoins, en se basant sur la carte géologique (Stieljes – 1988) et sans précision aucune sur le développement des lithologies en profondeur, il a été possible de tracer

des coupes prévisionnelles très schématiques des formations susceptibles d'être rencontrées (Illustration 5 et Illustration 6) et utiles au dossier de déclaration de forage.

A la lecture de ces coupes, il est prévu de recouper une épaisseur importante – d'une dizaine de mètres au moins – de formations alluvionnaires et probablement aussi de coulées de bas de pente, de matériaux volcaniques remaniés. Les observations réalisées sur le terrain indiquent que cette épaisseur de formation alluviale est très altérée et la composante argileuse importante.

En profondeur, il est prévu de recouper les formations volcaniques « récentes » du Massif de Digo, probablement des basaltes proches voire similaires - en termes de faciès - des basaltes reconnus sur le terrain, au niveau du relief rive gauche du Mro Oua Bouyouni, entre les altitudes 40 et 70 m NGM, au sud de l'ancien village de Bouyouni. Il s'agit de basaltes à amphibole montrant un profil d'altération en boules qui arment le relief mais dont les extensions au sud ne sont pas connues. Ces basaltes viendraient en recouvrement des basaltes riches en pyroxène et olivine qui constituent la formation affleurant majoritairement dans la vallée de la Bouyouni (observable au forage de Bouyouni bouyouni et au niveau des cascades en aval). Cette distinction n'est pas indiquée sur les coupes. Les coupes prévisionnelles facultatives à la rédaction du dossier de déclaration de forage sont les suivantes :

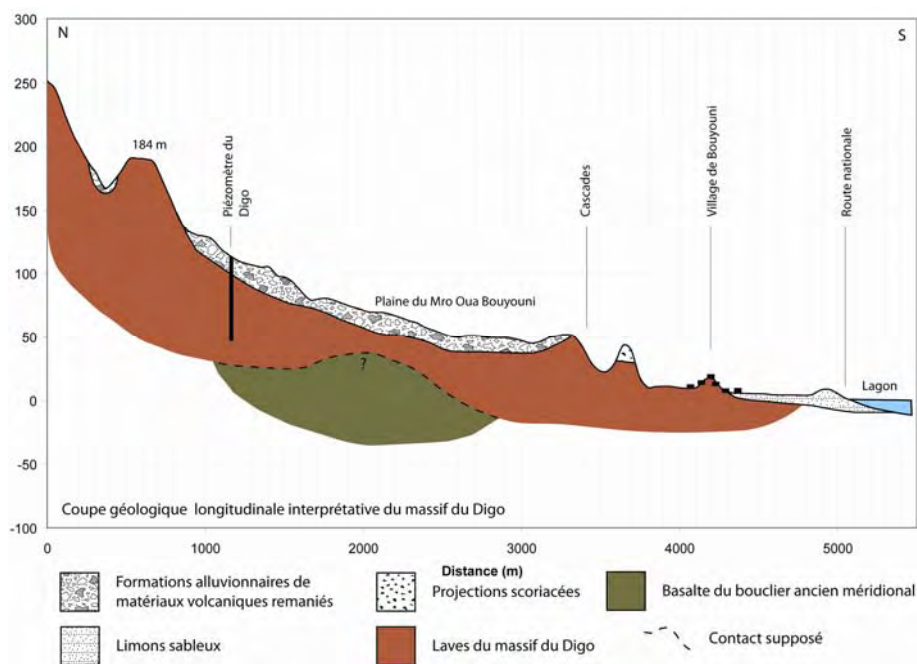


Illustration 5. Coupe longitudinale prévisionnelle schématique des formations géologiques recoupées lors du forage du piézomètre de Digo. Les formations basaltiques de la vallée de la Bouyouni ne sont pas différenciées sur cette coupe mais les séries superficielles sont probablement des basaltes à amphibole et les séries plus profondes sont les basaltes noirs à phénocristaux de pyroxène. En dessous apparaissent les basaltes Mio Pliocène du bouclier ancien méridional. Le tracé de la coupe suit le Mro Oua Bouyouni.

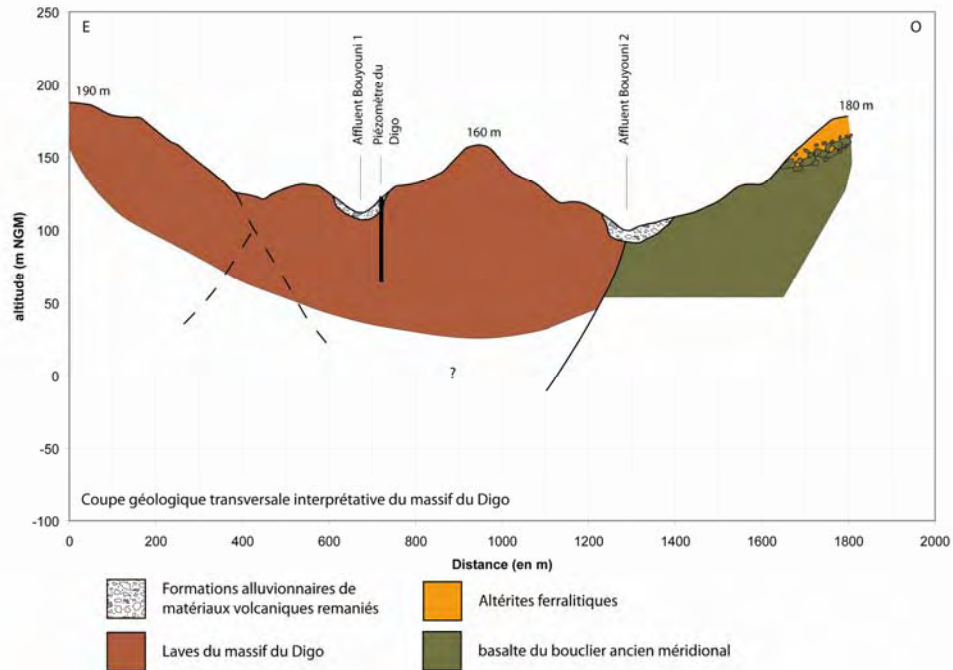


Illustration 6. Coupe transversale prévisionnelle schématique des formations géologiques recoupées lors du forage du piézomètre de Digo. Les formations basaltiques de la vallée de la Bouyouini ne sont pas différenciées sur cette coupe mais les séries superficielles sont probablement des basaltes à amphibole et les séries plus profondes sont les basaltes noirs à phénocristaux de pyroxène. En dessous apparaissent les basaltes Mio Pliocène du bouclier ancien méridional.

