

Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte – Campagne 2001-2003

Forage de Combani (1230-6X-0038)
Compte rendu des travaux – Principaux résultats
géologiques et hydrogéologiques

BRGM/RP-52054-FR
décembre 2002

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 2002-EAU-284

P. Lachassagne, N. Maurillon, R. Mouron

Mots clés : Aquifères volcaniques, Archipel des Comores, Eaux souterraines, Exploitation, Forage, France, Géologie, Hydrogéologie, Mayotte, Pompage d'essai, Reconnaissance.

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

LACHASSAGNE P., MAURILLON N. et MOURON R. (2002) - Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte (Campagne 2001-2003) - Forage de Combani (1230-6X-0038). Compte-rendu des travaux - Principaux résultats géologiques et hydrogéologiques. - Rapport BRGM/RP-52054-FR – 2002 MAYOTTE 09, 29p., 8 fig., 5 ann.

© BRGM, 2002.....

Synthèse

Le forage de Combani est un forage de reconnaissance de 89 m de profondeur équipé pour l'exploitation d'eau potable. Il a été réalisé dans le cadre de la campagne 2001-2003 du programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte (financement : Collectivité Départementale de Mayotte et BRGM, sur crédits de Service Public). Le forage a été implanté à la suite de reconnaissances géologiques et hydrogéologiques de terrain effectuées par l'hydrogéologue de la DAF/SER. Il est situé au sud-est du village de Combani-Miréréni (commune de Tsingoni, Collectivité Départementale de Mayotte), dans la vallée de la rivière Mro oua Ourouvéni, à une altitude de 109 m NGM environ. L'ensemble des travaux (foration, pompages d'essai, réception, etc.) a été mis en œuvre sur la période du 25/10/02 au 10/12/02.

L'ouvrage a été réalisé au marteau fond de trou Φ 15".

Il est équipé de tubages PVC Φ 10", crépinés de 28.75 à 69 m de profondeur.

Le forage recoupe, sous 32 m de formations volcaniques altérées, une succession de coulées de lave mélanocrates altérées à saines, intercalées de formations pyroclastiques. La base de la colonne lithostratigraphique est formée d'alluvions, observées jusqu'au fond du puits.

Des niveaux perméables ont été identifiés à 25, 27, 33 et 69 m de profondeur, au sein de niveaux situés au toit ou à la base de chaque coulée saine. La nappe est captive. La cote du niveau piézométrique est d'environ 106 m NGM.

Un essai de puits (pompage d'essai par paliers de débit) et un essai de nappe (pompage à un débit moyen de l'ordre de 6 à 21 m³/h pendant 72h00) ont été réalisés. Le coefficient de pertes de charges quadratiques du puits (c) est évalué à $5.8 \cdot 10^{-2} \text{ m}/(\text{m}^3/\text{h})^2$. Un ajustement de l'essai de nappe est obtenu avec les paramètres suivants (solution analytique de Theis) : transmissivité de $8.4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, mise en évidence d'une limite étanche.

La conductivité électrique des eaux souterraines a été suivie à l'avancement et lors des pompages. Une diagraphie de fluides (profil de conductivité électrique des eaux au sein du puits) a été réalisée après les pompages d'essai.

Un échantillon d'eau a fait l'objet d'une analyse de certains paramètres physico-chimiques et bactériologiques. Parmi ceux-ci, le manganèse dépasse la référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine et justifiera une dilution ou un traitement approprié avant distribution, en plus de la classique désinfection (chloration par exemple).

Si le maître d'ouvrage juge économiquement intéressant de mettre en exploitation ce forage, il est préconisé de l'exploiter à un débit de 8 m³/h qui devra être réévalué en fonction des informations complémentaires qui seront réévaluées sur l'aquifère. Cette mise en exploitation devra être précédée et accompagnée de mesures spécifiques, tant techniques que réglementaires, dont le détail est proposé au sein du présent rapport.

SOMMAIRE

SYNTHESE	3
SOMMAIRE	4
LISTE DES FIGURES	5
LISTE DES ANNEXES	6
1. INTRODUCTION	7
2. LOCALISATION DU FORAGE	7
3. TRAVAUX	10
3.1. CALENDRIER DES TRAVAUX	10
3.2. EQUIPEMENT DU FORAGE	11
4. RESULTATS	11
4.1. GEOLOGIE.....	11
4.1.1. <i>Coupe lithostratigraphique du forage</i>	11
4.1.2. <i>Vitesse à l'avancement</i>	13
4.1.3. <i>Données géologiques du forage</i>	15
4.2. HYDROGEOLOGIE.....	17
4.2.1. <i>Venues d'eau à l'avancement</i>	17
4.2.2. <i>Piézométrie</i>	17
4.2.3. <i>Pompages d'essai</i>	14
4.2.4. <i>Qualité des eaux souterraines</i>	21
5. EVALUATION DES DEBITS EXPLOITABLES	26
5.1. METHODOLOGIE.....	26
5.2. DEBIT D'EXPLOITATION DU FORAGE DE COMBANI	26
6. CONCLUSION - RECOMMANDATIONS	29

Liste des figures

Figure 1 : Forage de Combani : (a) Localisation géographique (b) Schéma simplifié de la tête de puits.

Figure 2 : Coupe lithostratigraphique synthétique et coupe technique du forage de Combani (1230-6X-0038). Localisation et débit des venues d'eau au soufflage.

Figure 3 : Vitesses à l'avancement lors de la foration.

Figure 4 : Forage de Combani. Essai de puits

Figure 5 : Interprétation de l'essai de puits (pompage d'essai par paliers de débit).

Figure 6 : Forage de Combani. Essai de nappe

Figure 7 : Interprétation de l'essai de nappe

Figure 8 : Diagraphie de fluides (conductivité).

Liste des annexes

Annexe 1 : Comptes-rendus journaliers de chantier. (BRGM)

Annexe 2 : Comptes-rendus journaliers « sondeur ».

Annexe 3 : Observations géologiques et paramètres acquis en cours de chantier.

Annexe 4 : Analyses d'eau du forage de Combani réalisée par la SOGEA.

Annexe 5 : Pluviométrie sur la zone du forage.

1. Introduction

Le forage de Combani est un forage de reconnaissance profond de 89 m équipé en forage d'exploitation. Son numéro dans la Banque nationale de données du Sous-Sol (BSS) est le suivant : **1230-6X-0038**.

Le présent rapport rend compte de l'avancement des travaux concernant ce forage, ainsi que des principaux résultats géologiques et hydrogéologiques issus :

- de la coupe lithostratigraphique du forage établie à partir de l'étude des cuttings, récoltés à l'avancement, tous les mètres, des vitesses à l'avancement, etc. ;
- du suivi des venues d'eau, de l'interprétation des pompages d'essai, de la réalisation de diagraphies de fluides, etc..

2. Localisation du forage

Le forage de la Gouloué se situe au sud-est du village de Combani-Miréréni, sur la commune de Tsingoni, en rive gauche d'un affluent du Mro Oua Ourouvéni (Figure 1). Le forage a été implanté suite à des reconnaissances géologiques et hydrogéologiques de terrain effectuées par l'hydrogéologue de la DAF/SER. L'accès à la plate-forme de forage se fait à partir de la piste CCD3 Passamainti-Combani puis, à partir de Combani, en suivant une piste rurale sur plus d'un kilomètre. Ses coordonnées UTM, en mètres, sont les suivantes :

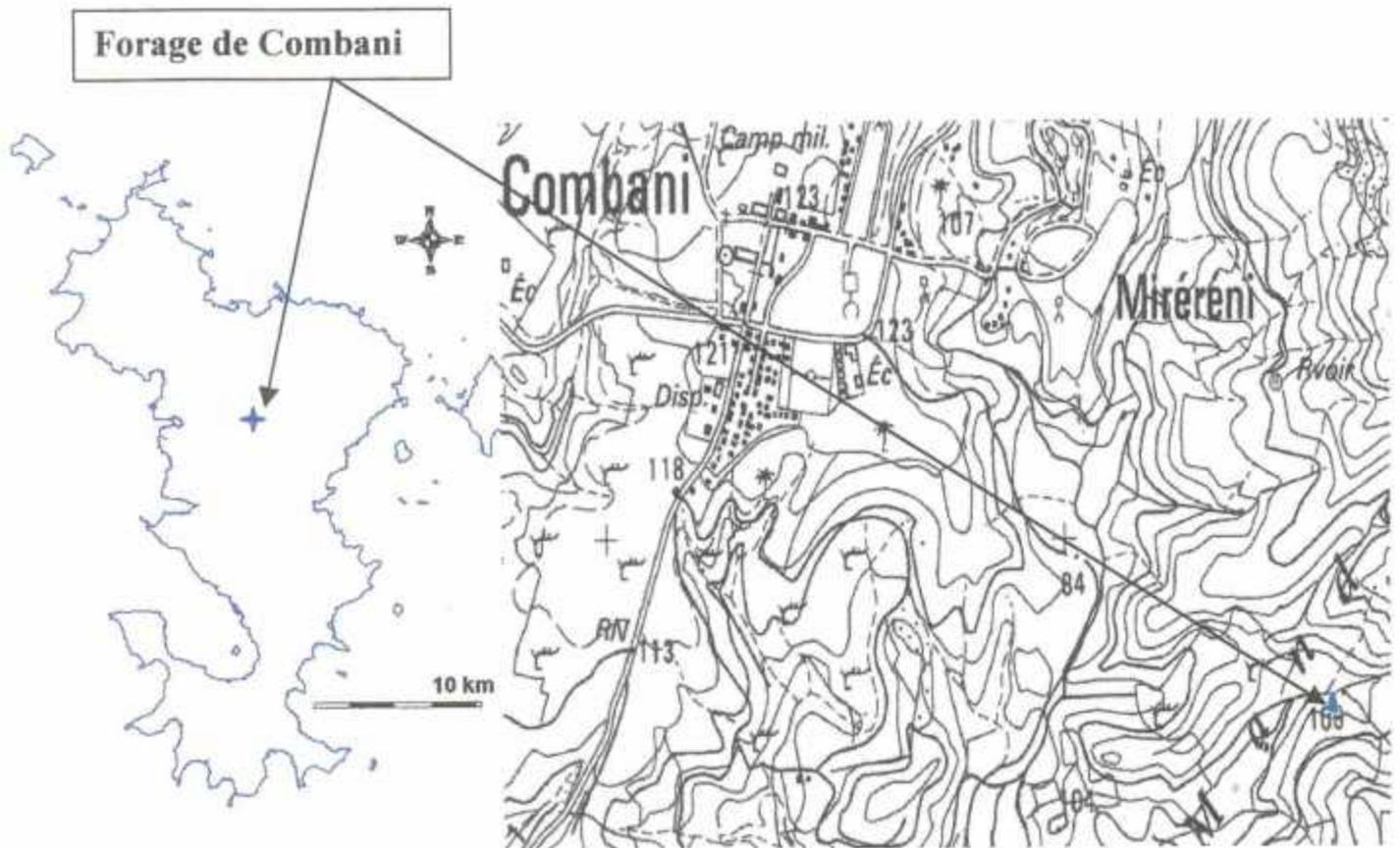
X : 515 600 m
Y : 8585 700 m
Z : + 109 m NGM environ

Ces valeurs ont été définies à partir de la carte IGN à 1/25 000. Elles devront être vérifiées/validées par un géomètre - topographe.

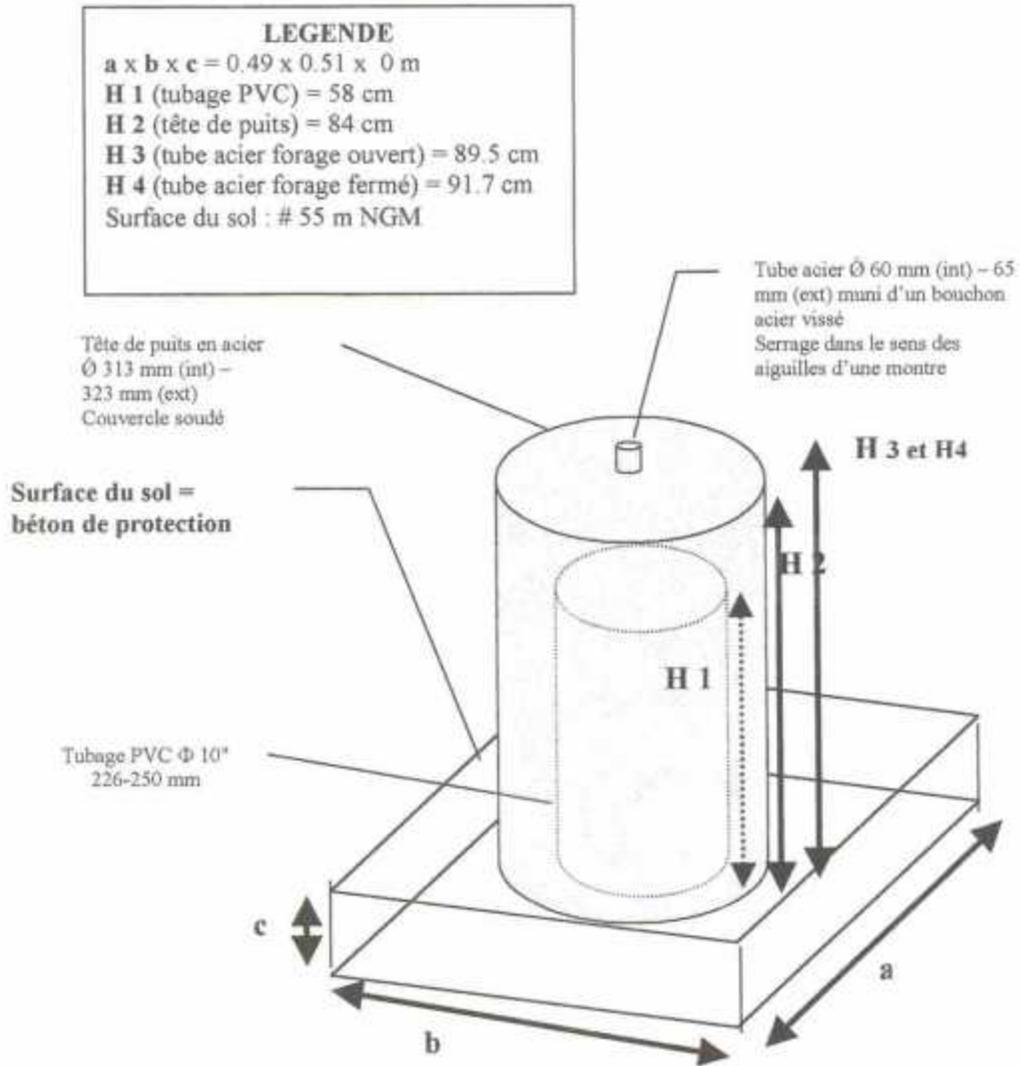
Ses coordonnées exprimées en latitude/longitude, mesurées au moyen d'un GPS en utilisant le Datum WGS 84, sont les suivantes :

Lat : 12,79545 °S
Long : 45,14530 °E

Figure 1 : Forage de Combani :
(a) Localisation géographique



(b) Schéma simplifié de la tête de puits



3. Travaux

Les travaux de foration ont été réalisés par l'entreprise Cofor du 25/10/02 au 10/12/02 selon un poste de 10 heures par jour, six jours par semaine (Annexes 1 et 2).

Les précipitations quotidiennes menées à la station de Combani (données DAF/SER) sont présentées en Annexe 5. Etant donné la quasi absence de données, il est difficile de faire des *corrélations fiables*. En tout état de cause, les précipitations nulles à faibles qui se sont produites avant et pendant les pompages d'essai ne montrent pas d'influence perceptible sur les niveaux piézométriques mesurés durant cette période.

3.1. Calendrier des travaux

- Le 25/10/02 :
 - amené et installation du matériel.
- Du 26/10/02 au 06/11/02 (Figure 2 et Annexe 2) :
 - foration au MFT Ø 15 pouces (381 mm) à l'air (avec adjonction temporaire de mousse) jusqu'à 89 m/sol, avec tubage à l'avancement en 16 pouces sur les 29 premiers mètres ;
 - cette foration a été arrêtée par décision du maître d'ouvrage, sur les conseils du maître d'œuvre, en raison de problèmes techniques liés aux terrains traversés.
- Du 08/11/02 au 12/11/02 :
 - équipement du forage : tubage et massif de graviers ;
 - diagraphie de fluides (conductivité électrique).
- Le 13/11/02 :
 - nettoyage et développement durant 5 heures à des débits compris entre 10 m³/h et 23 m³/h (Annexe 3). Au bout de 4 h de pompage, à un débit au soufflage de l'ordre de 10-12 m³/h, l'eau est claire et ne montre plus de matière en suspension.
- Du 14/11/02 au 15/11/02 :
 - compléments de gravier, mise en place d'un bouchon argileux et d'une double cimentation ;
 - descente de la pompe ;
 - déménagement vers le site de Bandrélé.
- Du 16/11/02 au 21/11/02 :
 - essai de puits (pompage par paliers de débit) ;
 - essai de nappe.
- Le 10/12/02 :
 - diagraphie de fluides (conductivité électrique) ;
 - réception du forage.

3.2. Equipement du forage

L'ouvrage de Combani est équipé en forage d'exploitation de la façon suivante (Figure 2 et Annexe 2) :

- comblement du fond du trou par des terrains éboulés et du gravier (89 m/sol à 73.75 m) ;
- PVC plein Φ 10 pouces (226-250 mm) de +0.5 à -28.75 m/sol, puis de 69 à 73.75 m/sol (bouchon de pied situé à l'extrémité du tubage et constitué d'un tube de 30 cm environ de hauteur, rempli de 20 cm de ciment) ;
- crépine PVC Φ 10" (226-250 mm), 13% de vide, fentes horizontales de 2 mm, de 28.75 à 69 m/sol ;
- gravier basaltique concassé Φ 4-6 mm de 28 à 73.75 m/sol ;
- bouchon argileux (Expangel SP7) de 27 à 28 m/sol ;
- tout venant (gravier basaltique concassé Φ 4-6 mm) de 5 à 23 m/sol ;
- cimentation de 0 à 5 m/sol puis de 23 à 27 m/sol.