2.3. CALENDRIER DES TRAVAUX

Les travaux de forage ont débuté le 24 août et ont pris fin le 28 août 2009. L'ouvrage a été réceptionné le 4 septembre 2009. A noter qu'à la réception de l'ouvrage, FORINTECH fournit au BRGM les documents suivants :

- la coupe technique de l'ouvrage (tubage, équipement mais sur laquelle figure aussi les outils et le type de fluides utilisés, les pertes de fluides et les incidents survenus durant la foration, etc.). La coupe est accompagnée des enregistrements des paramètres de forage (cf. Annexe 3 et 4) ;
- les niveaux d'eau mesurés chaque matin au démarrage des travaux et le soir à l'arrêt (cf. Annexe 2) ;
- le détail des travaux quotidiens (cf. Annexe 2) ;
- les sachets de cuttings pour description lithologique ;
- un état des lieux entrée/sortie ainsi que la clef du cadenas fermant l'ouvrage.

Mercredi 5 août : l'acheminement de la foreuse par camion n'est pas envisageable. La foreuse se déplace en autonomie depuis le village de Bouyouini jusqu'au site de forage. Panne de la foreuse au $\frac{3}{4}$ de la piste.

Jeudi 6 août : création d'une piste d'accès à la plateforme de forage par l'entreprise SMC. Amené du matériel de chantier sur site. La foreuse est montée sur site mais tombe en panne à mi piste (casse au niveau de la chenille).

vendredi 7 août : travaux de réparation de la chenille jusqu'au vendredi 21 août. La foreuse est amenée sur la plateforme de forage.



Illustration 7. Détail de la plateforme de forage.

Lundi 24 août : démarrage des travaux. Foration jusqu'à 4,5 m sans tubage. Aucune venue d'eau visible n'a été recoupée.

Brgm©

Mardi 25 août : le niveau statique mesuré dans la matinée est de -1,3 m/sol. Le forage se poursuit jusqu'à la profondeur de 45 m sans tubage. Une arrivée d'eau est signalée vers 12 m. Le niveau statique mesuré à la fin de la journée est de -4,9 m/sol



Illustration 8. Essai au soufflage à 60 m de profondeur. Le débit mesuré avoisine 5 L/s

Mercredi 26 août : le forage atteint la profondeur de 60 m dans la matinée. Un essai au soufflage est réalisé vers 12 h (Illustration 8). Le débit mesuré est de 5 L/s. Compte tenu des faciès lithologiques recoupés, il est convenu de positionner 36 m de tubes crépinés entre 24 m et 60 m de profondeur. 24 m de tubes pleins seront positionnés au dessus.

Jeudi 27 août : mise en place des tubes crépinés et des tubes pleins. 12 tubes crépinés (de 3 m de long chacun) et 9 tubes pleins (de 3 m de long également) sont mis en place. 20 m³ de gravier sont injectés jusqu'à la profondeur de 20 m et l'espace annulaire restant est rempli de bentonite. La cimentation est réalisée sur les 4 premiers mètres.

Vendredi 28 août : développement de l'ouvrage et mesure de débit. Le niveau statique à 8 h est de 8,17 m/sol, sensiblement plus faible que la veille. Le débit est mesuré cette fois ci à l'aide d'un seau de 45 L. les mesures sont réalisés sur un intervalle d'une heure après le début du soufflage et donnent un débit moyen de 4 L/s.

Vendredi 4 septembre : signature de la réception des travaux. Le niveau d'eau est mesuré à -13,4 m/repère soit environ -12,7 m/sol.

2.4. EQUIPEMENT ET DETAILS TECHNIQUES

Le piézomètre de Digo est foré au Marteau Fond de Trou 8'' avec taillant simple de diamètre 250 mm équipé d'un aléreur ODEX 190 qui permet de descendre un tubage de soutènement à l'avancement - alésage en diamètre de 240 mm environ (ce qui n'a pas été le cas ici car la nature des formations forées était assez dure pour éviter le tubage à l'avancement). Le fluide de forage est l'air comprimé adjuvanté en mousse

L'ouvrage est équipé en tubes de PVC alimentaire de diamètre 150/165 mm, avec fentes industrielles 1 mm, vissés flush. Le bouchon de fond est fabriqué en usine, il s'agit d'un bouchon cimenté.

Le gravillonnage (graviers de phonolithes de 1 à 3 cm de diamètre) est mis en place dans l'espace annulaire PVC crépiné / terrain. Les matériaux concassés sont lavés sur place avant d'être insérés dans le forage.

Par ailleurs, un bouchon de sobranite ou peltonite (argile en billes) est posé entre chaque zone de transition. La cimentation sur hauteur importante est réalisée au moyen d'un coulis de bentonite/ciment fabriqué avec une centrale portable autonome et une presse d'injection type EUROFOR BUNKER.

Les produits exacts utilisés lors de la réalisation et de l'équipement du piézomètre de Digo sont compilés dans le Tableau 1.

Nature des produits :
Tiges 4''1/2 API regular
Marteau 8'' SANDVICK SD8
Taillant simple SANDVIK 254 mm à boutons de carbure
Système TUBEX XL 190 (=ODEX) de SANDVIK comprenant pilote/aléreur/guide (fichier joint)
Tubes et sabots TUBEX 190 en acier – 219 mm x 8 mm
Produit moussant DP MOUSSE de DPMF (bidon de 20 kg)
Tubes lisses PVC 150/165 mm vissés droit en longueur de 3 ml de DPMF
Tubes crépinés fentes horizontales 1 mm PVC 150/165 mm vissés droit en longueur de 3 ml de DPMF. PVC bleu alimentaire
Centreur PVC pour dito 165/225 mm, bouchon de fond et bouchon de pied avec sobranite (argile en billes) 4/5 mm en sac de 25 kg (DPMF)

Tableau 1. Nature des produits utilisés pour la réalisation du forage de Digo

Un tube métallique fermé par un capot est monté en tête de forage et recouvre le tubage PVC. Ce tube est scellé dans le sol sur une profondeur au moins égale au mètre.

Dans un souci de protection de l'ouvrage, un coffrage béton, de 50 cm sur 70 cm de coté, ceinture le piézomètre sur une hauteur de 70 cm. A l'intérieur du coffrage, le piézomètre sera noyé dans une chape de béton de 30 cm de haut afin d'assurer son assise. Un clapet métallique carré de 30 cm de coté inséré sur le dessus du coffrage permet l'installation de l'appareil de mesure, la mesure manuelle et éventuellement l'installation temporaire d'un second appareil d'enregistrement (conductimètre en continu, pHmètre, etc.).



Brgm©



Brgm©

Illustration 9. Détails des travaux de protection de l'ouvrage

2.5. INSTRUMENTATION

Dans le cadre du réseau de surveillance quantitatif des eaux souterraines de Mayotte (cf. rapport BRGM/RP-56772-FR) il est prévu d'équiper le piézomètre de Digo d'un enregistreur automatique de type Orphéus Mini® (fabrication OTT, cf. Annexe 5).