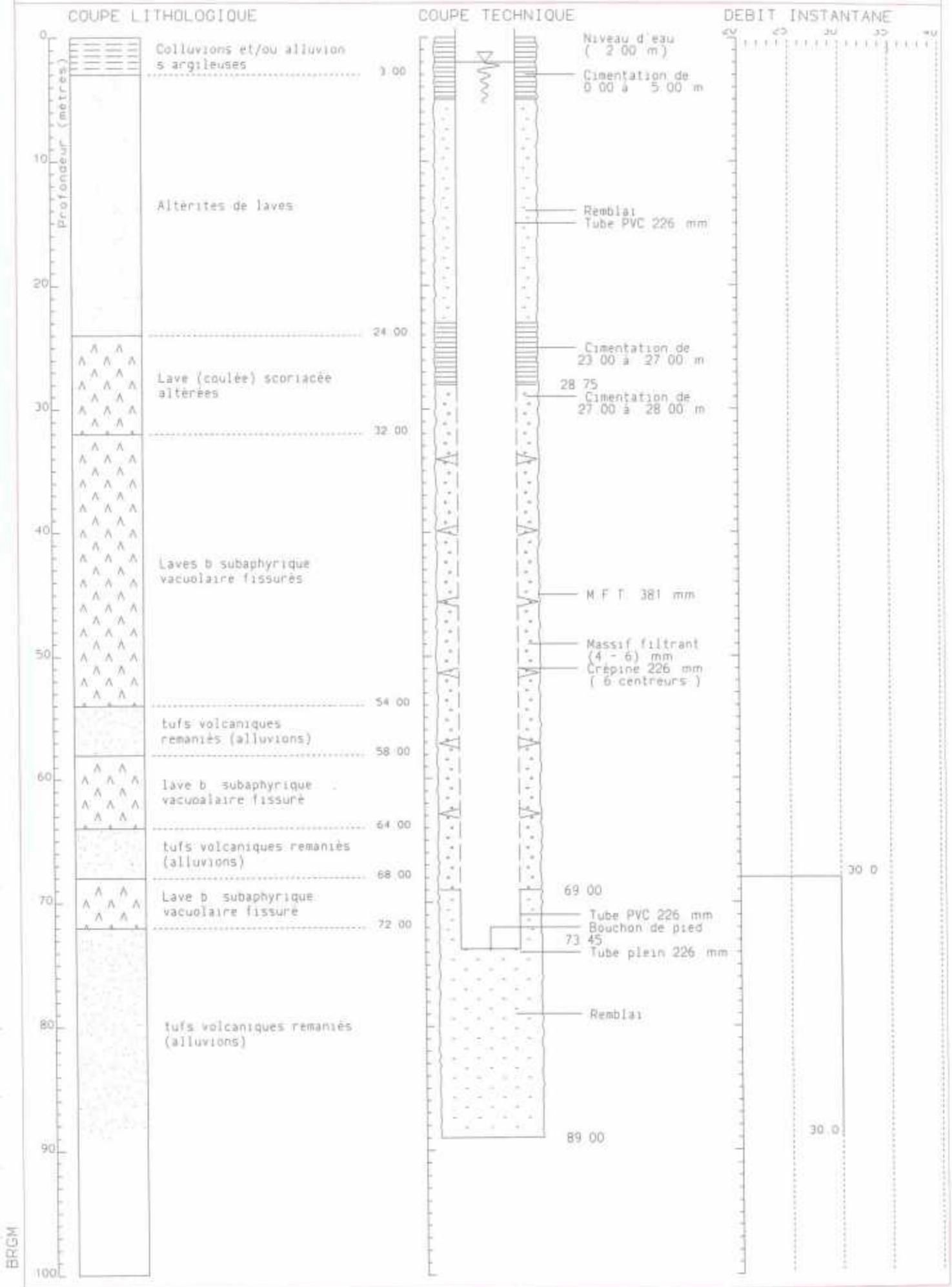
Le forage est fermé à l'aide d'une tête de puits en acier prolongée par un tube acier de plus petit diamètre et muni d'un bouchon vissé (Figure 1b). Cette tête de puits est scellée au sein d'un dé de béton. Lorsque le forage sera instrumenté, il devra être doté d'un dispositif de mise à la pression atmosphérique.

4. Résultats

4.1. Géologie

4.1.1. Coupe lithostratigraphique du forage

La coupe lithostratigraphique synthétique du forage de Combani est présentée en Figure 2. Elle a été établie (i) à partir de l'observation des cuttings prélevés tous les mètres (Annexe 3) et en s'appuyant entre autres, sur (ii) les vitesses à l'avancement (Figure 3) et (iii) sur la localisation des venues d'eau (Figure 2).



Les formations géologiques recoupées par le forage sont les suivantes :

0 - 3 m/sol : colluvions et/ou alluvions limoneuses.

Elles contiennent quelques rares éléments de lave saine ou altérée mais la plus grande partie est constituée d'argiles rouges d'altération.

3 - 32 m/sol : Coulée de lave mélanocrate microlithique, vacuolaire à scoriacée, porphyrique à phénocristaux de pyroxène et olivine.

Succession de coulées d'épaisseur métrique (une dizaine de mètre d'épaisseur en moyenne) de lave mélanocrate microlithique, vacuolaire à scoriacée, porphyrique à phénocristaux de pyroxène et olivine. Les phénocristaux sont plus ou moins abondants et l'on note des amas de phénocristaux de pyroxène, selon les coulées. Ils semblent relativement rares entre 3 et 24 m de profondeur et légèrement plus abondants entre 24 et 32 m.

Cet ensemble est profondément altéré et montre un faciès d'isaltérites :

- des éléments de lave saine à peu altérée de taille millimétrique, apparaissent à partir de 4 m de profondeur ;
- la lave est quasiment saine à partir de 24-25 m de profondeur et le degré d'altération fluctue légèrement d'une coulée à l'autre ;
- de 24 à 32 m de profondeur, les laves présentent des indices de formation (fissure remplies de zéolites) et d'oxydation (principalement les phénocristaux).

Compte tenu du degré d'altération de ces formations, la présence de pyroclastites intercalées ne peut être exclue, en particulier entre 24 et 32 m de profondeur.

32 - 54 m/sol : Coulées de lave saine, basique, mélanocrate, vacuolaire à structure microlithique à sub-aphyrique.

Cette formation est vraisemblablement constituée de plusieurs coulées de laves. Elle montre des indices généralisés de fissuration (et/ou fracturation) sous forme de placages de phases minérales verdâtres (argiles/chlorites) et sous forme de géodes et fissures partiellement colmatées par des minéraux hydrothermaux blanchâtres (zéolites, calcite).

54 - 89 m/sol : Alternance de tuf volcanique remanié et de coulées de lave similaires à celles observées entre 32 et 54 m de profondeur,

la partie inférieure du forage montre une alternance :

- coulées de lave du même faciès que celui observé entre 32 et 54 m de profondeur, y compris pour ce qui concerne la formation et l'hydrothermalisation ;
- des formations pyroclastiques constituées :
 - d'éléments laviques scoriacés émoussés, en majorité de couleur noire (80 à 90 %) et de couleur rouge (10 à 20 %) ;
 - de fragments de lave mélanocrate vacuolaires, certains sub-aphyriques (cf coulées intercalées) et d'autres montrant des phénocristaux de pyroxènes et rares olivines ;
 - des cristaux libres de pyroxènes et de calcite sub-automorphe.

L'importance des coulées de lave (fréquence, épaisseur) décroît avec la profondeur.

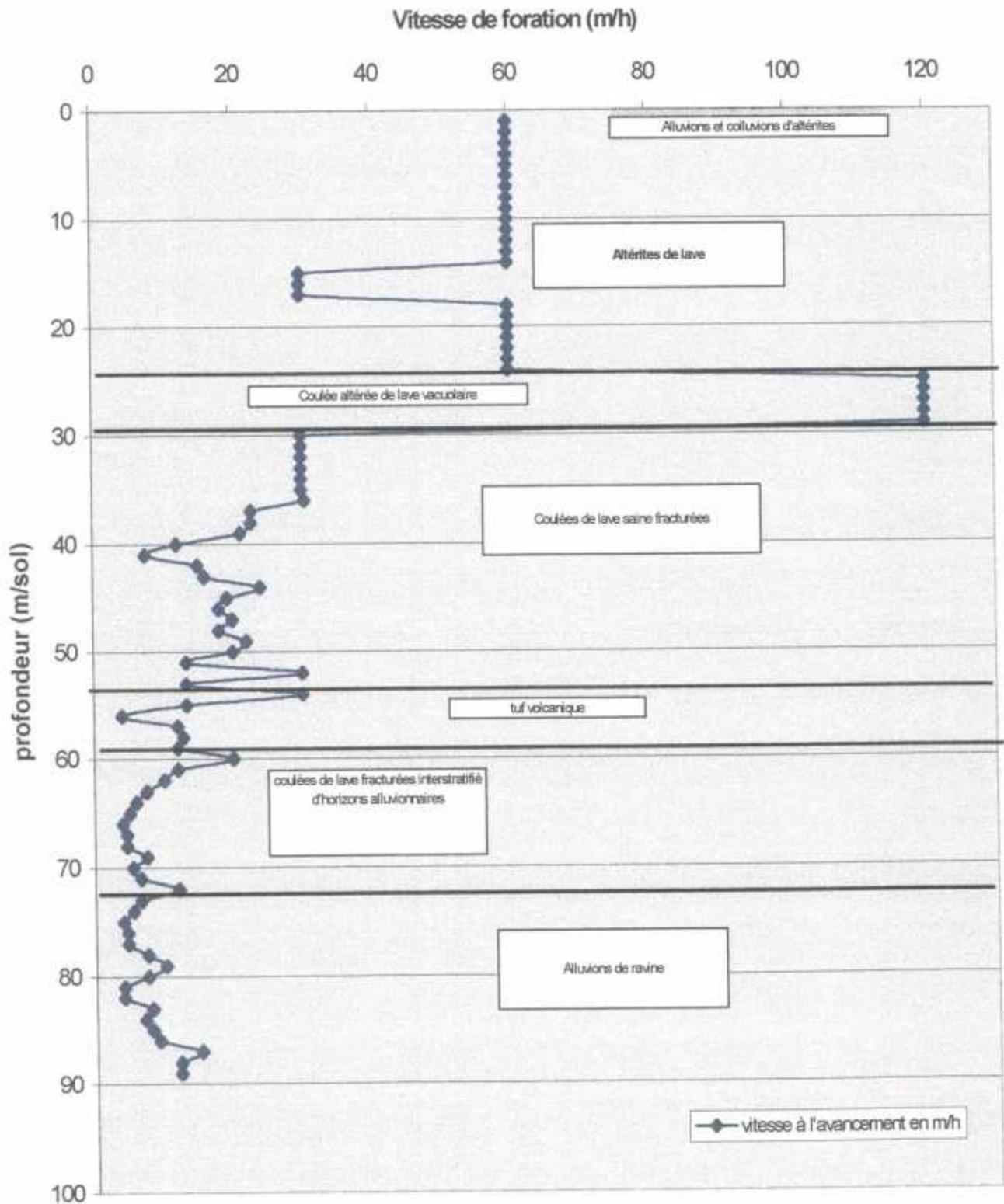
Les formations pyroclastiques sont remaniées (remaniement hydraulique avec dépôt en contexte alluvial). Ceci est particulièrement le cas en dessous de 72 m de profondeur (alluvions).

Le forage recoupe donc, de la base au sommet, une probable paléovallée remplie de formation alluviales intercalées de coulées de lave dont la fréquence et l'épaisseur augmentent vers la surface. La partie supérieure de la coupe est profondément affectée par l'altération.

4.1.2. Vitesse à l'avancement

Les vitesses à l'avancement (Figure 3) permettent de faire très nettement la distinction entre le profil d'altération et les formations sous-jacentes.

Figure 3 : Forage de Combani (1230-6X-0038). Vitesses à l'avancement



4.2. Hydrogéologie

4.2.1. Venues d'eau à l'avancement

Les principales venues d'eau à l'avancement ont été observées exclusivement (Figure 2) au sein des coulées de lave saines à peu altérées (variation du débit au soufflage et surtout rupture dans le rythme de foration et changement temporaire de la coloration des eaux). Les coulées présentent une perméabilité de fissures qui semble cependant significativement colmatée par les minéraux hydrothermaux.

4.2.2. Piézométrie

Le niveau piézométrique est resté stable au fur et à mesure de l'approfondissement du forage, vers 3 m de profondeur, soit + 106 m NGM environ.

Les niveaux perméables recoupés sont donc de type captif ou semi-captif. La charge hydraulique au sein de l'aquifère est donc proche du niveau au sein de l'affluent du Mro oua Ourouvéni au droit du forage, qui coule à une altitude de 107 à 108 m NGM environ.

4.2.3. Pompages d'essai

Le forage de Combani a fait l'objet d'un essai de puits (pompage d'essai par paliers de débit) et d'un essai de nappe. Ces essais ont été réalisés avec une pompe 8'' Pleuger QN 83/3, d'une hauteur de 1,50 m, dont la partie basse (aspiration) a été positionnée à 70 m/sol, à la demande du maître d'ouvrage. Les données des pompages d'essai sont présentées en Annexe 3.

Les enregistrements piézométriques réalisés en particulier à l'occasion des pompages d'essai ne montrent aucune influence perceptible des précipitations et/ou d'éventuels effets de marées.

4.2.3.1. Essai de puits

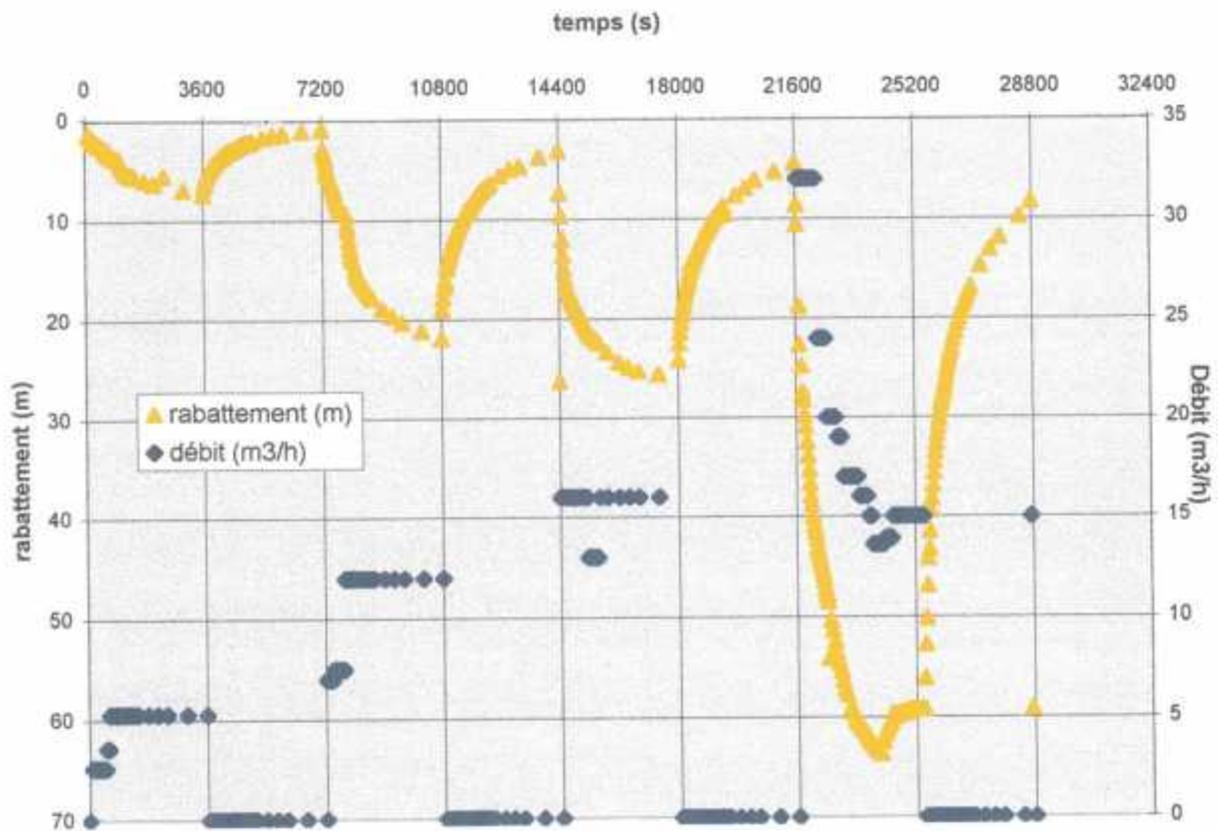
L'essai de puits a comporté 4 paliers non enchaînés (Figures 4 et 5). Le couple de valeurs obtenu à l'issue de la première heure de pompage lors de l'essai de nappe (rabattement 20.75 m, débit d'environ 10.5 m³/h) a été utilisé comme donnée complémentaire.

L'interprétation de la courbe caractéristique du forage, de type $s = bQ + cQ^2$ (Figure 5), conduit à l'estimation suivante :

- coefficient de pertes de charge linéaire : $b = 1.2 \text{ m}/(\text{m}^3/\text{h})$,
- coefficient de pertes de charge quadratiques : $c = 5.8.10^{-2} \text{ m}/(\text{m}^3/\text{h})^2$.

L'interprétation de la courbe caractéristique du forage est assez délicate compte tenu, d'une part de l'apparition de non linéarités aux forts rabattements (dénoiement probable de certaines venues d'eau au cours du quatrième palier) et, d'autre part et dans une moindre mesure, du fait de certaines variations de débit au cours des essais. Cette interprétation semble valable dans une gamme de débits compris entre 0 et 15 m³/h environ. Aux forts rabattements, le dénoiement d'une ou de plusieurs venues d'eau induit une forte augmentation des pertes de charge, qui ne répondent plus à une loi de type quadratique.

Figure 4 : Forage de Combani. Essai par paliers de débit



- Les variations de débit observées au cours des 2 premiers paliers n'ont à priori pas de répercussion significatives sur les rabattements mesurés ;
- Au cours du troisième palier, les débits sont probablement légèrement surestimés (débit moyen voisin de 14 m³/h) ;
- La mesure obtenue lors de l'essai de nappe est cohérente avec ces trois premiers paliers.



Affaire
Client

2ème campagne de forages
Collectivité Départementale de Mayott

**POMPAGE
PAR PALIERS**
Combani

CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES DU PUIT DE POMPAGE

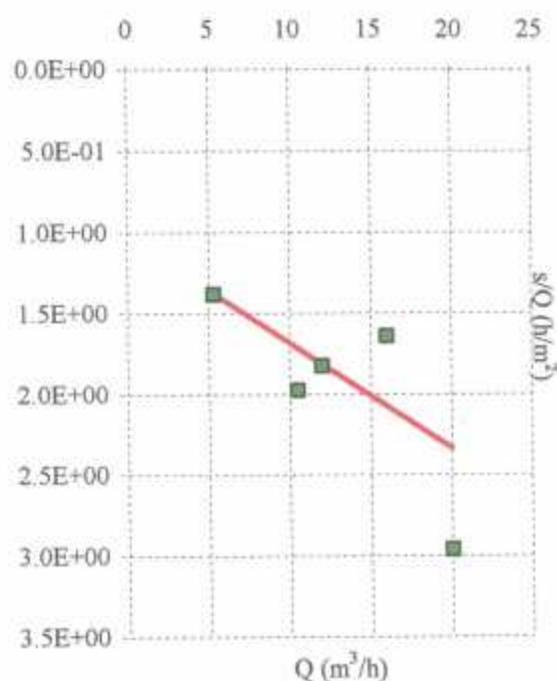
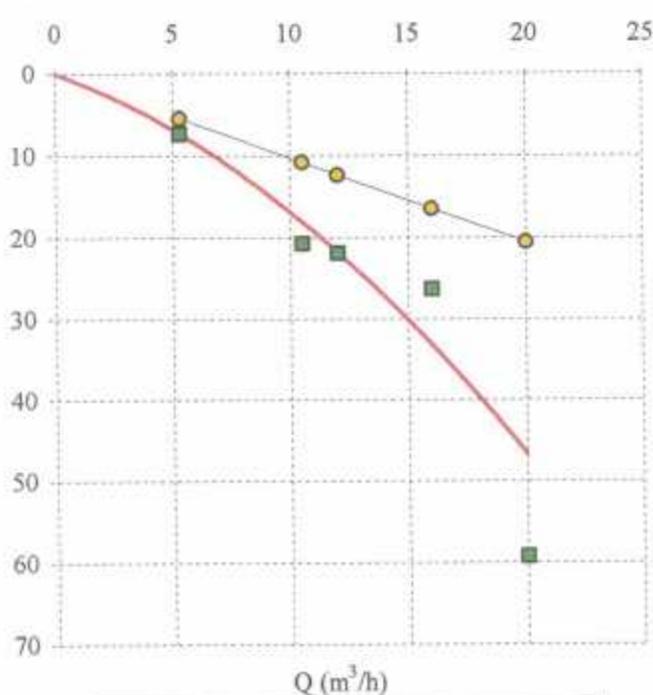
INFORMATIONS GÉNÉRALES

Localité : Ouangani
Forage : Combani

Opérateur : BRGM
Date de début de pompage : 16/11/02

Essai de puits	
Niveau statique initial	2.45
Prof. pompe (m)	
Type pompe	
Diamètre forage (mm)	
Position crépine (m)	
Type crépine	
Massif filtrant	

Limites hydrauliques d'exploitation	
N.S. étiage (m)	
Fluctuations saisonnières	
Débit d'exploitation (m ³ /h)	
P. d. C. linéaires (m)	0.00
P. d. C. quadratiques (m)	0.00
N.D. à l'étiage (m)	0.00
Profondeur mini pompe (m)	



—○— BQ (m) ■ s obs. — BQ+CQ2 (m)

Coef. pertes de charge linéaires (B) = 1.03 m/(m³/h) = 3696 m/(m³/s)
 Coef. pertes de charge quadratiques (C) = 6.54E-02 m/(m³/h)² = 847622 m/(m³/s)²

Q (m³/h)
 Temps de pompage (h)
 Temps de remontée (h)
 Q/s calculé (m²/h)
 Q/s observé (m²/h)
 Ecart Q/s cal. - Q/s obs. (m²/h)

	Palier 1	Palier 2	Palier 3	Palier 4	Palier 5
Q (m ³ /h)	5.30	12.00	16.00	20.00	10.50
Temps de pompage (h)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Temps de remontée (h)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
Q/s calculé (m ² /h)	0.73	0.55	0.48	0.43	0.58
Q/s observé (m ² /h)	0.72	0.55	0.61	0.34	0.51
Ecart Q/s cal. - Q/s obs. (m ² /h)	0.00	0.00	0.13	-0.09	-0.08

Rabattement observé (m)
 Rabattement calculé (m)
 Ecart Scal-Sobs (m)

Rabattement observé (m)	7.32	21.90	26.30	59.20	20.75
Rabattement calculé (m)	7.28	21.74	33.17	46.69	17.99
Ecart Scal-Sobs (m)	-0.04	-0.16	6.87	-12.51	-2.76

4.2.3.2. Essai de nappe

L'essai de nappe a été mis en œuvre pendant une durée de 72 h, suivant une méthodologie définie en concertation avec le maître d'ouvrage délégué (DAF/SER). Le déroulement prévisionnel du pompage était le suivant :

1. pompage d'une durée de 24 h, à un débit de 10 m³/h environ, sans dénoyer une des principales venues d'eaux à 32 m de profondeur, avec réduction du débit si nécessaire ;
La phase 1 du pompage a été menée à un débit de 10 m³/h environ avec quelques réglage de la vanne (pour compenser la diminution progressive du débit associée à l'augmentation de la hauteur manométrique)
2. pompage 24 h environ à un débit plus fort, pour rabattre au maximum, en dénoyant éventuellement certaines des venues d'eau. Cette partie du pompage avait pour objectif de tester l'impact du dénoyage des venues d'eau sur la productivité du puits ;
3. retour ensuite à des débits compatibles avec un niveau piézométrique situé au dessus de la venue d'eau pendant les dernières 24 h de pompage ;
4. suivi de la remontée.

L'ouverture de la vanne de la phase 2 s'est accompagnée d'une très forte augmentation des rabattements, consécutive au dénoyage de deux des principales venues d'eau, sans augmentation significative, *in fine*, du débit pompé. Ceci est logique : hors effet de capacité temporaire, le dénoyage des venues d'eau ne s'accompagne pas d'une augmentation du débit, la différence de charge hydraulique à laquelle cette venue d'eau est soumise n'augmentant pas de manière effective.

La vanne a ensuite été refermée en phase 6. La fin de l'essai a été menée à un débit voisin de 9 m³/h, ce qui a permis une remontée des niveaux piézométriques (rabattements voisins de 44 m). Après l'arrêt du pompage, la remontée a été suivie par l'entreprise pendant 8 heures.

Deux mesures complémentaires ont été réalisées 14 h et 23 h 15 après l'arrêt du pompage.

Compte tenu des non linéarités induites par le dénoyage de la principale venue d'eau, un ajustement a été recherché sur la première partie du pompage d'essai (début de la phase 1 et remontée dans la mesure du possible). Un ajustement, relativement satisfaisant sur les 350 premières minutes de l'essai, a été obtenu à l'aide de la solution analytique de Theis (Figure 5) avec les paramètres suivants :

- transmissivité $T = 8.4.10^{-5}$ m²/s (le coefficient d'emmagasinement n'est pas significatif au puits),
- limite alimentée présentant un « temps d'influence » de 120 minutes,
- pertes de charges quadratiques égales à celles déduites de l'essai de puits.

Les difficultés pour simuler l'augmentation de débit opérée vers 350 minutes sont sans doute liées au dénoisement de la venue d'eau située vers 26-27m qui induisent de premières non linéarités.

Logiquement, cette interprétation conduit à une évaluation très optimiste du comportement du puits lors des phases suivantes de l'essai : rabattement théorique de l'ordre de 24 m au bout de 1000 minutes de pompage alors que les rabattements observés étaient de l'ordre de 30 m.

La suppression de la « limite alimentée » conduit à une évaluation un peu moins optimiste : rabattement de l'ordre de 27 m au bout de 1000 minutes de pompage.

L'adjonction d'une « limite étanche » conduit à des rabattements de l'ordre de 30 m au bout de 1000 minutes de pompage.

L'interprétation avec une seule Limite Etanche conduit à une évaluation plutôt optimiste du comportement du puits à la descente : rabattements calculés de l'ordre de 22 m au bout de 1000 minutes de pompage alors que les rabattements observés étaient de l'ordre de 28 m. Par contre, les niveaux piézométriques observés remontent plus vite que la simulation ne le prévoit.

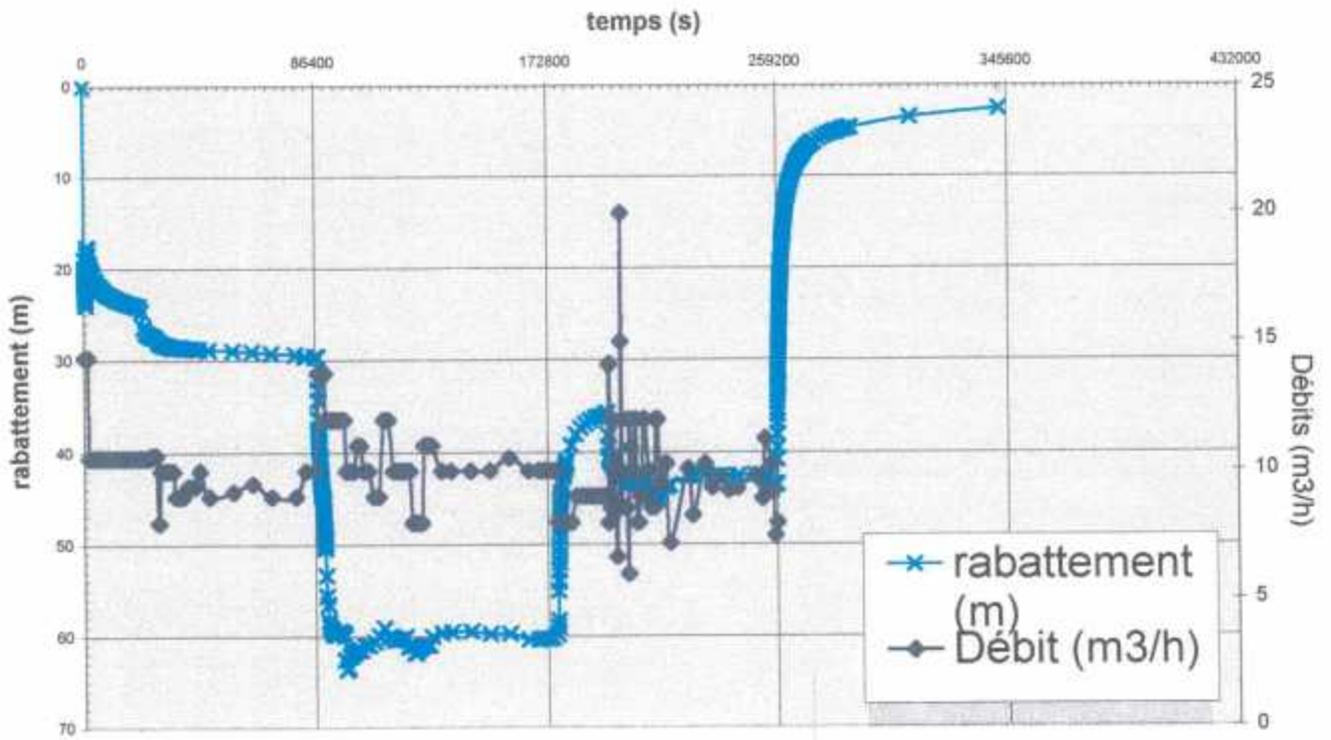
L'adjonction d'une seconde limite étanche conduit à une évaluation plus précise des rabattements à la descente, mais accentue les différences observées à la remontée.

L'interprétation, à la manière d'essais de nappe, des différents paliers de l'essai de puits donne des résultats similaires :

- transmissivité voisine de $1.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$;
- prise en compte d'un effet de capacité (diamètre considéré 226 mm) ;
- pertes de charge quadratiques comprises entre 600.000 et 800.000 (s^2/m^5).

Compte tenu de ces perturbations, un ajustement a été recherché sur la première partie du pompage d'essai (entre 15 et 500 minutes environ), qui n'induit pas de dénoiement supposé des principales venues d'eau. Il conduit aux paramètres suivants :

Figure 6 : Forage de Combani. Essai de nappe





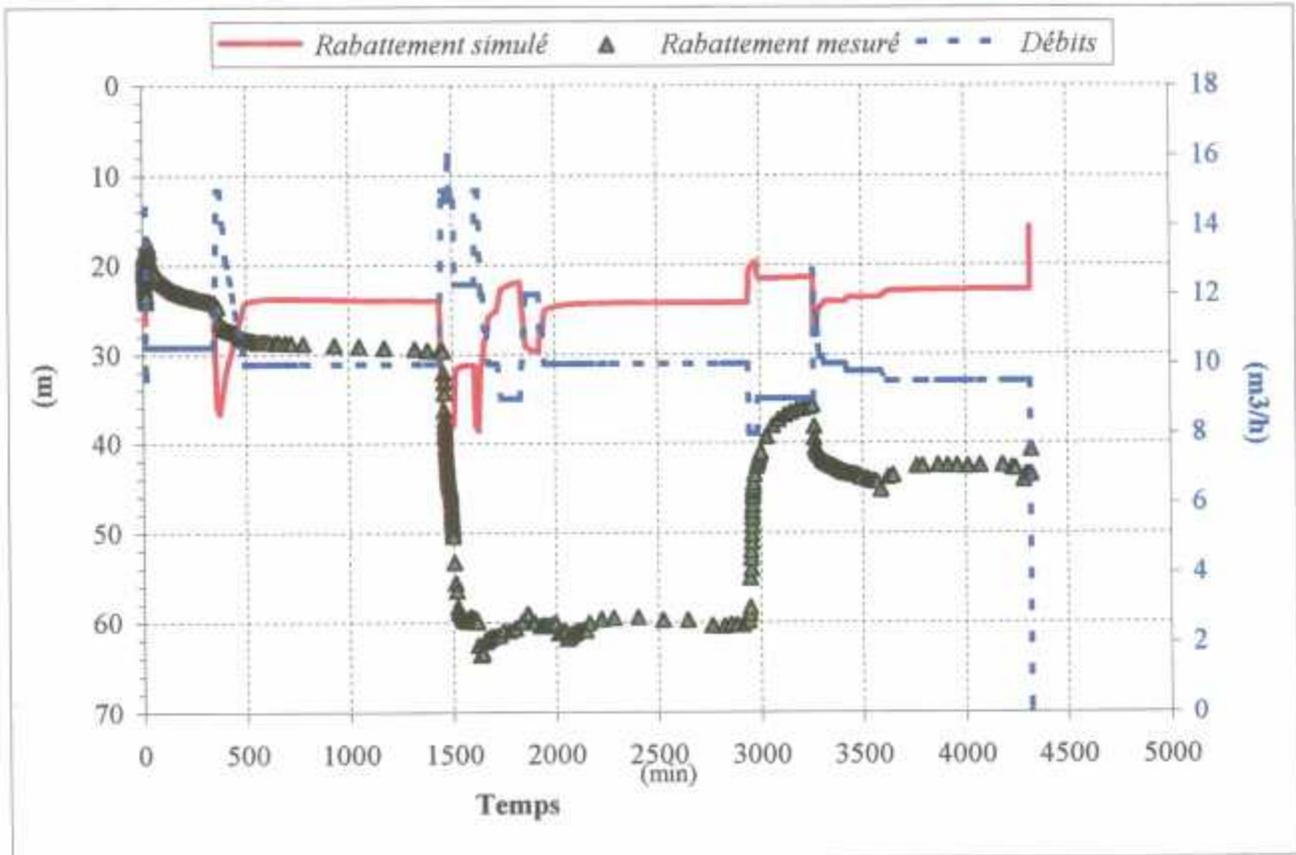
Affaire
Client

POMPAGE D'ESSAI
PUITS Comb

Logiciel ISAPE Version 6.1

INFORMATIONS GENERALES

Fichier traité	COMBANI4.ISA	Date de début de pompage	
Numéro de pompage		Niveau hydrostatique initial	0 m
Aquifère testé		Rabattement Maximum	63.6 m
Nom du forage	Comb	Diamètre du forage	226 mm



PARAMETRES DE L'AJUSTEMENT

Méthode d'interprétation : THEIS

Transmissivité (m ² /s)	Coefficient d'emménagement	Rayon d'observation (m)	Coefficient de P.d.C quadratiques (s ² /m ⁵)	Skin
8.40E-05	5.00E-01	1.10E-01	8.5E+05	

Effet de vidange : Non

Effet de capacité : Non

LIMITE L1

L1	Alimentée
Distance au puits de pompage (m)	1
Temps d'influence (min)	120

LIMITE L2



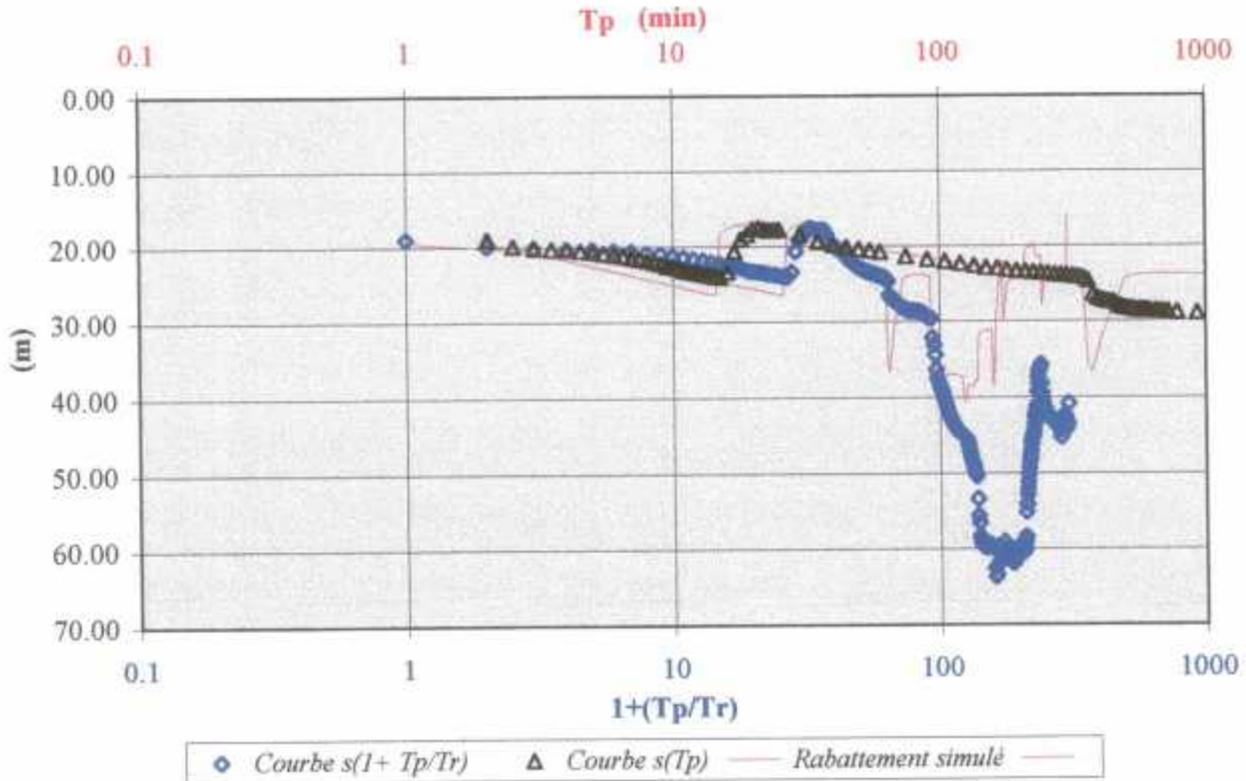
Logiciel ISAPE Version 6.1

Affaire
Client

POMPAGE D'ESSAI
PUITS Comb

INFORMATIONS GENERALES

Fichier traité	COMBANI4.ISA	Date de début de pompage	
Numéro de pompage		Niveau hydrostatique initial	0 m
Aquifère testé		Rabattement Maximum	63.6 m
Nom du forage	Comb	Diamètre du forage	226 mm



PARAMETRES DE L'AJUSTEMENT

Méthode d'interprétation : THEIS

Transmissivité (m ² /s)	Coefficient d'emmagasinement	Rayon d'observation (m)	Coefficient de P.d.C quadratiques (s ² /m ⁵)	Skin
8.40E-05	5.00E-01	1.10E-01	8.5E+05	

Effet de vidange : Non

Effet de capacité : Non

LIMITE L1	
L1	Alimentée
Distance au puits de pompage (m)	1
Temps d'influence (min)	120

LIMITE L2	

4.2.4. Qualité des eaux souterraines

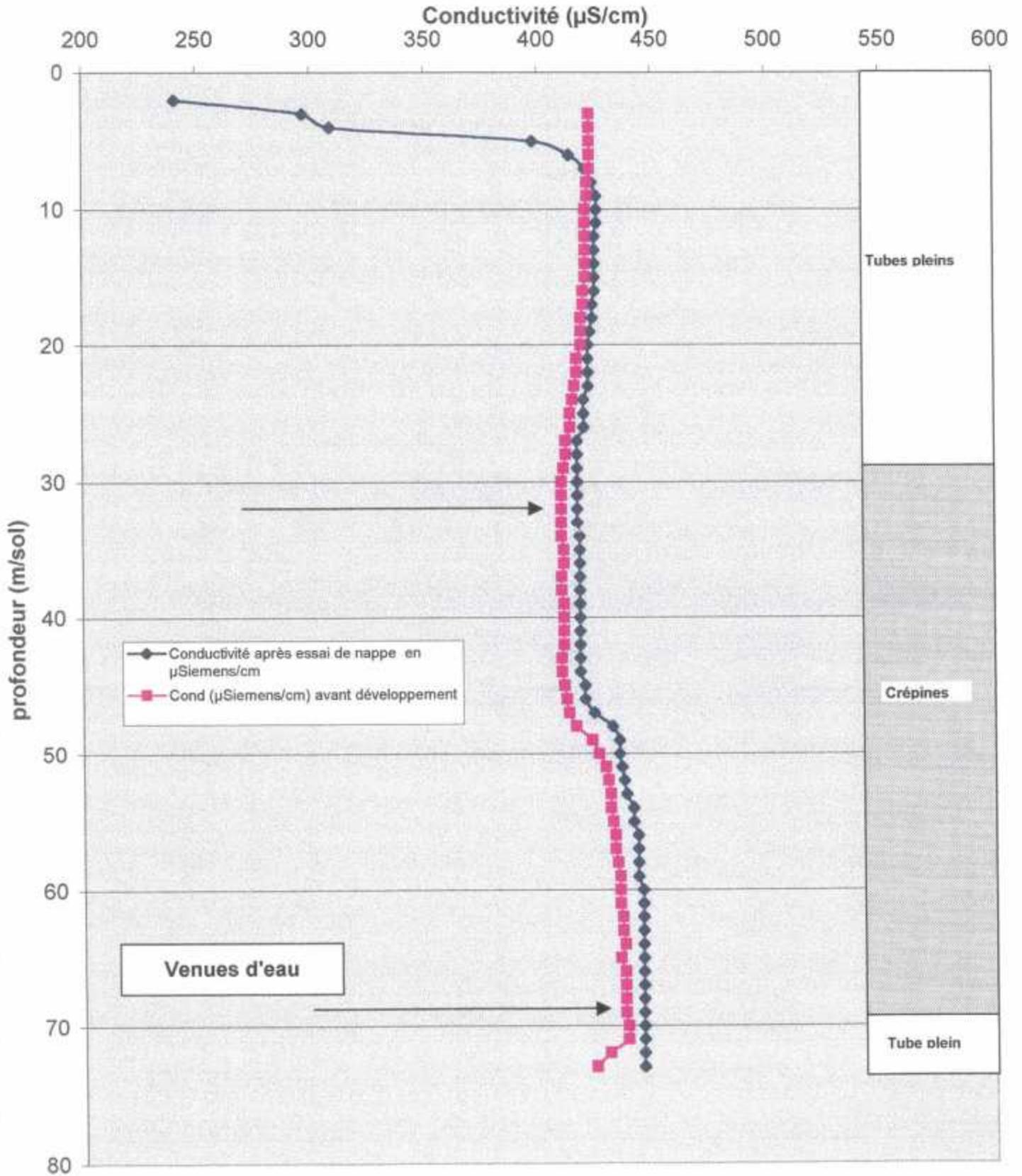
4.2.4.1. Conductivité électrique des eaux souterraines

La conductivité électrique des eaux souterraines a été suivie à l'avancement à partir de 42 m de profondeur (Annexe 4). Voisine de 396 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 35 m de profondeur, la conductivité augmente ensuite, passant de 415 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 480 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en fond de puits..