La fréquence d'enregistrement automatique est de 1 mesure/heure et les données sont stockées pour télétransmission hebdomadaire via le réseau GSM par l'intermédiaire du système ITC® (fabrication OTT, cf. Annexe 6). Sur l'ensemble de ces données, ne seront bancarisés dans la banque ADES (www.ades-eaufrance.fr) qu'une valeur journalière.

3. Résultats des travaux de forage

3.1. LES FORMATIONS GEOLOGIQUES RECOUPEES

Lors de la foration, des cuttings ont été prélevés à chaque mètre foré et classés par ordre de profondeur avec indications suivantes : N° de forage, N° de chantier, cotes hautes et basses de prise de l'échantillon. Après un premier tri, la succession des faciès lithologiques est tamisée et analysée à la loupe binoculaire.

Par ailleurs, les paramètres de forage (appui sur l'outil, couple de rotation, vitesse d'avancement instantanée) sont enregistrés au moyen de l'enregistreur EXPLOFOR d'APAGEO SEGELM. Les informations sont retranscrites informatiquement sous GEOLOG 2 (LIM) et fournissent de précieuses informations sur la nature des lithologies sous-jacentes (cf. Annexes 3 et 4).

La lithologie des formations recoupées est présentée dans le Tableau 2. La coupe technique de l'équipement du forage complétée des lithologies (lithologie foreur) est présentée en Annexe 4.

Les 25 premiers mètres du forage, depuis la surface, font apparaître divers dépôts de sables ou argiles basaltiques correspondant soit à l'altération sur place de coulées soit à l'accumulation de matériaux sous forme d'alluvions ou de colluvions (le distinguo n'est pas évident à mettre en évidence tant les faciès sont altérés).

A partir de 25 m de profondeur, les observations montrent la succession de près de 4 coulées de 4 à 8 m d'épaisseur environ. Les descriptions lithologiques corroborent les observations réalisées lors des reconnaissances géologiques de terrain de 2002 (Rapport BRGM/RP-51498-FR) qui font état d'une série de basaltes à olivine et pyroxène surmontée d'une série de basaltes riches en amphiboles automorphes (baguettes) de taille centimétrique.

Dans l'ensemble, ces coulées sont peu altérées (pas d'argile) mais relativement vacuolées et/ou scoriacées. Il ne s'agit pas de basaltes massifs. Ces niveaux sont identifiées comme potentiellement aquifères et appartiennent toutes à la série des laves dites différenciées Mio Pliocène du massif de Digo (Stieljes – 1988).

Profondeur	Lithologie
0 à 2 m	Terre végétale et altérite
2 à 3 m	Argile grise compacte
3 à 5 m	Argile brune
5 à 10 m	Sable argileux (altération de basaltes en place)
10 à 12 m	Blocs de basaltes et pyroclastes altérés dans matrice argileuse (anciens alluvions probables)
12 à 16 m	Sables argileux basaltiques et blocs altérés polygéniques
16 à 19 m	Brèches basaltiques à éléments polygéniques (blocs de basaltes, pyroclastes, etc.)
19 à 25 m	Sables basaltiques à éléments polygéniques et altérés (nombreux minéraux blancs) + pyroclastes altérés
25 à 29 m	Basaltes roux altérés à amphibole
29 à 37 m	Basaltes noirs homogènes à amphibole + hornblende basaltique
37 à 39 m	Sables argileux roux (~basaltes altérés)
39 à 52 m	Basaltes roux scoriacés et altérés à phénocristaux d'amphibole (pluri-millimétriques à centimétriques)
52 à 60 m	Basaltes noirs vacuolés à pyroxènes (altérés)

Tableau 2. Lithologies recoupées pendant la réalisation du piézomètre de Digo

Comme indiqué dans le rapport BRGM/RP-51498-FR, des dépôts pyroclastiques nappent localement les coulées. Entre 10 et 12 m et entre 16 et 25 m, des dépôts de pyroclastes s'intercalent entre les coulées altérées. Il est difficile d'être plus précis quant à leur mise en évidence et leur localisation tant ces faciès sont altérés. A l'évidence, des épisodes phréatomagmatiques sont venus perturber la succession des séries basaltiques en intercalant à de nombreuses reprises des matériaux de type brèches basaltiques et pyroclastes.

3.2. CARACTERISATION HYDROGEOLOGIQUE

3.2.1. Les venues d'eau à l'avancement

Une 1^{ère} venue d'eau a été recoupée vers 12 m de profondeur, au sein des blocs de basalte et pyroclastes altérés. Il s'agit d'une venue d'eau superficielle. En profondeur, des venues d'eau progressives (et donc difficilement décelables) ont été identifiées dans les basaltes à partir de 25 m de profondeur.

3.2.2. Potentiel hydrogéologique : nettoyage et développement à l'air lift

1) Développement trou nu

Le forage a été développé dans la matinée du 26 août pendant 2 h. Les tests à l'air lift ont été réalisés la même journée entre 11 h et 13 h. Compte tenu des débits importants, les mesures ont été réalisées à l'aide d'un fût de 200 L après aménagement de la plateforme pour la canalisation des écoulements (Illustration 8).

Les mesures répétées ont fixé le débit à 4,5 L/s stabilisé sur plus d'une heure, soit un débit de 16 m³/h.

Les mesures de conductivité électrique réalisée lors du soufflage affichent entre 145 et 164 μ S/cm. Ces variations peuvent s'expliquer par l'influence de quantités résiduelles de mousse de forage (dont la conductivité initiale est de 16 mS/cm). La mousse est versée dans le forage lors de la foration - à raison d'un verre (environ 100 mL) à chaque ajout de train de tige. Une vingtaine de verre ont donc été versés dans le forage et peuvent avoir une influence sur la conductivité électrique des eaux souterraines mesurée – même après développement.



Brgm©

Illustration 10. Dispositif de mesure des débits au soufflage au moyen d'un fût de 200 L.

La température de l'eau est de 27,1 C.

Il est important de noter que la charge solide des eaux est toujours relativement importante même après développement (turbidité élevée)

2) Développement après équipement

Le développement est opéré le vendredi 28 août 2009 vers 10 h du matin. Des mesures de débit à l'air lift sont effectuées régulièrement jusqu'à 11 h et consignées dans le tableau suivant.

Temps après début du soufflage	Débit mesuré (L/s)	Débit mesuré (m ³ /s)
25 min	3,9	14
43 min	3,8	13,7
1 h 15 min	3,7	13.6

Tableau 3. Mesures de débit réalisées après équipement et développement de l'ouvrage Les mesures montrent que le débit potentiel à l'air lift du piézomètre est légèrement inférieur à 4 L/s (14 m³/h). Manifestement, le débit décroît pendant toute la durée du développement mais cette observation est à relativiser compte tenu de l'incertitude sur la mesure.

Compte tenu de l'isolation des niveaux supérieurs (entre 20 m de profondeur et la surface), il est normal que ces valeurs de débits soient légèrement inférieures à celles mesurées avant équipement (4,5 L/s). Ces résultats montrent que l'essentiel de la ressource se concentre entre 20 et 60 m de profondeur, c'est à dire au sein des séries basaltiques à amphibole et pyroxène, et que les venues d'eau signalées à 12 m sont très minoritaires.

La conductivité mesurée est de 164 µS/cm, comparable à la valeur mesurée du jeudi 26 août. Il est important de noter que cette valeur est relativement faible comparativement à ce qu'il est courant de mesurer dans les eaux souterraines de Mayotte (entre 250 et 450 µS/cm). L'impact de la mousse de forage peut donc être considérable en face d'une telle valeur. La faible minéralisation des eaux souterraines du massif de Digo peut éventuellement s'expliquer par le degré d'altération assez faible des séries basaltiques (d'âge Pléistocène) contrairement à d'autres aquifères dont l'encaissant est d'âge plus ancien (des laves Mio Pliocène du bouclier ancien méridional par exemple). A titre d'exemple, les eaux de la source de Combadrain affichent une conductivité comprise entre 150 et 200 µS/cm et proviennent d'un massif basaltique récent Pléistocène (le mont M'tsapéré).

4. Conclusion

L'ouvrage 12306X0053/PZ5 dit « Digo » est un piézomètre de surveillance de 60 m de profondeur situé en amont du bassin versant du Mro Oua Bouyouni, à l'altitude de 110 m NGM (nivellement précis programmé en 2010).

Le chantier a été lancé le 4 août mais suite à une panne technique, les travaux n'ont réellement commencé que le 20 août. Le piézomètre a été réalisé au Marteau Fond de Trou entre le 24 août et le 28 août 2009. Le développement de l'ouvrage a été opéré le jour même et la réception des travaux a été signée le 04 septembre 2009.

Les formations géologiques recoupées font état :

- d'une couverture argileuse à sablo argileuse sur une dizaine de mètre, d'un niveau de sables argileux entre 10 et 19 m ;
- d'un niveau de sables basaltiques entre 19 et 25 m ;
- de séries de basalte roux et noirs à amphibole (identifiés à l'affleurement sur les crêtes du bassin versant) entre 25 et 52 m ;
- d'une série saine et homogène de basalte noir à cristaux de pyroxène (identifié aussi à l'affleurement sur une grande partie du bassin versant) entre 52 et 60 m de profondeur.

Ces observations confortent ainsi les reconnaissances géologiques menées sur le secteur de Bouyouni et de Méresse (cf. rapport BRGM/RP-51498-FR).

Les horizons aquifères captés sont les séries basaltiques saines et fracturées entre 20 et 60 m. Les tests de débit à l'air lift affichent un potentiel légèrement inférieur à 4 L/s (entre 13,5 et 14 m³/h). La conductivité moyenne mesurée est de 160 µS/cm, ce qui témoigne d'une minéralisation relativement faible pour les eaux souterraines de Mayotte et qui s'explique probablement par le faible degré d'altération des séries basaltiques récentes (Pléistocène) qui constitue l'aquifère.

Le piézomètre est équipé d'un enregistreur télétransmis qui permet de suivre les variations piézométriques de la nappe en continu. Cet ouvrage est déclaré indicateur du réseau de surveillance DCE de l'état quantitatif de la masse d'eau du Massif de Digo (MESO 9602c).

5. Bibliographie

Jourdain T., Lachassagne P., Lebon D., Miehe J.M., Mouron R. (2002) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte, campagne 2001-2002 – Synthèse des résultats des reconnaissances géologiques, hydrogéologiques, géophysiques et radon – Propositions d'implantation des sondages de reconnaissance – Rap. BRGM/RP-51498-FR – 2002 MAY 01, 115 p., 33 fig., 6 tab., 4 ann.

Lachassagne P., Maurillon N. et Mouron R. (2002) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines de Mayotte (Campagne 2001-2003) – Forage de Bouyouni bouyouni (1230-6X-0024). Compte rendu des travaux – Principaux résultats géologiques et hydrogéologiques.- Rapport BRGM/RP-51969-FR – 2002 MAYOTTE 07, 30 p., 7 fig., 5 ann.

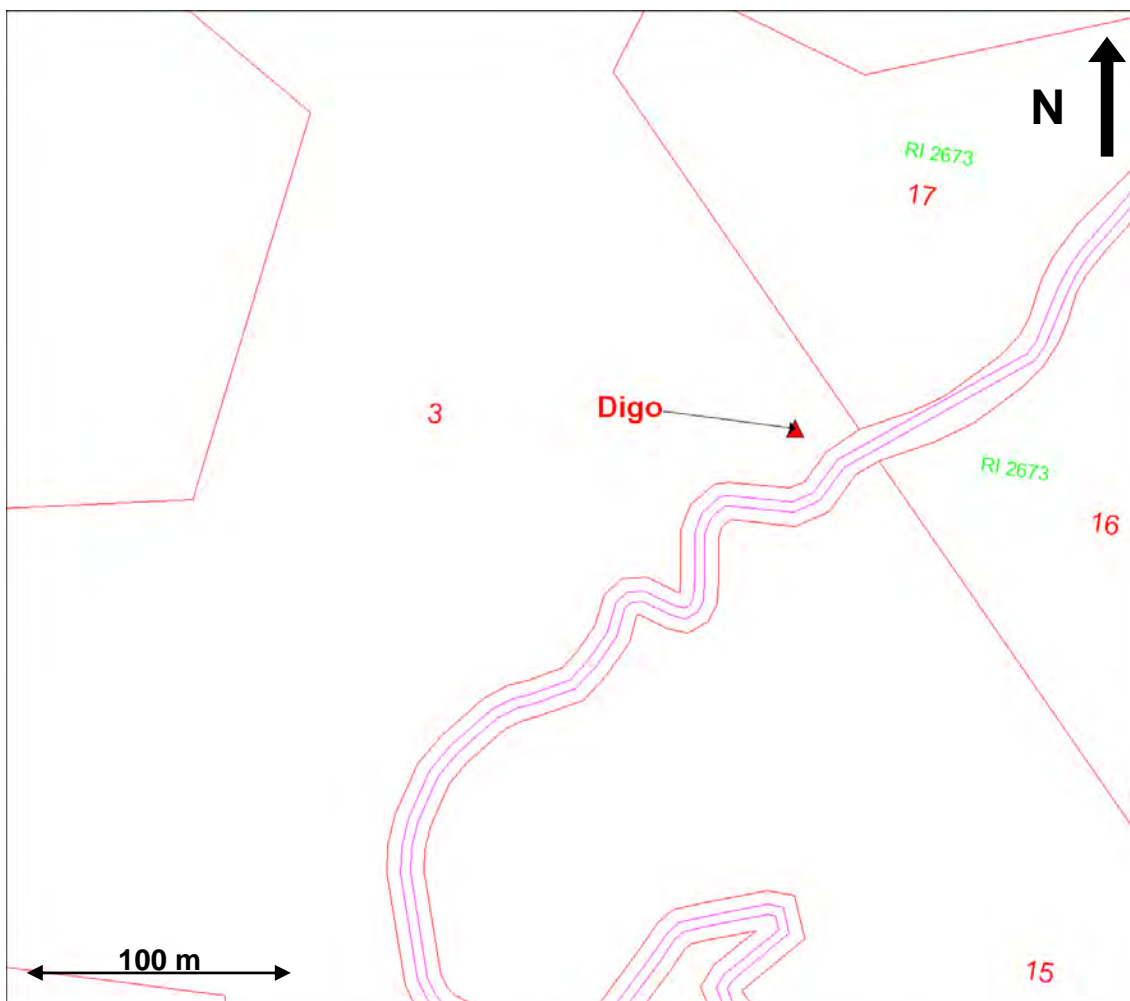
Malard A. (2008) – Définition du réseau DCE de surveillance quantitative des eaux souterraines de Mayotte - BRGM/RP-56772-FR. 92 p., 22 ill., 5ann.