Au cours du développement et des pompages d'essai (Annexe 4), la conductivité électrique des eaux d'exhaure a montré les évolutions suivantes :

- développement : la conductivité est confirmée entre 398 et 416 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sans tendance évolutive notable ;
- essai de puits : conductivité électrique comprise entre 412 et 444 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sans tendances évolutive notable au cours de l'essai ;
- essai de nappe (Figure 6) : conductivité électrique montrant après quelques variations erratiques une possible augmentation, de 420 à 435 $\mu\text{S}/\text{cm}$ environ.

Figure 8 : Forage de Combani. Diagraphies de fluides (conductivité).



4.2.4.2. Analyses

Un prélèvement a été réalisé par SOGEA le 20/11/02 à 13h00 au cours de l'essai de nappe, au bout de 53h de pompage. Il a fait l'objet d'une analyse par le laboratoire de SOGEA Mayotte (Annexe 4).

Les paramètres analysés, tous au laboratoire, sont les suivants :

- bactériologie ;
- paramètres organoleptiques : odeur, couleur, turbidité et matières en suspension ;
- paramètres physico-chimiques (pH, conductivité électrique, TAC, THca, Thtotal, résidus sec, matières dissoutes) et quelques éléments majeurs (Ca, Mg, SO₄, Al, Cl, K) ;
- nitrates, nitrites, ammonium ;
- Fe, Mn, PO₄, Zn, Cu.

Les paramètres suivants sont en dehors des limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (Annexe 1, §I-1, au décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exception des eaux minérales naturelles) :

- le paramètre « bactériologie » dépasse les limites. L'analyse indique « flore hétérotrophe > 300 col/ml » après « incubation à 37°C pendant 24h ». Cette « contamination » bactériologique est très probablement à mettre en relation avec les travaux de forage et d'équipement du puits. Si ce phénomène perdure, une désinfection du puits pourrait être mise en œuvre. En tout état de cause, les eaux distribuées devront être stérilisées.

Les paramètres suivants sont en dehors des références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine « témoins du fonctionnement des installations de production et de distribution d'eau » (Annexe 1, §I-2, au décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exception des eaux minérales naturelles) :

- **manganèse** : 1.20 mg/l alors que la référence de qualité se situe à 0,05 mg/l. Des excès en manganèse sont fréquemment observés au sein des aquifères volcaniques, en particulier lorsqu'ils sont captifs, et ont déjà été mis en évidence à Mayotte. Le traitement peut se faire par dilution ou oxydation par exemple.

5. Evaluation des débits exploitables

5.1. Méthodologie

Une première évaluation des débits exploitables au forage de Combani est proposée sur la base des mêmes hypothèses de travail que celles retenues, en concertation avec l'hydrogéologue de la DAF/SER, au sein du rapport BRGM RP-51603-FR¹ :

1. **positionnement de la pompe permettant de maximiser le rabattement** : pompe pouvant même, dans des cas exceptionnels, être mise en place au sein de la partie crépinée du forage. Dans ces cas exceptionnels, sur demande du maître d'ouvrage, il a été choisi de proposer la mise en place de la pompe en regard des laves, dont la structure géologique est peu propice à l'entraînement de matières en suspension (MES). Par contre, il n'a pas été préconisé le positionnement de la pompe au droit de formations alluviales ou de formations volcaniques pyroclastiques ou altérées. L'objectif est de donner les moyens à l'exploitant, en cas de nécessité (période d'étiage marquée, besoin ponctuel important, etc.) de disposer d'une productivité maximale au forage, tant en terme de débit instantané que sur le long terme ;
2. **rabattement ne dénoyant pas les venues d'eau les plus significatives**, le dénoiement de celles-ci entraînant, en théorie, une réponse non linéaire de cette partie de l'aquifère, le débit produit n'étant alors plus proportionnel aux pertes de charge générées par le pompage. D'un point de vue pratique, le dénoiement d'une venue d'eau importante se traduit en général par une forte augmentation des rabattements, donc de l'énergie nécessaire au pompage (et des coûts de fonctionnement associés), pour un gain en terme de débit très faible voire nul ;

et à partir :

3. **des résultats des pompages d'essai** (essai de puits et essai de nappe). Des contraintes plus pessimistes quant à la structure de l'aquifère (introduction de limites étanches et/ou suppression des limites alimentées), allant dans le sens de la sécurité, sont également prises en compte. Elles sont choisies en fonction du contexte hydrogéologique local ;
4. **de niveaux piézométriques d'étiage** estimés sur la base des mesures réalisées au cours des travaux et de l'expérience des fluctuations piézométriques naturelles interannuelles connues à Mayotte (de l'ordre de 1 à 3 m en général).

Cette évaluation fournit des éléments sur :

- la **profondeur préconisée d'installation de la pompe** ;
- la **hauteur manométrique, le débit maximal de pompage** et un débit minimum, dans une gamme de variation de 40 %, classiquement autorisée par les fabricants, qui permettent un dimensionnement de la pompe ;
- le **débit maximal admissible** au sein du forage ;
- ainsi que des **recommandations** quant aux modalités de mise en exploitation de l'ouvrage et de gestion de l'aquifère.

¹ LACHASSAGNE P., LADOUCHE B., PETIT V., JOURDAIN Th., MOURON R. (2002).- Protection et optimisation de la ressource en eau souterraine à Mayotte. Réévaluation des débits d'exploitation des forages de 1999-2000, sur la base d'observations complémentaires réalisées en 2000-2001.- Rap. BRGM/RP-51603-FR, 89 p., 31 fig., 4 tab..

Le « débit maximal de pompage » a été déterminé sur la base du **rabattement maximal admissible** :

- au bout d'un an de pompage ininterrompu (24h/24, 365 j par an). Ce paramètre **diffère sensiblement de celui utilisé dans le cadre du rapport BRGM/RP-51603-FR** (3 ans). Le choix d'une échéance à un an permet en effet de dimensionner l'équipement de pompage dans l'optique de la mise en œuvre d'une simulation d'exploitation du puits sur un cycle hydrologique, telle que préconisée au sein du présent rapport ainsi que dans le rapport BRGM/RP-51603-FR ;
- en considérant que le niveau d'eau dans le forage ne doit pas s'abaisser en dessous de la profondeur de la pompe + 5 m (longueur estimée de la pompe + marge de sécurité).

Le « débit maximal de pompage » devra donc être ajusté à l'issue du suivi de la phase probatoire de simulation d'exploitation telle que définie au sein du présent rapport.

Le principe de dimensionnement proposé repose sur une exploitation en continu des forages ; si les besoins en eau sont moins importants, les forages peuvent, bien entendu être exploités de manière discontinue. Le mode d'exploitation en continu a été préféré, en concertation avec la DAF, pour des raisons de gestion du réseau de distribution, à une exploitation discontinue qui aurait permis une plus grande souplesse en terme de dimensionnement des pompes : les pompes auraient pu être dimensionnées pour des débits beaucoup plus forts, permettant de maximiser temporairement l'exploitation (plusieurs jours, plusieurs semaines ou lors de la ou des premières années de pompage) sachant, qu'en routine, la limitation du nombre d'heures de pompage quotidien aurait permis de réguler les volumes prélevés. Ce type de rationalisation de l'exploitation pourra vraisemblablement être envisagé à terme lorsque le réseau de distribution sera équipé d'un dispositif de télégestion.

Le **rabattement maximal** est défini en sommant les pertes de charges quadratiques, qui s'établissent au sein de la partie captante du forage et dans son environnement immédiat, telles que déterminées à partir des paramètres calculés lors de l'interprétation de l'essai de puits, et les pertes de charge linéaires liées à l'écoulement au sein de l'aquifère. Ces dernières sont évaluées au moyen de la solution analytique ayant servi à l'interprétation de l'essai de nappe.

Ce calcul permet d'évaluer le débit exploitable au forage. Il convient néanmoins de conserver à l'esprit qu'il s'agit d'une **évaluation préliminaire** qui ne pourra être confirmée et/ou validée que dans le cadre d'une simulation d'exploitation de longue durée et/ou d'un suivi de la mise en exploitation du forage (voir chapitre 6.). En effet, les règles de l'art préconisent de ne pas dépasser, lors d'une extrapolation à partir des résultats d'un pompage d'essai, une durée supérieure à 10 fois celle de l'essai, ce qui correspondrait à 30 jours dans le cas du présent forage. Le suivi de ces prescriptions, s'il peut éventuellement être assoupli pour des milieux poreux homogènes, au sein desquels il est assez aisé de déterminer la présence d'éventuelles limites géologiques, est tout particulièrement important dans des milieux hétérogènes et compartimentés tels que les aquifères reconnus à Mayotte.

Des dimensionnements avec d'autres hypothèses que celles retenues et présentées au sein de ce rapport pourront être réalisés à la demande du Maître d'Ouvrage.

5.2. Débit d'exploitation du forage de Combari

5.2.1. Solution analytique - Paramètres hydrodynamiques

La solution analytique utilisée pour l'extrapolation des résultats du pompage d'essai est la solution analytique de Theis, avec une transmissivité $T = 8.10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ (cf. § 4.2.3.2).

Trois hypothèses concernant la structure de l'aquifère ont été considérées :

H1 : présence d'une limite alimentée aux caractéristiques similaires à celles déduites du pompage d'essai (« temps d'influence » de 120 minutes) ;

H2 : absence de cette limite alimentée ;

H3 : présence d'une limite étanche au bout de 72h de pompage, qui n'aurait donc pas pu être mise en évidence lors du pompage d'essai, celui-ci ayant duré 72h00.

5.2.2. Pertes de charges quadratiques au puits

Coefficient « c » déduit du pompage d'essai par paliers de débit ($c = 5.8.10^{-2} \text{ m}/(\text{m}^3/\text{h})^2$).

5.2.3. Niveau piézométrique d'étiage

Sur la base d'une cote sol estimée à 109 m NGM au forage, la cote du niveau piézométrique a été mesurée à 106 m NGM le 21/11/02. Cette valeur est significative d'une période d'étiage, qui n'a pas été marquée par des précipitations notables.

Dans le cadre des estimations réalisées ci-dessous, il est proposé de considérer une cote piézométrique d'« étiage sévère » de 105 m NGM (4 m/sol).

5.2.4. Profondeur d'installation de la pompe

Compte tenu des éléments suivants :

- la première venue d'eau conséquente captée se situe à 32 m de profondeur ;
- la base du tubage plein se trouve à 28.75 m de profondeur ;
- nous préconisons de ne pas positionner la pompe en face des formations pyroclastiques afin de réduire le risque de venues de fines ;

Suite à la demande du maître d'ouvrage, il est proposé, de placer la pompe (base de la pompe ou bouche d'aspiration), le plus profondément possible dans le puits et mettre celle-ci à 70 m de profondeur par rapport au sol, soit 39 m NGM.

5.2.5. Rabattement maximal admissible

Compte tenu des observations réalisées lors du pompage d'essai (le dénoyage des venues d'eau ne se traduit pas par une augmentation significative du débit exploitable), il est préconisé en exploitation de « routine » de ne pas dénoyer la principale venue d'eau : 32 m de profondeur, soit un rabattement maximal de 28 m. Dans cette configuration, la pompe étant positionnée beaucoup plus profondément, il n'est pas nécessaire de considérer une marge de sécurité.

5.2.6 Prise en compte du biseau salé

Compte tenu de la cote de la venue d'eau la plus profonde captée par le forage (+40 m NGM) et de l'éloignement du site vis à vis du littoral, le biseau salé ne constitue à priori pas un paramètre pénalisant vis à vis de l'exploitation de ce forage.

5.2.7. Débits d'exploitation et éléments de dimensionnement de la pompe

Compte tenu du développement auquel le puits a été soumis (23 m³/h), le forage ne doit **pas faire l'objet d'un pompage à un débit instantané supérieur à 20 m³/h environ** (risque de venues de matières en suspension et de colmatage). Une exploitation à un débit plus élevé nécessiterait un développement complémentaire.

La prise en considération d'une limite alimentée dont l'influence se ferait sentir à 120 minutes, conduit à une estimation de débit exploitable de 10.7 m³/h environ, qui pourrait être très optimiste compte tenu des effets observés à la remontée.

La prise en compte d'aucune limite dégrade la productivité du puits (débit a peu près de 6.6 m³/h).

Si l'on prend en compte une limite étanche, dont le temps d'influence se situe au delà de 72 h (non visible par l'essai de nappe), nous arrivons à des débits de l'ordre 5.5 m³/h.

Ces évaluations montrent la difficulté de prédire de manière fiable un débit d'exploitation à ce puits.

Les débits exploitables calculés en utilisant les conditions définies plus haut sont les suivants, pour les hypothèses H1 à H3 :

	Rabattement calculé (m)	Débit (m ³ /h)
H1	27.8	11
H2	27.8	6.8
H3	28.3	5.7

La prise en compte d'une limite alimentée conduit à une estimation de débit exploitable de l'ordre de 8 m³/h environ. Dans le cas d'une approche très optimiste, un débit de l'ordre de 11 m³/h pourrait être envisagé. La prise en compte d'une limite étanche dégrade énormément la productivité du puits (débit inférieur à 6 m³/h).

Sur cette base, les **éléments de dimensionnement de la pompe** pourraient être les suivants :

- pompe capable de produire dans une **gamme de débit de 6 à 10 m³/h**, pour une **hauteur manométrique maximale de 70 m** (jusqu'au sol). Il conviendra d'ajouter à cette valeur le dénivelé jusqu'au point de rejet, ainsi que les pertes de charge singulières au sein du dispositif d'exhaure et d'adduction ;
- équiper la pompe d'un **variateur automatique au démarrage** pour limiter les risques d'entraînement de matières en suspension, qui ne peuvent être exclus au sein des formations pyroclastiques.

6. Conclusion - Recommandations

Sur la base des données acquises au forage de Combani, si le maître d'ouvrage juge économiquement intéressant de le mettre en exploitation, il est préconisé :

1. d'équiper le forage pour son **suivi piézométrique**, à un pas de temps rapproché (inférieur à 1h), dès que possible, dans l'attente de la mise en place des équipements de pompage ;
2. de réaliser dès que possible des analyses complètes répondant à la réglementation en vigueur, la faisabilité d'exploitation de ce forage dépendant aussi de la qualité de ses eaux. Une attention particulière devra être portée vis-à-vis du manganèse, paramètre d'ores et déjà identifié comme pouvant justifier une dilution ou un traitement des eaux du forage avant distribution. Si un traitement des eaux du forage s'avérait nécessaire, une étude de traitabilité des eaux devrait être réalisée ;
3. d'équiper le forage d'une **pompe placée à 70 m de profondeur** et capable de produire dans une **gamme de débit de 6 à 10 m³/h**, pour une **hauteur manométrique maximale de 70 m** (jusqu'au sol) ; de doter le puits d'un tube guide crépiné, relié à un orifice situé au sein de la tête de puits permettant au moins la réalisation de mesures piézométriques de contrôle à la sonde électrique et, si possible, l'introduction au sein du forage d'une sonde de conductivité électrique destinée à la réalisation de profils de conductivité (dans ce dernier cas, il serait souhaitable que le tube guide se prolonge jusqu'au fond du puits) ;
4. compte tenu de sa susceptibilité potentielle vis-à-vis d'une pollution, de procéder à une caractérisation complémentaire du forage (rattachement au NGM, etc.) et de l'aquifère (géologie, géophysique, etc.) afin de préciser sa structure et son fonctionnement ; sur la base de ces informations, de réviser éventuellement les présentes prévisions et recommandations ;
5. lors de la première année hydrologique d'exploitation (saison sèche – saison des pluies), la sollicitation de l'aquifère et le suivi très détaillé des effets de cette exploitation permettra de préciser les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère à long terme, ses modalités de recharge, de définir l'impact éventuel du forage sur le biseau salé, les relations eaux de surface/eaux souterraines (cours d'eau voisins du site), etc.. Le suivi réalisé permettra, si nécessaire, de réviser le débit de pompage en cours d'année ;
6. sur la base des observations réalisées, en particulier les modalités de recharge en saison des pluies, de réviser le **cas échéant, en fin de saison des pluies, les présentes préconisations** ;
7. de poursuivre un suivi allégé les années suivantes, afin d'ajuster les modalités d'exploitation de l'aquifère, en particulier sur la base des relations pluviométrie – recharge de l'aquifère.

La mise en œuvre de cette méthodologie permettra de définir les conditions d'exploitation durable du forage de Combani. Il est également préconisé, en préalable à l'alimentation en eau potable du public, de **procéder à la mise en œuvre des procédures réglementaires** : caractérisation de la qualité des eaux souterraines selon les normes en vigueur, procédures de demande d'autorisation d'exploiter, définition des périmètres de protection, etc..

ANNEXES

ANNEXE 1 : Compte-rendus journaliers de chantier
(Document BRGM)



Rapport de chantier N° 44 du 26/10/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = ? m NGM environ

Profondeur :

11 m / sol

Z = - ? m NGM environ

Environnement :

Rivière proche
ensoleillé

Métré foré :

11 m

Indication/Incidents :

Il à été tubé à l'avancement sur les cinq premiers mètres comme convenus au préalable.
A Cinq mètres les cuttings indiquent une zone d'argiles grisâtre avec présence de boules de basalte.
Comme convenue entre l'entreprise lors des En accord avec le Maître d'ouvrage délégué il à été décidé de tuber à l'avancement sur les six prochain mètre.

Cuttings :

Les deux premiers mètres se caractérisent par des colluvions de bas de pente, les 9 mètres suivants sont des argiles grisâtres contenant des éléments basaltiques (ordre du cm) porphyriques.
Cette argile à obstruée les tuyaux de la machine et gêne la progression de l'outil.
Un des flexibles à lâché, il est nécessaire de le réparer.
La foration reprendra normalement lundi 28/10/02.



Rapport de chantier N° 45 du 28/10/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = ? m NGM environ

Profondeur :

29 m / sol

Z = - ? m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Conductivité : 280 μ Siemens/cm

Débit : 10 l/s au flotteur. Débit non significatif compte tenu des prises d'eaux situées en amont.