Programme des forages de reconnaissance des eaux souterraines à Mayotte – R35165 REU 4S 92.

Stieljes L., (1988) - Carte géologique de l'île de Mayotte - Archipel des Comores.

Annexe 1

Extrait du plan cadastral



Extrait de plan cadastral de la parcelle du piézomètre du Digo (cadastre de Tsingoni, section **AN**, parcelle n°**3**). A noter que dans le cadre de la régularisation foncière des terrains du Conseil Général de Mayotte la parcelle n°3 a été découpée en parcelles 141, 142 et 143 début 2009. L'implantation du piézomètre est prévue parcelle 141. Le bornage n'étant pas encore définitif, le plan cadastral actualisé de septembre 2009 n'est pas disponible.

Annexe 2

Compte rendu journalier de chantier FORINTECH

SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES - MAYOTTE**Forage piézomètre BRGM / Digo**

date	04/08 et 05/08	semaines 33 et 34	21-aout	24-aout	25-aout	26-aout
observations	<ul style="list-style-type: none"> Réalisation de la plate forme de forage 	<ul style="list-style-type: none"> Réparation du moteur de la chenille 	<ul style="list-style-type: none"> Mise en station de la foreuse Amenée matériel de forage 	<ul style="list-style-type: none"> Foration de 0 à 4,50m marteau fond de trou diam 250 mm Mise en place d'un PVC 300 mm de 3,50ml 	<ul style="list-style-type: none"> Foration de 4,50m à 45m 	<ul style="list-style-type: none"> Foration de 45 à 60m Soufflage et nettoyage livraison du gravier
hauteur eau matin (m)				1m	7,80m	
hauteur eau soir (m)			3m	6,80m	6,50m	
date	27-aout	28-aout	31-aout			
observations	<ul style="list-style-type: none"> Équipement complet 12 PVC 150/165 mm crépinés 9 PVC 150/165 mm pleins Gravillonnage de 60 à 20m Bouchon d'argile de 20 à 19m et cimentation (bentonite) de 19 à 1m. 	<ul style="list-style-type: none"> Descente de la colonne d'Air liti et développement du forage pendant 3 heures Essai d'eau (15m3/h) Mise en place tête de forage 	<ul style="list-style-type: none"> Replètement de la foreuse et du matériel Nettoyage du site 			
hauteur eau matin (m)						
hauteur eau soir (m)						

Vannes d'eau à 3,50m et 12m

Niveau lors de la réception le 04/09/09 à 13,40m

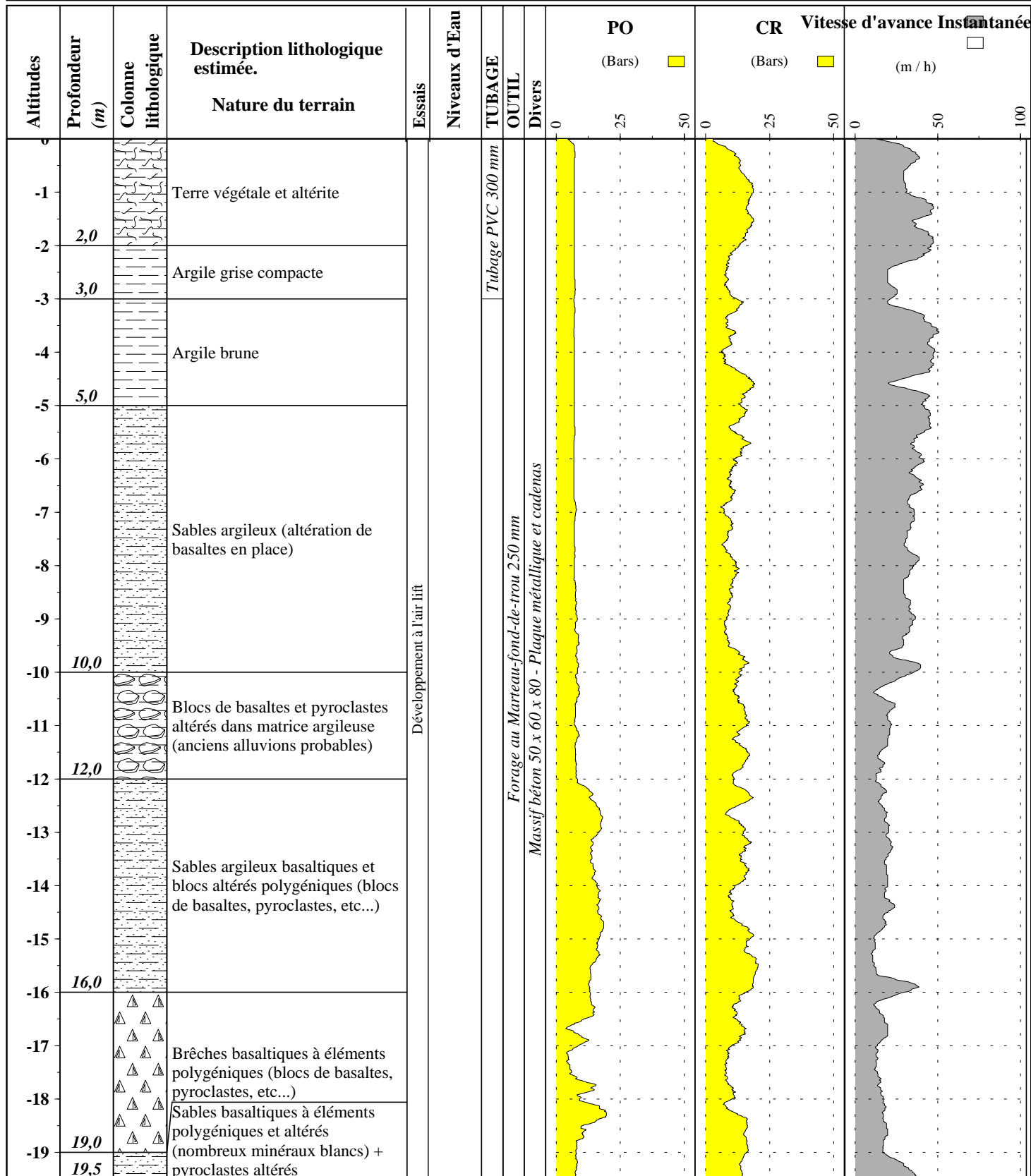
Annexe 3

Log de forage FORINTECH (informations lithologiques BRGM)

FORINTECH

Chantier : **SURVEILLANCE DES EAUX**

9 bis, Av Piton Tréport - ZA CAMBAIE
97 460 SAINT PAUL
Tél. : 02.62.45.29.82
Fax : 02.62.45.29.83

SONDAGE : DIGOType : *Destructif*Profondeur : **60,12 m**Date : du **21/08/2009** au **31/08/2009**Inclinaison : **0,0°**Machine : **DOMINE DCH 114**Donneur d'ordre : **BRGM**
Bureau d'études : **BRGM**Echelle : **1/100**Fluide : **Air + GS mouss**Page : **1**

FORINTECH

9 bis, Av Piton Tréport - ZA CAMBAIE
97 460 SAINT PAUL
Tél. : 02.62.45.29.82
Fax : 02.62.45.29.83

Machine : DOMINE DCH 114
Fluide : Air + GS mouss

Chantier : **SURVEILLANCE DES EAUX****SONDAGE : DIGO**Type : *Destructif*Profondeur : **60,12 m**Date : du **21/08/2009** au **31/08/2009**Inclinaison : **0,0°**

X :

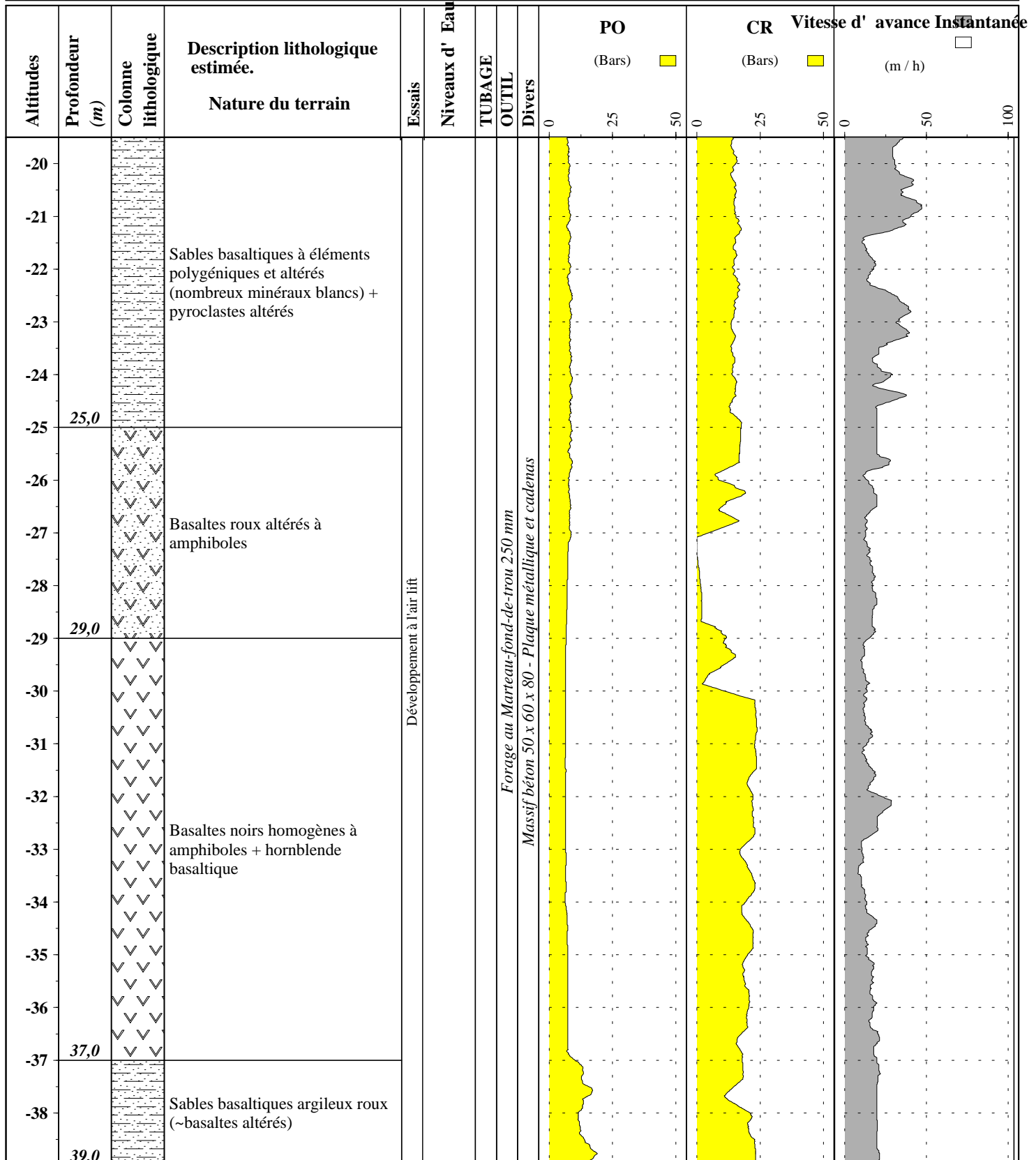
Y :

Z :

Donneur d' ordre **BRGM**
Bureau d' études **BRGM**

Echelle : **1/100**

Page : 2



FORINTECH

9 bis, Av Piton Tréport - ZA CAMBAIE
97 460 SAINT PAUL
Tél. : 02.62.45.29.82
Fax : 02.62.45.29.83