Nuageux

Métré foré :

18 m

Indication/Incidents :

Il a été nécessaire de déboucher les tuyaux encombrés par les argiles et de solutionner un problème de verticalité.

Le forage a été tubé à l'avancement sur les 29 premiers mètres en 16 pouces. A 29 m de profondeur, le sondeur demande à poursuivre le tubage à l'avancement (en 14 pouces) étant donné qu'il considère toujours être dans des terrains propices aux éboulements.

La décision sera prise demain matin sur le site en présence du maître d'ouvrage délégué.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 47 du 29/10/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

29 m / sol

Z= - 80 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Conductivité : 280 μ S/cm

Débit : 10 l/s au flotteur. Débit non significatif compte tenu des prises d'eaux situées en amont.

Nuageux

Indication/Incidents :

Le forage a été tubé à l'avancement sur les 29 premiers mètres en 16 pouces. A 29 m de profondeur, le sondeur demande a poursuivre le tubage à l'avancement (en 14 pouces) étant donné qu'il considère toujours être dans des terrains propices aux éboulements (probables laves, altérées).

Sur avis favorable du BRGM, la décision à été prise par le maître d'ouvrage délégué de continuer à tuber en 14 pouces. Cette opération nécessite de remplacer le marteau. La foration reprendra demain.



Rapport de chantier N° 48 du 30/10/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

35 m / sol

Z= 74 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Conductivité : 270 μ S/cm (site de lavandière en amont du site)

Débit : 10 l/s au flotteur. Débit non significatif compte tenu des prises d'eaux situées en amont.

Nuageux

Indication/Incidents :

Comme décidé la veille avec le Maître d'ouvrage délégué, il a été foré six mètres en tubage à l'avancement. Durant ces six mètres, une coulée de lave montrant encore des signes d'altération a été atteinte. Pour des raisons de sécurité, le maître d'ouvrage délégué, présent sur le site, a donné son accord à la poursuite de la foration en tubage à l'avancement sur six mètres supplémentaires.

A 35 m de profondeur, un incident (une tige dévissée) oblige le sondeur à arrêter le chantier.

Il est à noter que les débits au soufflage sont bien moins fiables avec un tubage à l'avancement, qui occulte partiellement les venues d'eau et peut donc contribuer à sous évaluer le débit au soufflage.

A ce jour, les venues d'eau, observées au sein des laves, sont estimées à un total de 22 m³/h environ au soufflage :

- 13 m³/h environ à 26-27 m de profondeur,
- 9 m³/h environ à 33 m de profondeur.

Le pompage de longue durée commencera sur le forage de Gouloué le lundi 04/11/02.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 49 du 31/10/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

35 m / sol

Z = 74 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Légères pluies

Indication/Incidents :

Le sondeur est arrivé à repêcher son outil en fin de journée. La foration reprendra demain.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 50 du 1/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

58 m / sol

Z = 51 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Niveau piézométrique :

2.90 m/ sol

Métré foré :

23 m

Indication/Incidents :

Beaucoup de flexibles ont cédé qu'il a fallut réparer. Les venues d'eau sont en parties cachées par le tubage à l'avancement. Depuis 41 m/sol, nous forons sans tubage à l'avancement .

Le site de la Gouloué a été "visité" durant la nuit .



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 51 du 2/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

70 m / sol

Z = 39 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Nuageux,

Débit de la ravine 10 l/s au flotteur

Cond : 280 μ S/cm

Niveau piézométrique :

2.93 m/ sol

Métré foré :

12 m

Indication/Incidents :

Un e venue d'eau est apparue vers 68-69 m. Le sondeur remonte beaucoup de cuttings fin avec des pyroclastites probables. Il est obligé de régulièrement souffler et introduire de la mousse pour nettoyer le puit et ne rien risquer vis à vis de son outil.

La coupe préliminaire du puits suggère que le forage recoupe, depuis qu'il est sorti des altérites, une série de coulées de lave, d'épaisseur métrique (environ 20 m, 6 m, >3 m pour celle qui est en cours de foration), séparées par des niveaux scoriacés ou, plus probablement, pyroclastiques, d'épaisseur plus faible (4 m environ à chaque fois).

Les laves semblent présenter une perméabilité de fissures (éventuellement de fractures), partiellement colmatée par des remplissages hydrothermaux.

A 71 m de profondeur, la somme des venues d'eau recoupées peut être évaluée par excès à environ 55 m³/h.

Ces éléments sont encourageants et justifient de poursuivre la foration, tant pour des critères d'exploration que d'exploitation de la ressource en eau souterraine.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 53 du 04/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

70 m / sol

Z= 39 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Nuageux,

Niveau piézométrique :

2.90 m/ sol

Indication/Incidents :

Un problème d'étanchéité est apparu sur la sondeuse. Celle-ci nécessite des joints qu'il sera difficile de trouver a Mayotte.

Il n'y a pas eu de foration aujourd'hui.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 55 du 05/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

82 m / sol

Z = 27 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Nuageux,

Niveau piézométrique :

2.90 m/ sol

Métré foré :

12 m

Indication/Incidents :

La foration est lente, des formations pyroclastiques sont reconnues qui nécessitent de souffler tous les mètres pour remonter les cuttings et sécuriser l'outil.



Rapport de chantier N° 57 du 06/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z = 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Nuageux

Niveau piézométrique :

2.90 m/ sol

Métré foré :

7 m

Indication/Incidents :

La foration est lente, au sein de formations pyroclastiques similaires à celles recoupées antérieurement. Ces formations nécessitent, selon le foreur, de souffler tous les mètres pour remonter les cuttings et sécuriser l'outil. En fin des 89 m, le sondeur a jugé nécessaire de remonter son outil pour vérifier son état. Il semble en bon état, mais le sondeur préfère le démonter complètement.

Aucune venue d'eau significative n'a été rencontrée au sein de ces formations pyroclastiques, ce qui est relativement logique en l'absence de coulées interstratifiées. Des variations significatives du débit au soufflage (baisse) sont observées. Elles peuvent être liées soit à un colmatage des venues d'eau recoupées antérieurement par les cuttings fins générés par cette passe de foration, soit à un rabattement important au sein du puits induit par les phases de soufflage régulièrement réalisées par le sondeur.

Le maître d'ouvrage délégué, qui a procédé à l'implantation de ce forage, informe le BRGM de la présence, en aval du site de forage, d'un captage AEP au fil de l'eau. Il fait part de ses inquiétudes vis à vis du risque de contamination de ce captage lors des travaux de forage.

Le BRGM en a informé de suite l'Entreprise de forage afin qu'elle prenne toutes les mesures pour limiter les risques de pollution accidentelle (par les hydrocarbures en particulier). Un inventaire des sources de risques et la proposition de solutions pour les limiter sera réalisé le 7/11 avec l'entreprise, lors de la reprise du chantier.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Pour ce qui concerne le risque associé aux rejet, vers la ravine, des eaux souterraines provenant du forage, de premières observations de terrain suggèrent :

- un risque significatif vis à vis des MES ; la turbidité visible à l'œil nu ne disparaissant pas totalement après plus de 200 m d'écoulement au sein du cours d'eau (le captage se situerait néanmoins à plusieurs centaines de mètres du site de forage),
- un risque plus modéré de contamination des eaux de surface par les eaux souterraines, si ces dernières présentaient des teneurs excessives en certains éléments. Les dernières mesures réalisées (10/11 : 10 l/s environ au sein de la ravine au droit du forage), suggèrent en effet une dilution significative des eaux rejetées par la foration : d'un facteur 2 lors des phases de soufflage les plus actives et, en moyenne, d'un facteur supérieur à 3 ou 4. En outre, cette dilution doit augmenter à l'aval avec d'autres apports à la ravine. Par ailleurs, le forage se situe dans une zone peu anthropisée ce qui suggère un risque limité de contamination humaine des eaux souterraines (hydrocarbures, pesticides, etc.).

Le BRGM propose néanmoins, en plus des mesures indiquées plus haut et concernant le risque de pollution accidentelle :

- de demander à la DAF de lui indiquer la localisation exacte du captage AEP ainsi que les coordonnées du responsable à prévenir en cas d'incident afin :
 - de pouvoir réaliser au captage une évaluation du débit actuel de la ravine (évaluation de la dilution des eaux rejetées par le forage, au droit du captage AEP, qui montrera une dilution encore plus forte qu'à proximité du forage),
 - de communiquer ces coordonnées à l'entreprise de forage pour qu'elle puisse prévenir l'exploitant dans les meilleurs délais en cas d'incident,
 - de prendre contact avec l'exploitant pour s'enquérir des modalités actuelles de traitement de l'eau et définir de concert les mesures appropriées,
- de faire réaliser dès que possible par l'entreprise un second bac de décantation des eaux d'exhaure et de s'assurer qu'elle l'entretienne régulièrement (enlèvement des sédiments) de manière à abaisser au maximum la teneur en MES,
- de faire réaliser dès que possible une analyse des eaux d'exhaure, pour caractériser le risque vis à vis des substances dissoutes en phase chantier,
- puis de faire réaliser une analyse en fin de foration afin de caractériser ce risque lors des pompages d'essai.

Ces mesures ne pourront toutefois assurer une sécurité absolue dans la mesure où les analyses réalisées par SOGEA ne sont pas complètes au sens de la réglementation. Elles permettront néanmoins de caractériser la teneur en certains paramètres, liés à la structure naturelle des eaux par exemple, pour lesquels des dépassements ont été observés à Mayotte (magnésium, fer, manganèse, etc.). Une nouvelle évaluation du risque pourra être évaluée sur la base de ces analyses et de la dilution observée.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 59 du 07/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z = 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Nuageux

Niveau piézométrique :

2.90 m / sol

remblai au matin :

6 m

Indication/Incidents :

Prévention des risques de pollution

Suite à la l'information transmise par le maître d'ouvrage délégué, qui a procédé à l'implantation de ce forage, concernant la présence, en aval du site de forage, d'un captage AEP au fil de l'eau, les mesures suivantes, complémentaires à celles proposées au sein du compte rendu n°57, ont été prises.

Un inventaire des sources de risques de pollutions accidentelles et la proposition de solutions pour les limiter a été réalisé le 7/11 avec l'entreprise. Il apparaît que les trois véhicules, la sondeuse et les deux réservoirs d'hydrocarbures constituent les principales sources de pollution accidentelle, principalement par les hydrocarbures. Il a été demandé à l'entreprise de porter une attention particulière et régulière à ces sources potentielles de pollution afin :

1. de manière préventive, d'éloigner ces sources potentielles de pollution des eaux courantes naturelles (cours d'eau, zones de ruissellement en cas de pluie, etc.) ou artificielles (eaux d'exhaure du forage),
2. de détecter d'éventuelles fuites et, le cas échéant, de prendre les mesures qui s'imposent : suppression des fuites, confinement des produits épandus, limitation des écoulements vers la ravine, information dans les plus brefs délais du Maître d'œuvre, du Maître d'Ouvrage Délégué et de l'exploitant du captage AEP, etc.,
3. de prendre des précautions particulières lors du transvasement d'hydrocarbures afin, en particulier, d'éviter tout risque de débordement ou de surverse.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Si possible, une cuvette de rétention des hydrocarbures sera aménagée sous le réservoir de la sondeuse, à distance de la zone d'écoulement des eaux d'exhaure, de manière à empêcher tout débordement de s'écouler vers la ravine.

Pour ce qui concerne le risque associé au rejet, vers la ravine, des eaux souterraines provenant du forage, le BRGM a demandé à l'entreprise, par mesure de précaution vis à vis des matières en suspension, de réaliser un bac de décantation supplémentaire avant l'arrivée des eaux d'exhaure dans la ravine. Par ailleurs, une estimation des débits au captage AEP sera effectuée dès la reprise du chantier afin d'évaluer la dilution des rejets du forage.

Poursuite de la foration

Ayant démonté son outil, le sondeur a constaté que ses problèmes de foration ne pouvaient venir de son outil. Celui-ci est intact, sans aucun problème visible. Il a donc descendu, avec l'accord du maître d'ouvrage délégué et du maître d'œuvre, un tricône 12''1/4 pour nettoyer le fond du trou et remonter les cuttings. Arrivé à 87 m, le maître d'ouvrage délégué lui a demandé de descendre plus profondément (mise en place d'une tige supplémentaire). La poursuite du cavage des formations pyroclastiques et les chutes de sédiments associées ont provoqué un nouveau coincement du train de tige. Le sondeur a pu récupérer suite à une série de manœuvres mais ne pense pouvoir continuer dans ces conditions. En conséquence, l'entreprise Cofor a transmis, au maître d'ouvrage délégué et au maître d'œuvre, des propositions par fax, dans la soirée.

Avis du BRGM :

1. Opportunité de la poursuite de la foration

Le présent forage ayant été implanté par l'hydrogéologue de la DAF/SER, les éléments d'information dont dispose le BRGM sur ce site consistent uniquement en la coupe de forage dressée à partir des cuttings.

Comme indiqué au sein des comptes-rendus antérieurs, depuis la base des altérites le forage recoupe une alternance de coulées et de formations pyroclastiques. La part relative de ces dernières semble augmenter avec la profondeur (aucune coulée n'a ainsi été recoupée entre 72 m et le fond du puits).

Les venues d'eau ont exclusivement été observées au sein des laves (69, 33, 27 m de profondeur ; elles ont été partiellement colmatées par les produits moussants utilisés lors de la foration). Ces observations (bonnes propriétés hydrodynamiques des laves et, a contrario, propriétés médiocres des pyroclastites) concordent avec l'expérience acquise à Mayotte lors des travaux de forage antérieurs.

Sur la base de ces seuls éléments et en l'absence, en particulier, d'information géophysique locale ou de données géologiques de terrain, il ne peut être réalisé de prévision fiable de l'épaisseur des formations pyroclastiques actuellement recoupées et, a fortiori, de prévision de la profondeur d'éventuelles coulées de laves qui pourraient présenter en leur sein des faciès perméables et constituer ainsi un objectif à atteindre. Le seul élément d'analyse disponible est donc l'augmentation, avec la profondeur, de l'épaisseur des formations pyroclastiques peu perméables qui constitue un élément pénalisant. Le fait que ces formations pyroclastiques semblent être des formations remaniées (proportion importante d'éléments roulés) et ne semblent donc pas appartenir à un cône de scories relativise un peu cet avis négatif dans la mesure où le premier type de formations est en règle générale moins puissant que le second.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Néanmoins, sur la base de ces seuls éléments, dans une perspective d'exploitation des eaux souterraines (et non d'exploration), et compte tenu des surcoûts qui pourraient être générés par la poursuite de la foration, nous préconisons l'arrêt de la celle-ci à la profondeur actuellement atteinte et l'équipement du puits.

Il serai cependant souhaitable, avant toute prise de décision par le maître d'Ouvrage Délégué, de confronter cet avis aux données dont dispose l'hydrogéologue de la DAF/SER et qui l'on conduit à implanter ce forage sur ce site. Par ailleurs, l'objectif d'exploration proposé par le MOD paraît en effet intéressant dans la perspective de l'amélioration des connaissances sur la géologie et l'hydrogéologie de Mayotte, si tant est qu'il s'appuie sur un argumentaire raisonné.

2. Analyse des options proposées par l'entreprise

S'il était choisi de poursuivre la foration, nous proposons :

1. en premier lieu la solution n°2 proposée par l'entreprise : cimentation de la zone éboulante non productive (de 71 - 72 m de profondeur jusqu'à 89 m) puis foration du ciment en 14''.

Cette solution présente l'avantage d'une probabilité raisonnable de succès, bien que la tenue du bouchon de ciment ne puisse être garantie. En cas d'échec, elle permet de préserver la possibilité d'équiper la partie actuellement productive du puits (au dessus de 70 m de profondeur). Par ailleurs, il peut être envisagé de demander au foreur de mettre en œuvre l'intégralité de cette solution sur la base du prix du tubage à l'avancement prévu au bordereau des prix (et non en régie), dans la mesure où l'entreprise s'est engagée à pouvoir forer au moins jusqu'à 100 m de profondeur.

Par rapport à ce qui est proposé par l'entreprise, il nous semblerait préférable : (i) d'injecter le ciment au moyen des tiges et de cannes descendues jusqu'au fond du puits (89 m) et remontées progressivement, le mélange coulis - cuttings résiduels pouvant ainsi constituer un bouchon de bonne qualité, (ii) de forer ce bouchon au rotary plutôt qu'au MFT afin de moins l'ébranler.

Dans la mesure où l'entreprise ne dispose pas de rotary 14'', une variante pourrait consister à forer le bouchon de ciment ainsi que les pyroclastites sous-jacentes au rotary 12'' 1/4 et à l'eau, puis à poursuivre la foration au MFT en 12'' 1/4 si des formations résistantes (laves) sont à nouveau rencontrées. Cette dernière solution serait à discuter avec l'entreprise. Elle présente en effet l'avantage de moins solliciter le bouchon mais aussi l'inconvénient d'empêcher en pratique une nouvelle opération de cimentation si les formations pyroclastiques éboulantes présentaient une épaisseur conséquente en dessous de 89 m de profondeur. Elle requiert en outre une bonne maîtrise de la verticalité du puits afin d'assurer son équipement en toute sécurité. Cette bonne maîtrise de la verticalité du puits nous semble néanmoins relever totalement de la responsabilité de l'entreprise.

2. la solution n°3 ne nous paraît pas envisageable dans la mesure où la foration à la boue limite très fortement les capacités de contrôle de la productivité des formations recoupées, mais aussi et surtout dans la mesure où, de l'aveu même de l'entreprise, il n'existe pas de boue disponible à Mayotte, ce qui induirait un stand-by prolongé du chantier,



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

3. les arguments présentés par l'entreprise dans le cadre de la solution n°4 (descente du tubage 14'') nous paraissent recevables. Cette solution présente en effet un fort risque de coincement du tubage pouvant empêcher sa descente et surtout son arrachage une fois le forage terminé. A l'inverse de la solution n°2, cette option ne préserve pas, en cas d'échec, la possibilité d'exploiter les venues d'eau de la partie supérieure du puits, ce qui constitue un argument très pénalisant.

Réunion en présence du maître d'ouvrage délégué, du maître d'œuvre et de l'entreprise :

Suite à ces propositions une réunion a eu lieu au BRGM le 08/11/02 au matin :

- Le maître d'ouvrage délégué a décidé, suivant les données à sa disposition et l'avis du maître d'œuvre, d'arrêter la foration et d'équiper le forage.
- L'équipement du forage à été discuté avec l'entreprise et le maître d'ouvrage délégué et une manière de faire à été définie (cf. fichier joint).
- La manière d'effectuer le développement et les pompages a été abordé et les décisions remises à la semaine prochaine.
- Etant donné la situation d'éloignement du captage d'eau de surface vis à vis du forage, le maître d'ouvrage délégué considère que le risque de contamination lié a celui-ci est infime.
- Le maître d'ouvrage délégué a demandé que l'on fasse un log de conductivité supplémentaire juste après l'équipement du forage.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 60 du 08/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z= 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Nuageux

Niveau piézométrique :

2.92m/ sol

Indication/Incidents :

Suite à la réunion du matin, le sondeur à préparé son matériel pour équiper le trou :
gravier (qu'il a re-lavé étant donné la qualité à l'achat de celui-ci) ;
tubes pleins et crépines.
Le forage sera équipé demain.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 62 du 09/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z = 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Nuageux

Niveau piézométrique :

2.91m/ sol

Indication/Incidents :

Le forage à été tubé et crépiné.

Etant donné que les tubes et crépines font 5m75 au lieu de 6, en accord avec le maître d'ouvrage délégué, l'équipement à été légèrement modifié (cf fichier joint).

Le forage à été gravillonné jusqu'au tubage en acier (40 m/sol environ).



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 63 du 12/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z = 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Nuageux

Niveau piézométrique :

2.91m/ sol

Indication/Incidents :

Le tubage à l'avancement de 14 pouces à été enlevé et le tubage 16 pouce haussé de 1 m pour permettre de découvrir et gravillonner le forage dans toute sa partie crépiné.

Le reste du tubage 16 pouce n'a pas été enlevé avec l'accord du maître d'ouvrage délégué pour des raisons de stabilité de l'ouvrage pendant le développement.



Rapport de chantier N° 65 du 13/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z = 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Nuageux

Niveau piézométrique :

2.55 m/ sol

Indication/Incidents :

Le log de conductivité avant développement, demandé par le maître d'ouvrage délégué, à été effectué.

Le développement à été effectué selon la procédure demandée par le maître d'ouvrage délégué en soufflant devant les crépines respectivement à :

- -30 m/sol durant une heure ;
- -38 m/sol durant une heure ;
- -46 m/sol durant une heure ;
- -58 m/sol durant une heure ;
- -67 m/sol jusqu'à l'éclaircissement total de l'eau.

Il est à noter que, durant le développement, les débits mesurés sont assez variables et évoluent d'une manière qui ne semble pas pouvoir être corrélée de manière fiable avec les rabattements qui pourraient être associés au pompage par air lift.

A 16 h fin de remontée des tiges, le forage sera fini d'être équipé demain selon la coupe technique établie antérieurement en accord avec le maître d'ouvrage délégué.

Le brgm fera des propositions concernant les essais de pompage par palier. Concernant ceux ci, le maître d'ouvrage délégué demande qu'ils soient faits de manière enchaînée à la différence de ce qui est prévu au DCE en vue de gagner de l'argent sur les temps de remontée.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 66 du 14/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z = 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Nuageux

Niveau piézométrique :

2.55 m/ sol

Indication/Incidents :

Le tubage 16 pouce à été enlevé.

La première cimentation (23-27 m) a été réalisée et une partie du matériel déménagé.

Une réunion maître d'ouvrage délégué - maître d'œuvre a eu lieu.

Durant cette réunion le projet de situation n°3 présenté par l'entreprise à été évoqué, ainsi que la manière de réaliser le pompage par palier sur le chantier de Combani.

Propositions :

Pompage d'essai par paliers de débit :

Les mesures de débit réalisées pendant le développement suggèrent que le forage pourra faire l'objet de paliers de débit dans une gamme de 0 à 30 m³/h maximum. Compte tenu du fait que d'une part, en exploitation, il sera sans doute souhaitable de ne pas dénoyer les principales venues d'eau (33 et 69 m de profondeur) et d'autre part que leur non dénoisement pendant les essais est le gage d'une meilleure qualité d'interprétation donc de prévision pour la phase d'exploitation, nous proposons de réaliser au moins trois paliers à un débit qui n'induirait pas de baisse du niveau piézométrique en dessous de 33 m de profondeur et un quatrième palier à un débit plus fort.

Les débits exacts devront donc être ajustés en cours d'essai. Le premier palier pouvant être réalisé à 5 m³/h environ, les suivants aux alentours de 12, 18 et 25 m³/h ou plus, en conservant la consigne proposée ci-dessus.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

A l'image de ce qui a été réalisé sur le forage de Gouloué, après une interprétation préliminaire du pompage par paliers, le début du pompage à débit constant pourra être mis à profit pour réaliser, en cas de besoin, un ou deux paliers supplémentaires.

Par ailleurs, il paraît souhaitable de réaliser des paliers de débit selon les règles de l'art (paliers non enchaînés), d'autant plus que le dénoiement possible de venues d'eau constitue un facteur supplémentaire de difficulté d'interprétation de ces essais.

Par ailleurs, il est préconisé :

- la mise en place de la pompe en regard du tube plein situé en fond de forage (69 à 73,75 m de profondeur) ce qui autorise un rabattement maximum sans risque fort de venues de sable et,
- l'utilisation de la pompe 8" si le foreur peut garantir la possibilité de brider la pompe pour un débit inférieur ou égal à 5 m³/h environ (paliers) et son utilisation à un débit de l'ordre de 10 m³/h pendant le pompage à débit constant.

Les modalités du pompage à débit constant seront définies en fonction des résultats de l'essai par paliers. Elles pourraient être similaires à celles mises en œuvre au forage de Gouloué (dénoiement de la venue d'eau à 33 m pendant une phase intermédiaire du pompage).



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 67 du 15/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z = 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Nuageux

Niveau piézométrique :

2.55 m / sol

Indication/Incidents :

La Deuxième cimentation (-5-0 m/sol) a été réalisée après remplissage de l'extrados par du gravier.
Descente de la pompe de 8 pouces.

Propositions :

Pompage d'essai par paliers de débit :

Les mesures de débit réalisées pendant le développement suggèrent que le forage pourra faire l'objet de paliers de débit dans une gamme de 0 à 30 m³/h maximum. Compte tenu du fait que d'une part, en exploitation, il sera sans doute souhaitable de ne pas dénoyer les principales venues d'eau (33 et 69 m de profondeur) et d'autre part que leur non dénoiement pendant les essais est le gage d'une meilleure qualité d'interprétation donc de prévision pour la phase d'exploitation, nous proposons de réaliser au moins trois paliers à un débit qui n'induirait pas de baisse du niveau piézométrique en dessous de 33 m de profondeur et un quatrième palier à un débit plus fort.

Les débits exacts devront donc être ajustés en cours d'essai. Le premier palier pouvant être réalisé à 5 m³/h environ, les suivants aux alentours de 12, 18 et 25 m³/h ou plus, en conservant la consigne proposée ci-dessus.

A l'image de ce qui a été réalisé sur le forage de Gouloué, après une interprétation préliminaire du pompage par paliers, le début du pompage à débit constant pourra être mis à profit pour réaliser, en cas de besoin, un ou deux paliers supplémentaires.

Par ailleurs, il paraît souhaitable de réaliser des paliers de débit selon les règles de l'art (paliers non enchaînés), d'autant plus que le dénoiement possible de venues d'eau constitue un facteur supplémentaire de difficulté d'interprétation de ces essais.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Par ailleurs, il est préconisé :

- la mise en place de la pompe en regard du tube plein situé en fond de forage (69 à 73,75 m de profondeur) ce qui autorise un rabattement maximum sans risque fort de venues de sable et,
- l'utilisation de la pompe 8" si le foreur peut garantir la possibilité de brider la pompe pour un débit inférieur ou égal à 5 m³/h environ (paliers) et son utilisation à un débit de l'ordre de 10 m³/h pendant le pompage à débit constant.

Les modalités du pompage à débit constant seront définies en fonction des résultats de l'essai par paliers. Elles pourraient être similaires à celles mises en œuvre au forage de Gouloué (dénouement de la venue d'eau à 33 m pendant une phase intermédiaire du pompage).



Rapport de chantier N° 68 du 16/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z = 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche

Nuageux

Niveau piézométrique :

2.45 m/ sol

Indication/Incidents :

Le pompage d'essai par palier a été réalisé suivant la proposition du compte rendu n° 67.

Les 3 premiers paliers (5, 12, 16 m³/h) permettent de tracer une courbe $s = bQ + cQ^2$ où $b \approx 3830$ (m/m³/s) et $c \approx 820000$ (m/m³/s)² (évaluation « pessimiste » basée essentiellement sur les données des 2 premiers paliers). Les plus faibles rabattements spécifiques obtenus au palier 3 suggèrent un éventuel et léger développement du puits en cours d'essai.

Les données du 4^{ème} palier sont difficiles à interpréter compte tenu d'une part du dénoiement de la principale venue d'eau et, d'autre part, de la forte diminution du débit en cours d'essai (consécutive pour une part à ce dénoiement).

La réalisation d'un pompage d'essai de longue durée sur le puits de Combani ne paraît pas justifiée dans la mesure où il est quasiment exclu que ce forage puisse être exploité à un débit de l'ordre de 30 m³/h (limite inférieure retenue par la DAF). Compte tenu des éléments disponibles à ce jour, l'ordre de grandeur le plus optimiste est d'environ 10 à 15 m³/h au maximum.

Si le Maître d'Ouvrage Délégué souhaitait néanmoins réaliser le pompage d'essai, voici la manière de faire qui amènerait le maximum d'information dans la perspective d'un dimensionnement le plus précis possible des modalités d'exploitation du forage.

Réguler le débit de manière à ce que le niveau piézométrique ne descende pas au dessous de 33 m de profondeur. En deçà, on dénoie la principale venue d'eau et les lois classiques de l'hydrodynamique ne s'appliquent plus (le débit de cette venue d'eau principale n'est plus relié à la charge hydraulique régnant dans le puits). On ne pourra interpréter l'essai et donc faire de prévision



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

fiable de débit d'exploitation. Si l'on souhaite toutefois tester le puits en dénoyant cette venue d'eau, nous préconisons, à la manière de ce qui a été réalisé sur le forage de Gouloué, de :

1. pomper 24h à un débit qui permette de maintenir un niveau au dessus de la venue d'eau de 33 m,
2. pomper 24h environ à un débit plus fort, pour rabattre au maximum,
3. revenir ensuite à des débits compatibles avec un niveau d'eau au dessus de la venue d'eau pendant les dernières 24h et suivre ensuite la remontée.

Cette manière de faire permettra d'interpréter de manière à peu près fiable les premières 24h et laisse peut être la possibilité, sans garantie, d'interpréter aussi la remontée, ce qui est important pour la validation des paramètres déduits de la seule descente. Elle permettra aussi de formuler un avis qualitatif sur le comportement du puits lorsque l'on dénoie la principale venue d'eau.

Sur la base d'une interprétation sommaire du pompage d'essai par paliers de débit (transmissivité de l'ordre de $6 \text{ à } 8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$). Il paraît envisageable de prédimensionner la phase 1 (et la phase 3) ci-dessus à un débit d'environ $10 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ce pompage à $10 \text{ m}^3/\text{h}$ devrait en outre permettre de disposer d'une valeur supplémentaire pour l'interprétation de l'essai de puits ce qui autorisera une meilleure précision pour la définition des pertes de charges au sein du puits ainsi que la validation ou non de la tendance du puits à montrer un léger développement. Il sera donc particulièrement important de veiller à une bonne stabilité du débit de pompage, aux environs de $10 \text{ m}^3/\text{h}$, pendant la première heure de l'essai.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 69 du 18/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z= 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche (25 m) en eaux

Nuageux, légères pluies

Niveau piézométrique statique :

2.55 m/ sol

Indication/Incidents :

Le pompage d'essai longue durée a débuté comme détaillé dans le compte rendu n° 68.

Les premières mesures sont dans le fichier joint.

Le sondeur attire notre attention sur le fait que l'entreprise de Tétrama lui demande 15 jours de délai pour la réalisation des plateformes de forage.

La localisation des prochains sites devient pressante si l'on désire pouvoir continuer la campagne sans interruption.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 71 du 19/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z = 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche (25 m) en eau

Nuageux, quelques précipitations de faibles intensités.

Indication/Incidents :

Le pompage d'essai de longue durée se poursuit.

La deuxième phase de ce pompage est en cours à un débit voisin, en fin de journée, de 10.5 à 11 m³/h, pour des rabattements de l'ordre de 61 m.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 73 du 20/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z= 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche (25 m) en eau

Nuageux, quelques précipitations de faibles intensités.

Indication/Incidents :

Le pompage d'essai de longue durée se poursuit.

En accord avec le MOD et le MO, il a été décidé de poursuivre le pompage au même débit jusqu'à la fin de l'essai (suppression de la phase 3 du pompage). Le forage a néanmoins été vanné à 8 m³/h environ en tout début de matinée. Le débit a été remis à 10 m³/h environ à 54 h de pompage.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 75 du 21/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z= 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche (25 m) en eau

Peu nuageux, pas de précipitation notable

Indication/Incidents :

Le pompage d'essai de longue durée s'est poursuivi jusqu'à 72 h (8h du matin). A 14h (6h30 de remontée), le rabattement résiduel est de 7,6 m.

A la demande du BRGM, la remontée est mesurée jusqu'à 18h. Une mesure complémentaire sera réalisée demain matin par l'entreprise avant que la pompe ne soit retirée de l'ouvrage. Si jugé utile, le BRGM procédera à d'autres mesures ultérieurement.

Rendez vous a été pris demain à 9h à Mtsangamouji entre l'entreprise et le maître d'œuvre afin que celui-ci présente à l'entreprise les futurs sites de foration (commande des plates formes par l'entreprise à TETRAMA).



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 77 du 22/11/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z= 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche (25 m) en eau
ensoleillé

Indication/Incidents :

La remontée a été suivie le 21/11 jusqu'à 16h. Des mesures ponctuelles ont été réalisées par l'entreprise à 21h30 et le 22/11 à 6h45. Le BRGM fera une mesure le 23/11.

La pompe a été retirée du puits et le matériel déménagé du site.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 91bis du 05/12/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z = 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche (25 m) en eau
naageux

Piézométrie :

2 m/sol

Indication/Incidents :

La piézométrie constatée aujourd'hui est sensiblement plus élevée que celles observées lors de la foration et des essais de puits et de nappe (2.90m).

Cette montée du niveau piézométrique dans l'ouvrage peut, probablement être mise en relation d'une part avec les précipitations qu'a connue la zone ces derniers jours et d'autre part avec le retour complet à l'équilibre des niveaux piézométriques suite aux sollicitations qu'ont constitué la foration et les pompages d'essai.

Un log de conductivité a été effectué par le BRGM donnant des valeurs comprises entre 241 et 245 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Si l'on fait abstraction des mesure des 10 premiers mètres, cette conductivité est relativement stable, entre 425 et 445 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La réception de ce site par le MOD et le MO aura lieu mardi 10/12/02, dans l'après midi.



CAMPAGNE 2001-2002 DE FORAGES POUR L'EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES A MAYOTTE

Rapport de chantier N° 93 du 10/12/02

Forage de :

Combani

Altitude de l'ouvrage :

Z = 109 m NGM environ

Profondeur :

89 m / sol

Z = 20 m NGM environ

Environnement :

Rivière proche (25 m) en eau

Nuageux avec quelques précipitations.

Piézométrie :

1.94 m / sol

Indication/Incidents :

Le site a été réceptionné par le maître d'œuvre en présence du maître d'ouvrage délégué.

Il est à noter la hausse du niveau piézométrique depuis la dernière mesure.

**ANNEXE 2 : Coupe lithologique « sondeur » et rapports de
chantier
(document Cofor)**



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER 1990

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client DAF	Cofor MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° 21	Date 23/10/02	
Lieu GOULOUÉ			Ø		début journée	fin de journée	
Puits n°			Ø		prof. :	prof. :	
Dossier n°			Ø		niv. eau :	niv. eau :	
AVANCEMENT		METHODE	COUPE GEOLOGIQUE		FORMATION TRAVERSEE		
de	à	soit en	de	à			
de	à	soit en	de	à			
de	à	soit en	de	à			
de	à	soit en	de	à			
EMPLOI DU TEMPS				FOURNITURES DEFINITIVES			
de	à	désignation des travaux réalisés		tube lisse Ø	long		
7 H 00	16 H 30	<i>Amener matériel sur chantier</i>		tube crépine Ø	long		
H	H	<i>approvisionnement nouvelle pompe</i>		fond	nb		
H	H	<i>Montage chantier de pompage</i>		centreurs	nb		
H	H	<i>Transport Mercedes + compresseurs</i>		capot	m3		
H	H			gravier	m3		
H	H			ciment	t		
H	H			divers			
H	H			POINTAGE			
H	H			NOM	Prénom	Nb Hrs	
H	H			LATECOERE		10	
H	H			BOUTROUX		10	
H	H			AMMADA		9	
H	H			SALD MADI		2	
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER	
CP5 n°	Ø	ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRES		
Benne pren. n°	Ø						
Soupape n°	Ø						
Trépan n°	Ø						
Autres							

[Signature]



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER 1991

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client <i>DAF</i>		Cofor	MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° <i>22</i>	Date <i>24/10/91</i>	
Lieu <i>GOULBUE</i>					Ø		début journée	fin de journée	
Puits n°					Ø		prof. :	prof. :	
Dossier n°					Ø		niv. eau :	niv. eau :	
AVANCEMENT				METHODE	COUPE GEOLOGIQUE		FORMATION TRAVERSEE		
de	à	soit	en		de	à			
de	à	soit	en		de	à			
de	à	soit	en		de	à			
de	à	soit	en		de	à			
EMPLOI DU TEMPS						FOURNITURES DEFINITIVES			
de	à	désignation des travaux réalisés				tube lisse Ø	long		
H	H	<i>Dernier transport sur COMBANI</i> <i>→ pompe et réglage câble électrique</i> <i>Montage chantier COMBANI</i>				tube crépine Ø	long		
H	H					fond	nb		
H	H					centreurs	nb		
H	H					capot	m3		
H	H					gravier	m3		
H	H					ciment	t		
H	H					divers			
H	H								
H	H								
H	H								
						POINTAGE			
						NOM	Prénom	Nb Hrs	Prime
						<i>LATECOERE</i>		<i>10</i>	
						<i>BOUYROUX</i>		<i>10</i>	
						<i>RIHAMADA</i>		<i>9</i>	
						<i>SALIMADI</i>		<i>9</i>	
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER			
CP5	n° Ø	ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRS				
Benne pren.	n° Ø								
Soupape	n° Ø								
Trépan	n° Ø								
Autres						<i>Latecoere</i>			



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER 1992

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client DAF		Cofor	MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° 23	Date 25/10/92
Lieu GOULOUÉ					Ø		début journée	fin de journée
Puits n°					Ø		prof. :	prof. :
Dossier n°					Ø		niv. eau :	niv. eau :
AVANCEMENT				METHODE	COUPE GEOLOGIQUE		FORMATION TRAVERSEE	
de	à	soit	en		de	à		
de	à	soit	en		de	à		
de	à	soit	en		de	à		
de	à	soit	en		de	à		
EMPLOI DU TEMPS					FOURNITURES DEFINITIVES			
de	à	désignation des travaux réalisés			tube lisse Ø	long		
7	H 00	13	H 00	<i>à pompe immergée (fuite à la colonne exhaure)</i>	tube crépine Ø	long		
H	H				fond	nb		
H	H				centreurs	nb		
H	H	<i>à pompe à 67 m - essais OK</i>			capot	m3		
H	H				gravier	m3		
H	H	<i>Fun montage chantier COMBANI</i>			ciment	t		
H	H				divers			
H	H				POINTAGE			
H	H				NOM	Prénom	Nb Hrs	Prime
H	H				KATECOERE		10	
H	H				BOUY ROUX		10	
H	H				AHAMADA		9	
H	H				SAIG MADI		9	
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER		
CP5	n°	Ø	ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRES		
Benne pren.	n°	Ø						
Soupape	n°	Ø						
Trépan	n°	Ø						
Autres								

[Signature]



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER

1993

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client DAF	Cofor	MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° 24	Date 26/10/07	
Lieu COMBANI				∅ 16"	11m	début journée	fin de journée	
Puits n°				∅		prof. :	prof. :	
Dossier n°				∅		niv. eau :	niv. eau :	
AVANCEMENT			METHODE	COUPE GEOLOGIQUE		FORMATION TRAVERSEE		
de 0 à 11 soit 11 en 3h00				de 0 à 5		Alterites		
de à soit en				de 5 à 11		Argile + basaltes.		
de à soit en				de à				
de à soit en				de à				
EMPLOI DU TEMPS					FOURNITURES DEFINITIVES			
de	à	désignation des travaux réalisés			tube lisse ∅	long		
7 H 00	17 H 00	Forage de 0 à 11m			tube crépine ∅	long		
H	H	Rupture flexible injection -			fond	nb		
H	H	Cyclone bouché			centreurs	nb		
H	H	Presence d'eau à 5m			capot	m3		
H	H				gravier	m3		
H	H				ciment	t		
H	H				divers			
H	H				POINTAGE			
H	H				NOM	Prénom	Nb Hres	Prime
H	H				WATECOERE		8	
H	H				BOUTROUX		8	
H	H				AHAMADA		5	
H	H				SAID MADI		5	
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER		
CP5 n° ∅		ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRES			
Benne pren. n° ∅								
Soupape n° ∅								
Trépan n° ∅								
Autres								