Machine : DOMINE DCH 114
Fluide : Air + GS mouss

Chantier : **SURVEILLANCE DES EAUX****SONDAGE : DIGO**Type : *Destructif*Profondeur : **60,12 m**Date : du **21/08/2009** au **31/08/2009**Inclinaison : **0,0°**

X :

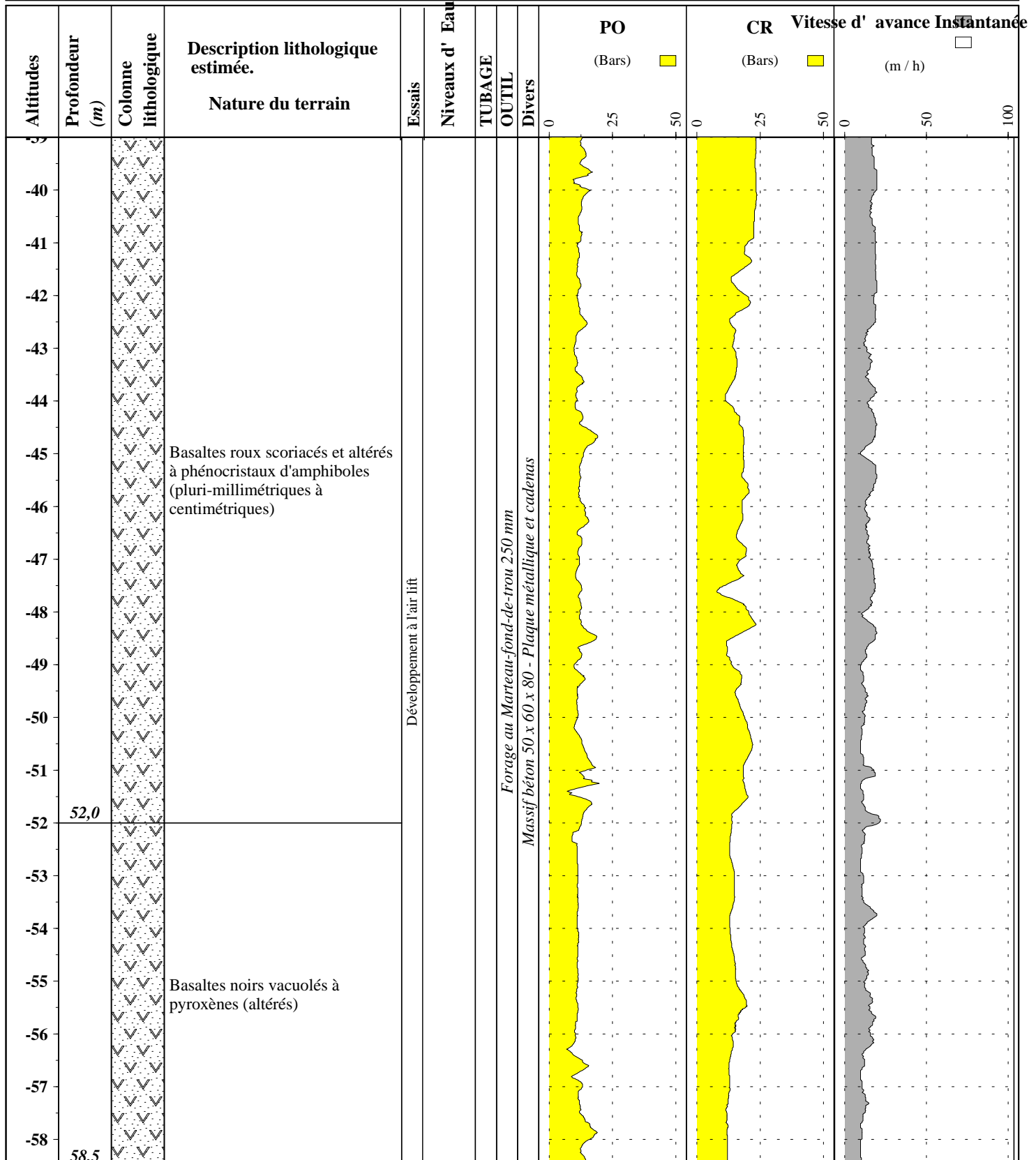
Y :

Z :

Donneur d' ordre **BRGM**
Bureau d' études **BRGM**

Echelle : **1/100**

Page : 3



Annexe 4

Coupe technique FORINTECH (informations lithologiques BRGM)



FORAGE N°: DIGO

Client : BRGM

Bureau d'études : BRGM

Site : SURVEILLANCE DES EAUX

Machine DOMINE DCH 114

X:

Effectué du : 21/08/2009

Y:

au : 31/08/2009

Z:

Inclinaison : 0,0°

Longueur : 60,12 m

Echelle : 1/100

Profondeur (m)	COTE Z	DESCRIPTION	COUPE	TUBAGE	OUTIL	Diamètres forés	EQUIPEMENT	EQUIPEMENT	MASSIF	Eau / Pompage
1		Terre végétale et altérée		Tubage PVC 300 mm			PVC 150/165 vissé flush lisse	Cimentation au coulis de bentonite-ciment		
2	-2,0	Argile grise compacte								
3	-3,0	Argile brune								
4		Argile brune		3						
5	-5,0									
6										
7										
8		Sables argileux (altération de basaltes en place)		Forage au Marteau-fond-de-trou 250 mm		250	PVC 150/165 vissé flush lisse	Cimentation au coulis de bentonite-ciment	Massif béton 50 x 60 x 80 - Plaque métallique et cadenas	Niveau mesuré le 4/04/09 à 13.40 m - Venues d'eau à 3.5 et 12 m pendant la foration
9										
10	-10,0									
11		Blocs de basaltes et pyroclastes altérés dans matrice argileuse (anciens alluvions probables)								
12	-12,0									
13										
14		Sables argileux basaltiques et blocs altérés polygéniques (blocs de basaltes, pyroclastes, etc...)								
15										
16	-16,0									
17		Brèches basaltiques à éléments polygéniques (blocs de basaltes, pyroclastes, etc...)								
18										
19	-19,0									
	-19,5	Sables basaltiques à éléments polygéniques et altérés (nombreux minéraux blancs) + pyroclastes altérés						Dur		



FORAGE N°: DIGO

Client : BRGM

Bureau d' études BRGM

Site : SURVEILLANCE DES EAUX

Machine DOMINE DCH 114

X:

Effectué du : 21/08/2009

Y:

au : 31/08/2009

Z:

Inclinaison : 0,0°

Longueur : 60,12 m

Echelle : 1/100

Profondeur (m)	COTE Z	DESCRIPTION	COUPE	TUBAGE	OUTIL	Diamètres forés	EQUIPEMENT	Du EQUIPEMENT	MASSIF	Eau / Pompage
20	-25,0	Sables basaltiques à éléments polygéniques et altérés (nombreux minéraux blancs) + pyroclastes altérés				250	PVC 150/165 vissé flush lisse	D		
21										
22										
23										
24										
25	-29,0	Basaltes roux altérés à amphiboles		Forage au Marteau-fond-de-trou 250 mm		250	PVC 150/165 vissé flush crépiné - fentes 1 mm - bouchon en pied	Graviers 4/6 mm	Massif béton 50 x 60 x 80 - Plaque métallique et cadenas	Niveau mesuré le 4/04/09 à 13.40 m - Venues d' eau à 3.5 et 12 m pendant la foration
26										
27										
28										
29										
30	-37,0	Basaltes noirs homogènes à amphiboles + hornblende basaltique				250				
31										
32										
33										
34										
35	-39,0	Sables basaltiques argileux roux (~basaltes altérés)				250				
36										
37										
38	-39,0									



FORAGE N°: DIGO

Client : BRGM

Bureau d' études BRGM

Site : SURVEILLANCE DES EAUX

Machine DOMINE DCH 114

X:

Effectué du : 21/08/2009

Y:

au : 31/08/2009

Z:

Inclinaison : 0,0°

Longueur : 60,12 m

Echelle : 1/100

Profondeur (m)	COTE Z	DESCRIPTION	COUPE	TUBAGE	OUTIL	Diamètres forés	EQUIPEMENT	EQUIPEMENT	MASSIF	Eau / Pompage
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45		Basaltes roux scoriacés et altérés à phénocristaux d'amphiboles (pluri-millimétriques à centimétriques)								
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52	-52,0									
53										
54										
55		Basaltes noirs vacuolés à pyroxènes (altérés)								
56										
57										
58	-58,5									

Forage au Marteau-fond-de-trou 250 mm

250

PVC 150/165 vissé flush crépiné - fentes 1 mm - bouchon en pied

Graviers 4/6 mm

Massif béton 50 x 60 x 80 - Plaque métallique et cadenas

Niveau mesuré le 4/04/09 à 13.40 m - Venues d' eau à 3.5 et 12 m pendant la foration

**FORAGE N°: DIGO**

Client : BRGM

Bureau d' études BRGM

Site : SURVEILLANCE DES EAUX

Machine DOMINE DCH 114

X:

Y:

Z:

Inclinaison : 0,0°

Effectué du : 21/08/2009

au : 31/08/2009

Longueur : 60,12 m

Echelle : 1/100

Profondeur (m)	COTE Z	DESCRIPTION	COUPE	TUBAGE	OUTIL	Diamètres forés	EQUIPEMENT	EQUIPEMENT	MASSIF	Eau / Pompage
59		Basaltes noirs vacuolés à pyroxènes (altérés)			Forage au Me	250	vissé flush crépiné -	Graviers 4/6 mm	Massif béton 50 x 60 x 80 - Plaque - métallique et cadenas	Niveau mesu
60	-60,1				60					

Annexe 5

Spécifications de l'enregistreur automatique de niveaux des nappes – Orphéus Mini® et Système ITC de transmission - OTT

OTT Orphéus MINI - Spécifications techniques

Niveau d'eau

Plages de mesure : 0 ... 4 m, 0 ... 10 m, 0 ... 20 m, 0 ... 40 m de colonne d'eau

Résolution : 0,01 % de la pleine échelle

Précision : $\pm 0,05$ % de la pleine échelle

Stabilité à long terme : $\pm 0,1$ % / an de la pleine échelle

Mesure compensée en température : -5 °C ... $+45$ °C (hors gel)

Température

Plage de mesure : -25 °C ... $+70$ °C (hors gel)

Résolution : 0,1 °C

Précision : $\pm 0,5$ °C

Alimentation : 3 piles alcalines 1,5 V type LR6 ou lithium

Autonomie (1 h de scrutation)

avec piles lithium 5 ans minimum

avec piles alcalines 1,5 an minimum avec piles de bonne qualité

Interface : infrarouge (IrDA)

Température de stockage : -40 °C ... $+85$ °C

Mémoire : 4 Mo

Nombre de valeurs mesurées : env. 500 000 mesures

Intervalle de lecture : de 1 seconde à 24 heures

Intervalle de stockage : de 1 seconde à 24 heures

Installation dans des tubes de mesure

avec plateau d'adaptation OTT 1", 2", 4", 6"

avec anneau de suspension ≥ 1 "

Dimensions

Unité de communication : L x Ø 400 mm x 22 mm

Sonde de pression : L x Ø 195 mm x 22 mm

Longueur du système

(longueur câble/module communication et sonde inclus) : 1 ... 200 m ± 0,25 m

Poids

Unité de communication avec piles : env. 0,410 kg

Sonde de pression : env. 0,300 kg

Matière : ABS, V4A (DIN 1.4539)

Type de protection

Unité de communication : IP67 (immersion de 2 m pendant 24 heures maxi)

Sonde de pression : IP 68

Compatibilité électromagnétique : respect des normes IEC61326/EN61326

OTT ITC - Caractéristiques techniques

Réseaux GSM – fréquences supportées : GSM 900 / 1800 Mhz (Bi-bande) et GSM 850 / 1900 Mhz (Bi-bande; version USA)

Envoi automatique de données par SMS : disponible

Appel de données par liaison synchrone : disponible

Fonctionnalité GPRS : en cours de développement

Enregistreurs compatibles : OTT Orpheus Mini, OTT Thalimedes

Interfaces : Infrarouge (IrDA) et RS-232

Alimentation interne : Pile lithium remplaçable sans outil (3,6 V/13 Ah)

Autonomie > 2 ans pour 1 SMS par jour

Autonomie > 1 an si 15 min. d'activation par jour

Alimentation externe : en option :

Alimentation externe 12 V, batterie ou panneau solaire. Le kit standard d'alimentation solaire (12 W, 6.5 Ah) assure l'alimentation nécessaire pour un fonctionnement du modem GSM en continu

Boîtier : Aluminium, résistant aux intempéries, capot de protection antenne PUR-RIM, laquage résistant aux U.V.

Poids : Environ 3 kg

Plage de température : -20 ... +60 °C

Humidité relative : 0 ... 95 % (sans condensation)

Indice de protection : IP 67 (profondeur d'immersion maxi. 2 m pendant une durée maxi de 24 h)

Dimensions Ø x H : 165 mm x 190 mm

Installation : Sur des tubes de 2", 3" et 4"; pas de filetage requis pour l'installation



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

Service géologique régional de Mayotte”
9, centre Amatoula, Z.I. de Kawéni
BP 363
97600 – Mamoudzou France
Tél. : 02 69 61 28 13