Watecoere



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER

1994

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client DAF	Cofor	MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° 5	Date 28/10/02		
Lieu COMBANI				Ø 16" à 29m		début journée	fin de journée		
Puits n°				Ø		prof. : 11	prof. : 29		
Dossier n°				Ø		niv. eau :	niv. eau :		
AVANCEMENT				METHODE		COUPE GEOLOGIQUE			
de	à	soit	en	TRAVAIL A LA PERTE		FORMATION TRAVERSEE			
de	à	soit	en	Troubore 16 1/4		argiles altérées de			
de	à	soit	en			lenses.			
de	à	soit	en						
de	à	soit	en						
EMPLOI DU TEMPS						FOURNITURES DEFINITIVES			
de	à	désignation des travaux réalisés				tube lisse Ø	long		
H	H	Forage au tubage 16" à 29m				tube crépine Ø	long		
H	H					Troubore 16"			
H	H	9 marteaux SD 12 ou jour-							
H	H					Bouchage tête d'évacuation.			
H	H								
H	H								
H	H								
						POINTAGE			
H	H					NOM	Prénom	Nb Hrs	Prime
H	H					LATECERE		10	
H	H					BOUJROUX		10	
H	H					MADI		9	
H	H					AHAMADA		9	
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER			
CP5	n°	Ø	ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRES			
Benne pren.	n°	Ø							
Soupape	n°	Ø							
Trépan	n°	Ø							
Autres									

Latecère



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER

1995

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client DAF	Cofor	MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° 6	Date 23/10/02
Lieu COUBANI				∅		début journée	fin de journée
Puits n°				∅		prof. : 29	prof. : 29
Dossier n°				∅		niv. eau :	niv. eau :
AVANCEMENT			METHODE	COUPE GEOLOGIQUE		FORMATION TRAVERSEE	
de	à	soit	en	de	à		
de	à	soit	en	de	à		
de	à	soit	en	de	à		
de	à	soit	en	de	à		
EMPLOI DU TEMPS				FOURNITURES DEFINITIVES			
de	à	désignation des travaux réalisés		tube lisse ∅	long		
7 H 00	16 H 30	chargement tubes 16" et marteau 5010		tube crépine ∅	long		
H	H	+ stabilo 13. Découpe tube 16"		fond	nb		
H	H	↳ tubage 16" en cours + soudure		centreurs	nb		
H	H			capot	m3		
H	H			gravier	m3		
H	H			ciment	t		
H	H			divers			
H	H			POINTAGE			
H	H			NOM	Prénom	Nb Hres	Prime
H	H			LATECOERE		10	
H	H			BOUJROUX		10	
H	H			MADI		5	
H	H			AHAMADA		5	
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER	
CP5	n°	ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRES		
Benne pren.	n°						
Soupape	n°						
Trépan	n°						
Autres							

Latecoere



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMpte-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER

1996

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client DAF	Cofor	MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° 7	Date 20/10/07	
Lieu Combani				Ø 16"	29	début journée	fin de journée	
Puits n°				Ø 14"	35	prof. : 29	prof. : 35	
Dossier n°				Ø		niv. eau :	niv. eau :	
AVANCEMENT		METHODE		COUPE GEOLOGIQUE		FORMATION TRAVERSEE		
de	à	soit	en	de 29	à 38	laves sables.		
de	à	soit	en	de 32	à 35	+ argiles jaunes.		
de	à	soit	en	de	à			
de	à	soit	en	de 30	à 35	basaltes fracturés		
EMPLOI DU TEMPS						FOURNITURES DEFINITIVES		
de	à	désignation des travaux réalisés			tube lisse Ø	long		
7	H 00	11	H 00	→ tubage 14" - mise en place de la	tubé crépine Ø	long		
	H		H	d'évacuation en 14"	fond	nb		
	H		H		centreurs	nb		
	H		H		capot	m3		
11	H 00	16	H 30	→ montage SD10 forage de 29m à 35	gravier	m3		
	H		H		ciment	t		
	H		H	Dévisage du train de sonde en	divers			
	H		H	essayant de fermer l'élargisseur au	POINTAGE			
	H		H	 pied du tube.	NOM	Prénom	Nb Hres	Prime
	H		H		LATECOERE		10	
	H		H		BOUTROUX		10	
	H		H		MADI		9	
	H		H		AHAMADA		9	
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER		
CP5	n°	Ø	ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRES		
Benne pren.	n°	Ø						
Soupape	n°	Ø						
Trépan	n°	Ø						
Autres								

Latecoere



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER

1997

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client DAF	Cofor	MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° 8	Date 31/10/02
Lieu COMBANI				∅		début journée	fin de journée
Puits n°				∅		prof. : 35	prof. : 35
Dossier n°				∅		niv. eau :	niv. eau :
AVANCEMENT		METHODE		COUPE GEOLOGIQUE		FORMATION TRAVERSEE	
de	à	soit	en	de	à		
de	à	soit	en	de	à		
de	à	soit	en	de	à		
de	à	soit	en	de	à		
EMPLOI DU TEMPS				FOURNITURES DEFINITIVES			
de	à	désignation des travaux réalisés		tube lisse ∅	long		
H	H	<i>Fabrication outil de repérage</i>		tube crépine ∅	long		
H	H			fond	nb		
H	H	<i>A MFT au jour</i>		centreurs	nb		
H	H			capot	m3		
H	H	<i>→ MFT à 35m soudure tube n°7</i>		gravier	m3		
H	H			ciment	t		
H	H			divers			
H	H			POINTAGE			
H	H			NOM	Prénom	Nb-Hres	Prime
H	H			<i>LATECOERE</i>		<i>10</i>	
H	H			<i>BOUYROUX</i>		<i>10</i>	
H	H			<i>MADI</i>		<i>9</i>	
H	H			<i>PIRAMIDA</i>		<i>5</i>	
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER	
CP5	n° ∅	ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRES		
Benne pren.	n° ∅						
Soupape	n° ∅						
Trépan	n° ∅						
Autres						<i>latecoere</i>	



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER

1998

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client DAF	Cofor	MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° 9	Date 01/11/07	
Lieu COMBANI				Ø 16"	29	début journée	fin de journée	
Puits n°				Ø 14	41	prof. : 35	prof. : 59	
Dossier n°				Ø		nlv. eau :	nlv. eau :	
AVANCEMENT				METHODE		FORMATION TRAVERSEE		
de	à	soit	en	MFT excentrique		basalte fracturé		
de	à	soit	en	SD10 Ø1478		lave volcanique.		
de	à	soit	en					
dé	à	soit	en					
EMPLOI DU TEMPS						FOURNITURES DEFINITIVES		
de	à	désignation des travaux réalisés			tube lisse Ø	long		
H	H	Réparation flexibles inspection d'air forage au tubage de 35m à 41m puis en trou nu de 41 à 59			tube crépine Ø	long		
H	H				fond	nb		
H	H				centreurs	nb		
H	H				capot	m3		
H	H				gravier	m3		
H	H				ciment	t		
H	H				divers			
						POINTAGE		
H	H				NOM	Prénom	Nb Hres	Prime
H	H				LATECOERE		10	
H	H				BOUTROUX		10	
H	H				MADI		3	
H	H				AHAMDA		3	
H	H							
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER		
CP5	n°	Ø	ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRES		
Benne pren.	n°	Ø						
Soupape	n°	Ø						
Trépan	n°	Ø						
Autres								

Latecoere



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER

1999

TÉL : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client DAF	Cofor	MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° 10	Date 02/11/02				
Lieu COMBANI				Ø 16"	29	début journée	fin de journée				
Puits n°				Ø 14"	41	prof. : 59	prof. : 70				
Dossier n°				Ø		niv. eau : 2,90	niv. eau : 2,80				
AVANCEMENT			METHODE	COUPE GEOLOGIQUE		FORMATION TRAVERSEE					
de	à	soit	en	de 59	à 70	lave volcanique basaltes fracturés					
de	à	soit	en								
de	à	soit	en								
de	à	soit	en								
EMPLOI DU TEMPS					FOURNITURES DEFINITIVES						
de	à	désignation des travaux réalisés			tube lisse Ø	long					
H	H	Forage de 59m à 70m. Q 20 m³/h.			tube crépine Ø	long					
H	H				fond	nb					
H	H				centreurs	nb					
H	H				capot	m3					
H	H				gravier	m3					
H	H				ciment	t					
H	H				divers						
					POINTAGE						
H	H							NOM	Prénom	Nb Hres	Prime
H	H							LATECERE		10	
H	H				BOUTROUX		10				
H	H				MADI		3				
H	H				AMAMADA		3				
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER					
CP5 n°	Ø	ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRES						
Benne pren. n°	Ø										
Soupape n°	Ø										
Trépan n°	Ø										
Autres											
						<i>Latecère</i>					



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER

2000

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client DAF	Cofor	MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° 11	Date 04/11/07	
Lieu COMBANI				Ø 16"	28	début journée	fin de journée	
Puits n°				Ø 14"	41	prof. : 70	prof. : 70	
Dossier n°				Ø		niv. eau : 290	niv. eau : 2,30	
AVANCEMENT				METHODE		FORMATION TRAVERSEE		
de	à	soit	en	de	à			
de	à	soit	en	de	à			
de	à	soit	en	de	à			
de	à	soit	en	de	à			
EMPLOI DU TEMPS						FOURNITURES DEFINITIVES		
de	à	désignation des travaux réalisés			tube lisse Ø	long		
H	H	<i>Démontage et réparation tête d'injection barbet - changement flexible d'injection.</i>			tube crépine Ø	long		
H	H				fond	nb		
H	H				centreurs	nb		
H	H				capot	m3		
H	H				gravier	m3		
H	H				ciment	t		
H	H				divers			
						POINTAGE		
					NOM	Prénom	Nb Hres	Prime
10 H 00	10 H 00	<i>Début pompage BOULOVE</i>			WATECORE		10	
H	H				BOJTRONX		0	
H	H				MADI		0	
H	H				ALMAMADA		0	
H	H							
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER		
CP5	n°	Ø	ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRES		
Benne pren.	n°	Ø						
Soupape	n°	Ø						
Trépan	n°	Ø						
Autres								

Watecore



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER 2002

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client SAF	Cofor	MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° 13	Date 06/11/02	
Lieu COMPANI				Ø 10"	29	début journée	fin de journée	
Puits n°				Ø 14"	41	prof. : 82	prof. : 89	
Dossier n°				Ø		niv. eau :	niv. eau : 2,90	
AVANCEMENT			METHODE	COUPE GEOLOGIQUE		FORMATION TRAVERSEE		
de	à	soit	en	SD10 T	de 82	à 89	éléments tourbeux	
de	à	soit	en	excentrique	de	à	très fins sable	
de	à	soit	en	11 7/8	de	à		
de	à	soit	en		de	à		
EMPLOI DU TEMPS					FOURNITURES DEFINITIVES			
de	à	désignation des travaux réalisés			tube lisse Ø	long		
H	H	→ outil - semblait 5m -			tube crépine Ø	long		
H	H				fond	nb		
H	H	Forage de 82m à 89m -			centreurs	nb		
H	H	soufflage et mousse n'éliminent pas les			capot	m3		
H	H	résiduels.			gravier	m3		
H	H				ciment	t		
H	H				divers			
H	H	Decision prise de remonter l'outil			POINTAGE			
H	H	pour vérification du marteau des			NOM	Prénom	Nb Hres	Prime
H	H	compresseurs et des pertes de charge.			LATECOERE		10	
H	H	démontage SD10 OK.			BOUTPOUX		10	
H	H				MAJDI		9	
H	H				AKAMADIA		3	
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER		
CP5	n°	ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRES			
Benne pren.	n°							
Soupape	n°							
Trépan	n°							
Autres								

[Signature]

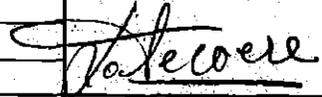


COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER

2003

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client	DAF		Cofor	MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n°	14	Date	07/11/07
Lieu	COMBANI					Ø 16"	29	début journée		fin de journée	
Puits n°						Ø 14"	41	prof. :	29	prof. :	29
Dossier n°						Ø		niv. eau :		niv. eau :	
AVANCEMENT				METHODE		COUPE GEOLOGIQUE		FORMATION TRAVERSEE			
de	à	soit	en			de	à				
de	à	soit	en			de	à				
de	à	soit	en			de	à				
de	à	soit	en			de	à				
EMPLOI DU TEMPS						FOURNITURES DEFINITIVES					
de	à	désignation des travaux réalisés				tube lisse Ø	long				
7 H 00	H	Fin des vérifications nécessaires				tube crépine Ø	long				
H	H					fond	nb				
H	H	à convaincre le maître d'ouvrage				centreurs	nb				
H	H	à prendre une décision sur la				capot	m3				
H	H	méthode à forage à utiliser.				gravier	m3				
H	H					ciment	t				
H	H					divers					
H	H	Puits 12 1/4 à 83 m - D à 85 m.				POINTAGE					
H	H	soufflage essai de rajout de tige.				NOM	Prénom	Nb Hrs	Prime		
H	H	commencement ouïe bouche.				LATECOERE		10			
H	H	ouïe 12 1/4				BOUROUX		10			
H	15 H 30					MADI		3			
H	H					AHAMADA		3			
15 H 30	16 H 30	Attente décision									
MATERIEL FORAGE			MATERIEL			VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER			
CP5	n°	Ø	ENTREE	SORTIE		ENGIN	NB HRES	Fin des 72 heures de forage sur Combani.			
Benne pren.	n°	Ø									
Soupape	n°	Ø									
Trépan	n°	Ø									
Autres											



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER 2004

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client DAF	Cofor MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° 15	Date 08/11/07
Lieu COMBANI			Ø 16"	29	début journée	fin de journée
Puits n°			Ø 14"	41	prof. :	prof. : 89
Dossier n°			Ø		niv. eau :	niv. eau : 2,90
AVANCEMENT		METHODE	COUPE GEOLOGIQUE		FORMATION TRAVERSEE	
de	à	soit en	de	à		
de	à	soit en	de	à		
de	à	soit en	de	à		
de	à	soit en	de	à		
EMPLOI DU TEMPS				FOURNITURES DEFINITIVES		
de	à	désignation des travaux réalisés		tube lisse Ø	long	
7 H 00	9 H 00	Reunion de chantier - Attente ordre		tube crépine Ø	long	
H	H			fond	nb	
9 H 00	16 H 30	Transport crépines + gravier		centreurs	nb	
H	H			capot	m3	
H	H	1 outil 12/14 au jour		gravier	m3	
H	H			ciment	t	
H	H			divers		
H	H			POINTAGE		
H	H			NOM	Prénom	Nb Hres
H	H			LATECOERE		10
H	H			BOUROUX		10
H	H			MADI		9
H	H			AHAMBA		9
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER
CP5 n°	Ø	ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRES	
Benne pren. n°	Ø					
Soupape n°	Ø					
Trépan n°	Ø					
Autres						

Latecoere



COFOR DÉPARTEMENT CINQUIN
41, ROUTE DE LA FERTÉ ALAIS
91720 MAISSE

COMPTE-RENDU JOURNALIER DE CHANTIER 2012

TÉL. : 01 64 99 09 05
FAX : 01 64 99 42 60

Client DAF	Cofor	MATERIEL	Location	Tubage provisoire	Côte sabot	Rapport n° 22	Date 16/11/02
Lieu COMBANI				Ø		début journée	fin de journée
Puits n°				Ø		prof. :	prof. :
Dossier n°				Ø		niv. eau :	niv. eau :
AVANCEMENT			METHODE	COUPE GEOLOGIQUE		FORMATION TRAVERSEE	
de	à	soit	en	de	à		
de	à	soit	en	de	à		
de	à	soit	en	de	à		
de	à	soit	en	de	à		
EMPLOI DU TEMPS				FOURNITURES DEFINITIVES			
de	à	désignation des travaux réalisés		tube lisse Ø	long		
7 H	H	<i>Rompée par paliers</i>		tube crépine Ø	long		
H	H			fond	nb		
H	H	<i>5 - 12 16 m² et vanne ouverte</i>		centreurs	nb		
H	H			capot	m3		
H	H	<i>saute de et mesure de remanée</i>		gravier	m3		
H	H			ciment	t		
H	15 H 00	<i>entre chaque palier.</i>		divers			
H	H			POINTAGE			
H	H			NOM	Prénom	Nb Hres	Prime
H	H	<i>chargement camions pour DTM.</i>		LATECOERE		10	
H	H			BOUTROUX		10	
H	H			AMAMADA		4	
H	H			MADISSAID		4	
H	H						
MATERIEL FORAGE		MATERIEL		VIDANGE		OBSERVATIONS ET VISAS CHEF DE CHANTIER	
CP5	n°	Ø	ENTREE	SORTIE	ENGIN	NB HRES	
Benne pren.	n°	Ø					
Soupape	n°	Ø					
Trépan	n°	Ø					
Autres							

Latecoere

**ANNEXE 3 : Observations géologiques et paramètres
acquises en cours de chantier**

Forages de Combani - Observations géologiques et hydrogéologiques sur la foration réalisées à l'avancement

profondeur / Sol (m) (Exemple : 1 m - intervalle 0-1m)	Description	Interprétation	Vitesse à l'avancement sous 16- 17 bars de pression et 28 l/mn en m/h	Venues d'eaux	diamètre de foration	tubage	Tiges	conductivité des venues d'eau (µS/cm)	débit au soufflage m ³ /h
1	Cuttings secs : argile de couleur rouge sombre ou noire indiquant la présence de MO. Rares (5%) fragments (cm) de lave à poils cristaux (infra millimétrique) de pyroxènes noirs et peut-être d'olivine brune	Alluvions du lit majeur de la rivière avec boules de lave	60		16 pouces	tubage de 16 pouces	1		
2			60						
3			60						
4	60								
5	60								
6	60								
7	60								
8	60								
9	60								
10	60								
11	argile (fine, collante) humide, grisâtre, contenant des fragments laviques altérés	Alluvions et colluvions d'allérites	60	oui			2		moins de 1 m ³ /h
12			60						
13			60						
14			60						
15			60						
16			30						
17			30						
18			30						
19			60						
20			60						
21	argile sèche brunâtre	allérites de lave	60				3		
22			60						
23			60						
24			60						
25			120						
26			120						
27			120						
28			120						
29			120						
30			30						
31	argile jeune, brune (10 %) avec éléments pyroclastiques, laves altérées porphyriques (pyroxènes et olivines) vacuolaires à scoriacées. Remarquons la présence de zéolithes et d'amas de pyroxènes.	lave scoriacé/vacuolaire altérée	30	oui			4		
32			30						
33			30						
34			30						
35			30						
36			30						
37			30						
38			30						
39			31						

profondeur / Sol (m) (Exemple : 1 => intervalle 0-1m)	Description	Interprétation	Vitesse à l'avancement sous 16-17 bars de pression et 25 Umn en m/m	Venues d'eaux	diamètre de foration	tubage	Tiges	conductivité des venues d'eau (µS/cm)	débit au soufflage m³/h
37			23						
38			23				7		
39			21						
40			12						
41			8						20.00
42	Lave basique (basalte ?) à structure plithique à sub-aphyrique; texture vacuolaire de certains éléments laviques (vacuoles remplies de minéraux hydrothermaux blanchâtre: zéolites et calcites). Fissures avec placages de phases minérales verdâtre (argiles/chlorites probables)	coulée de lave fracturée	15				8		
43			16						
44			24						
46			19						
46			18						
47			20						10.00
48			18						
49			22				9		
50			20						
51			13						
52			30						
53			13					416	10
54			20						
55	éléments laviques (mm) émoussée avec des pyroclastites rouges indurées, des cristaux calciques, des pyroxènes et quelques éléments argileux verts (moins de 10 %)	tuff volcaniques remaniées avec quelques éléments pyroclastites	13				10		
58			4						
57			12						
58			13						
59	Lave basique (basalte ?) à structure plithique à sub-aphyrique; texture vacuolaire de certains éléments laviques (vacuoles remplies de minéraux hydrothermaux blanchâtre: zéolites et calcites). Fissures avec placages de phases minérales verdâtre (argiles/chlorites probables)	coulée de lave fracturée	12					415	15.00
60			20						
61			12				11		
62			10						
63			8						
64			8						
65			5					480	15
66	éléments lavique (mm) roulée avec des pyroclastites rouges indurés, des cristaux calciques, des pyroxènes et quelques éléments argileux verts (moins de 10 %)	tuff volcanique remaniées avec quelques éléments pyroclastites	4						
67			5						
68			6						
69	Lave basique (basalte ?) à structure plithique à sub-aphyrique; texture vacuolaire de certains éléments laviques (vacuoles remplies de minéraux hydrothermaux blanchâtre: zéolites et calcites). Fissures avec placages de phases minérales verdâtre (argiles/chlorites probables)	coulée de lave fracturée	8	oui	14 pouces 3/4	non	12		
70			8						
71			7					480	30
72			12						
73			7				13		24
74			5						
75			4						
76			5						
77			5						
78			8						
79	alluvions millimétriques à centimétriques constituées de lave sombre à rouge avec quelques éléments d'altérations et quelques cristaux libres (calcite et pyroxène)	alluvions de ravine	10				14		
80			8						
81			4						
82			4						
83			8						
84			7						10
85			8				16		
86			9						
87			15						
88			12						
89			12						

Forage de Combani - Observations durant le développement

Heures	minutes	secondes	temps (s)	débits m3/h	conductivité (micro-Siemens)	mes remontée	profondeur de la tige (m/sol)	niveau piézométrique mesuré entre le tube acier et le puits m/sol
0	0	0	0	16	404	l'eau reste trouble (fines du gravier ?) pendant 30 à 45 minutes avec de la mousse puis deviens claire	30	2.55
0	15	0	900	16	404			5.6
0	30	0	1800	12	406			7.4
0	45	0	2700	10	416			8.03
1	0	0	3600	10	403			8.9
1	15	0	4500	12	401	l'eau reste trouble (fines du gravier ?) pendant 30 à 45 minutes avec de la mousse puis deviens claire	38	8.9
1	30	0	5400	23	398			
2	0	0	7200	16	402	l'eau reste trouble (fines du gravier ?) pendant 30 à 45 minutes avec de la mousse puis deviens claire	46	
2	30	0	9000	12	406			
3	0	0	10800	10	406	l'eau reste trouble (fines du gravier ?) pendant 30 à 45 minutes avec de la mousse puis deviens claire	58	
3	30	0	12600	12	402			
4	0	0	14400	10	406	gravier ?) pendant 30 à 45 minutes avec de la mousse puis deviens claire	58	
5	0	0	18000	10/20/16		à la fin du développement l'eau est claire	67	

Forage de Combani - Essai de puits

puits				Début de pompage, le 08/11/02 à 06:30						
Hauteur	minutes	secondes	temps (s)	niveau piézométrique (m)	pression (m)	débit calculé pour l'interprétation de Forami (m3/h)	pression	conductivité (µS/cm)	débit normalisé au site de 200 (m3/h)	remarque
0	0	0	0	2.45	-0.70	0.0		444		
0	1	30	90	3.75	1.30	2.6				
0	2	0	120	3.95	1.50	2.6				
0	2	30	150	4.05	1.60	2.6			2.6	
0	3	0	180	4.10	1.65	2.6				
0	3	30	210	4.25	1.80	2.6				
0	4	0	240	4.37	1.92	2.6				
0	4	30	270	4.46	2.01	2.6				
0	5	0	300	4.55	2.10	2.6				
0	5	30	330	4.62	2.17	2.6				
0	6	0	360	4.68	2.22	2.6				
0	6	30	390	4.75	2.31	2.6				
0	7	0	420	4.82	2.37	2.6				
0	7	30	450	4.80	2.45	2.6				
0	8	0	480	4.86	2.51	2.6				
0	8	30	510	5.05	2.60	2.6				
0	9	0	540	5.07	2.62	2.6				
0	9	30	570	5.12	2.67	2.6				
0	10	0	600	5.22	2.77	3.6				
0	10	30	630	5.32	2.87	5.3			3.6	
0	11	0	660	5.50	3.05	5.3				couverture vers
0	11	30	690	5.58	3.22	5.3				
0	12	0	720	5.75	3.33	5.3				
0	12	30	750	5.87	3.42	5.3				
0	13	0	780	5.97	3.47	5.3				
0	13	30	810	5.98	3.53	5.3				
0	14	0	840	6.06	3.60	5.3				
0	14	30	870	6.10	3.65	5.3				
0	15	0	900	6.15	3.70	5.3				
0	16	0	960	6.15	3.73	5.3				
0	17	0	1020	6.35	3.90	5.3		427	5.3	couverture vers
0	18	0	1080	6.71	4.27	5.3				
0	18	0	1140	7.15	4.70	5.3				
0	20	0	1200	7.50	5.05	5.3				
0	21	0	1260	7.67	5.22	5.3				
0	22	0	1320	7.85	5.40	5.3				
0	23	0	1380	7.90	5.45	5.3				
0	24	0	1440	7.98	5.53	5.3				
0	25	0	1500	8.05	5.60	5.3				
0	30	0	1800	8.41	5.95	5.3		436	5.3	
0	35	0	2100	8.73	6.28	5.3				
0	40	0	2400	8.97	6.52	5.3				
0	50	0	3000	9.35	6.90	5.3				
1	0	0	3600	9.77	7.30	5.3				
1	0	30	3630	9.00	6.56	0.0				
1	1	0	3660	8.68	6.23	0.0				
1	1	30	3690	8.15	5.70	0.0				
1	2	0	3720	7.91	5.48	0.0				
1	2	30	3750	7.70	5.25	0.0				
1	3	0	3780	7.50	5.05	0.0				
1	3	30	3810	7.30	4.85	0.0				
1	4	0	3840	7.15	4.70	0.0				
1	4	30	3870	7.02	4.57	0.0				
1	5	0	3900	6.87	4.42	0.0				
1	5	30	3930	6.75	4.30	0.0				
1	6	0	3960	6.65	4.20	0.0				
1	6	30	3990	6.55	4.10	0.0				
1	7	0	4020	6.44	3.98	0.0				
1	7	30	4050	6.32	3.87	0.0				
1	8	0	4080	6.25	3.80	0.0				
1	8	30	4110	6.15	3.70	0.0				
1	9	0	4140	6.10	3.65	0.0				
1	9	30	4170	6.07	3.62	0.0				
1	10	0	4200	5.95	3.50	0.0				
1	10	30	4230	5.86	3.41	0.0				
1	11	0	4260	5.78	3.33	0.0				
1	11	30	4290	5.74	3.29	0.0				
1	12	0	4320	5.65	3.20	0.0				
1	12	30	4350	5.60	3.15	0.0				
1	13	0	4380	5.55	3.10	0.0				
1	13	30	4410	5.47	3.02	0.0				
1	14	0	4440	5.44	2.99	0.0				
1	14	30	4470	5.43	2.95	0.0				
1	15	0	4500	5.41	2.95	0.0				
1	16	30	4590	5.28	2.81	0.0				
1	17	0	4620	5.18	2.73	0.0				
1	18	0	4680	5.06	2.63	0.0				
1	19	0	4740	4.95	2.50	0.0				
1	20	0	4800	4.87	2.42	0.0				
1	21	0	4860	4.80	2.35	0.0				
1	22	0	4920	4.70	2.25	0.0				
1	23	0	4980	4.67	2.22	0.0				
1	24	0	5040	4.62	2.17	0.0				
1	25	0	5100	4.56	2.10	0.0				
1	30	0	5400	4.22	1.78	0.0				
1	35	0	5700	4.00	1.55	0.0				
1	40	0	6000	3.61	1.39	0.0				
1	50	0	6600	3.56	1.11	0.0				
2	0	0	7200	3.43	0.88	0.0				

Q1 = 4-6 m3/h

arrêt de pompe

Hauteur	réserve	ouverture	temps (s)	niveau géométrique (m) (n)	réajustement (m)	débit effectif pour l'inspiration de l'eau (m³/s)	phase	conductivité (µS/cm)	débit mesuré au Vb de 2000 (m³/s)	remarque
2	0	30	720	5.35	2.80	7.0	Q2= 12.36 m3/h			
2	1	0	730	5.85	3.40	7.0				
2	1	30	730	6.44	3.90	7.0		432	7.0	
2	2	0	730	7.10	4.65	7.5				
2	2	30	730	7.53	5.05	7.0				
2	3	0	730	7.82	5.37	7.0				
2	3	30	7410	8.15	5.70	7.0		477	7.0	
2	4	0	7440	8.45	6.00	7.5				
2	4	30	7470	8.80	6.15	7.5				
2	5	0	7500	8.85	6.40	7.5			7.5	
2	5	30	7530	8.10	6.85	7.5				ouverture valve
2	6	0	7560	8.45	7.00	7.5				
2	6	30	7560	9.80	7.35	7.5				
2	7	0	7520	10.30	7.65	7.5			7.5	
2	7	30	7590	10.80	8.15	7.5				
2	8	0	7680	10.82	8.37	7.5				
2	8	30	7710	11.00	8.55	7.5				
2	9	0	7740	11.30	8.85	7.5				
2	9	30	7770	11.40	8.85	7.5				
2	10	0	7800	11.45	9.01	12.0				
2	10	30	7830	11.58	9.14	12.0				
2	11	0	7880	11.85	9.24	12.0			12.0	
2	11	30	7880	11.77	9.32	12.0				ouverture valve
2	12	0	7920	11.85	9.40	12.0				
2	12	30	7960	12.85	10.40	12.0				
2	13	0	7980	13.45	11.00	12.0				
2	13	30	8010	14.40	11.85	12.0				
2	14	0	8040	15.20	12.75	12.0				
2	14	30	8070	15.87	13.42	12.0			12.0	
2	15	0	8100	16.40	13.85	12.0				
2	15	30	8130	17.25	14.80	12.0				
2	17	0	8220	17.85	15.35	12.0				
2	18	0	8280	18.20	15.75	12.0			452	12.0
2	18	0	8340	18.55	16.10	12.0				
2	20	0	8400	18.80	16.45	12.0				
2	21	0	8460	19.10	16.85	12.0				
2	22	0	8520	19.40	17.25	12.0			12.0	
2	23	0	8580	19.75	17.25	12.0				
2	24	0	8640	20.00	17.55	12.0				
2	25	0	8700	20.25	17.80	12.0				
2	30	0	9000	21.35	18.80	12.0		424	12.1	
2	35	0	9300	22.10	19.85	12.0				
2	40	0	9600	23.71	20.25	12.0				
2	50	0	10200	25.87	21.15	12.0				
3	0	0	10620	24.35	21.80	12.0				
3	0	30	10630	21.45	19.00	0.0				
3	0	1	10640	20.25	17.80	0.0				
3	1	0	10650	19.20	16.75	0.0				
3	2	0	10620	18.50	16.05	0.0				
3	2	30	10650	18.70	16.25	0.0				
3	3	0	10680	17.30	14.85	0.0				
3	3	30	11010	16.77	14.32	0.0				
3	4	0	11040	16.35	13.80	0.0				
3	4	30	11070	15.83	13.45	0.0				
3	5	0	11100	15.51	13.05	0.0				
3	5	30	11130	15.23	12.75	0.0				
3	6	0	11160	14.80	12.35	0.0				
3	6	30	11190	14.80	12.15	0.0				
3	7	0	11220	14.23	11.77	0.0				
3	7	30	11250	13.85	11.45	0.0				
3	8	0	11280	13.67	11.23	0.0				
3	8	30	11310	13.45	11.00	0.0				
3	9	0	11340	13.23	10.78	0.0				
3	9	30	11370	13.00	10.55	0.0				
3	10	0	11400	12.77	10.33	0.0				
3	10	30	11430	12.56	10.14	0.0				
3	11	0	11460	12.50	10.05	0.0				
3	11	30	11490	12.15	9.70	0.0				
3	12	0	11520	12.00	9.55	0.0				
3	12	30	11550	11.82	9.37	0.0				
3	13	0	11580	11.67	9.22	0.0				
3	13	30	11610	11.50	9.05	0.0				
3	14	0	11640	11.36	8.91	0.0				
3	14	30	11670	11.23	8.78	0.0				
3	15	0	11700	11.05	8.60	0.0				
3	15	30	11730	10.75	8.30	0.0				
3	17	0	11820	10.85	8.38	0.0				
3	18	0	11880	10.24	7.78	0.0				
3	18	0	11840	10.00	7.55	0.0				
3	20	0	12000	8.75	7.30	0.0				
3	21	0	12080	8.54	7.05	0.0				
3	22	0	12120	8.37	6.82	0.0				
3	23	0	12180	8.15	6.57	0.0				
3	24	0	12240	8.02	6.57	0.0				
3	25	0	12300	8.83	6.38	0.0				
3	30	0	12600	8.09	6.64	0.0				
3	35	0	12900	7.46	6.01	0.0				
3	40	0	13200	7.20	4.75	0.0				
3	50	0	13800	6.20	3.75	0.0				
4	0	0	14400	5.83	3.18	0.0				
							arrêt de pompe			

Hauteur	réflecteur	écartement	écartement (m)	rayons géométriques (mètres)	abattement (m)	débit initial pour l'interposition de l'arrêt (m³/h)	puissance	consommation (kWh/h)	débit mesuré au 1/3 du ZSM (m³/h)	remarque
4	0	30	14430	9,85	7,40	16,0				
4	1	0	14490	12,70	8,95	16,0				
4	1	30	14490	14,40	11,95	16,0		412	16,0	
4	2	0	14550	16,00	13,95	16,0				
4	2	30	14550	17,43	14,95	16,0				
4	3	0	14580	18,45	16,00	16,0				
4	3	30	14610	19,15	16,70	16,0				
4	4	0	14640	19,30	16,85	16,0				
4	4	30	14670	19,53	17,06	16,0				
4	5	0	14700	19,84	17,39	16,0				
4	5	30	14730	20,10	17,65	16,0				
4	6	0	14760	20,25	17,80	16,0				
4	6	30	14790	20,53	18,08	16,0				
4	7	0	14820	20,70	18,25	16,0			16,0	
4	7	30	14850	20,90	18,45	16,0				
4	8	0	14880	21,14	18,69	16,0				
4	8	30	14910	21,38	18,91	16,0				
4	9	0	14940	21,55	19,10	16,0				
4	9	30	14970	21,77	19,32	16,0				
4	10	0	15000	22,00	19,58	16,0				
4	10	30	15030	22,20	19,75	16,0				
4	11	0	15060	22,40	19,95	16,0				
4	11	30	15090	22,57	20,12	16,0				
4	12	0	15120	22,73	20,28	16,0		416	16,0	
4	12	30	15150	22,85	20,50	16,0				
4	13	0	15180	23,13	20,89	16,0				
4	13	30	15210	23,30	20,80	16,0				
4	14	0	15240	23,63	21,08	13,0				
4	14	30	15270	23,71	21,26	13,0				
4	15	0	15300	23,80	21,35	13,0				
4	16	0	15360	24,13	21,68	13,0				
4	17	0	15420	24,34	21,89	13,0				
4	18	0	15480	24,53	22,06	13,0				
4	19	0	15540	24,73	22,28	13,0				
4	20	0	15600	24,91	22,45	16,0				ouverture valve
4	24	0	15840	25,78	23,33	16,0				
4	30	0	16200	26,80	24,35	16,0				
4	35	0	16600	27,33	24,85	16,0				
4	40	0	16800	27,73	25,28	16,0				
4	50	0	17400	28,08	25,61	16,0		420	16,0	
4	0	0	14430	28,75	26,30	16,0				
5	0	30	18330	28,85	24,30	0,0				
5	1	0	18360	24,95	22,80	0,0				
5	1	30	18390	23,85	21,40	0,0				
5	2	0	18420	22,45	20,40	0,0				
5	2	30	18450	22,05	19,00	0,0				
5	3	0	18480	21,35	16,80	0,0				
5	3	30	18510	20,75	16,30	0,0				
5	4	0	18540	20,25	17,80	0,0				
5	4	30	18570	19,85	17,20	0,0				
5	5	0	18600	19,15	16,70	0,0				
5	5	30	18630	18,60	16,35	0,0				
5	6	0	18660	18,28	16,63	0,0				
5	6	30	18690	17,80	15,35	0,0				
5	7	0	18720	16,87	14,52	0,0				
5	7	30	18750	17,35	14,80	0,0				
5	8	0	18780	16,95	14,50	0,0				
5	8	30	18810	16,72	14,27	0,0				
5	9	0	18840	16,45	14,00	0,0				
5	9	30	18870	16,15	13,70	0,0				
5	10	0	18900	15,80	13,48	0,0				
5	10	30	18930	15,63	13,18	0,0				
5	11	0	18960	15,44	12,99	0,0				
5	11	30	18990	15,15	12,70	0,0				
5	12	0	19020	14,94	12,48	0,0				
5	12	30	19050	14,75	12,30	0,0				
5	13	0	19080	14,50	12,05	0,0				
5	13	30	19110	14,30	11,85	0,0				
5	14	0	19140	14,10	11,65	0,0				
5	14	30	19170	13,85	11,30	0,0				
5	15	0	19200	13,75	11,30	0,0				
5	16	30	19230	13,53	11,08	0,0				
5	17	0	19260	13,10	10,65	0,0				
5	18	0	19290	12,75	10,30	0,0				
5	19	0	19340	12,50	10,05	0,0				
5	20	0	19390	12,30	9,85	0,0				
5	21	0	19440	11,97	9,52	0,0				
5	22	0	19500	11,72	9,27	0,0				
5	23	0	19560	11,48	9,03	0,0				
5	24	0	19640	11,30	8,85	0,0				
5	25	0	19700	12,05	8,80	0,0				
5	30	0	19800	10,15	7,70	0,0				
5	35	0	20100	8,40	6,95	0,0				
5	40	0	20400	8,55	6,10	0,0				
5	50	0	21000	7,78	5,33	0,0				
6	0	0	21600	6,94	4,49	0,0				

Q3 = 13-16 m³/h

arrêt de pompe

ouverture valve

heure	marque	essence	litres (l)	niveau planimétrique (m/MSL)	niveau (m)	différence pour l'interprétation de l'état (m/MSL)	phase	produit (litres)	différence au lit (m/MSL)	remarque
0	1	0	21800	11.05	8.80	32.0	Q4 = 20m3/h			
0	1	0	21800	13.05	10.80	32.0				
0	2	0	21720	21.25	18.80	32.0			32.0	
0	2	0	21720	25.10	22.85	32.0				
0	3	0	21780	27.25	24.80	32.0				
0	3	30	21810	29.85	27.40	32.0				
0	4	0	21840	30.84	28.18	32.0				
0	4	30	21870	32.17	29.72	32.0				
0	5	0	21900	33.36	30.90	32.0				
0	6	30	21930	34.80	32.46	32.0				
0	6	0	21960	34.92	33.87	32.0				
0	6	30	21990	37.75	35.30	32.0				
0	7	0	22020	39.09	36.84	32.0				
0	7	30	22050	40.35	37.90	32.0				
0	8	0	22080	41.26	38.81	32.0				
0	8	30	22110	42.45	40.00	32.0				
0	9	0	22140	43.33	40.88	32.0				
0	9	30	22170	44.03	41.55	32.0				
0	10	0	22200	44.99	42.21	32.0				
0	10	30	22230	45.55	43.10	32.0				
0	11	0	22260	45.80	43.45	24.0				
0	11	30	22290	46.47	44.02	24.0				
0	12	0	22320	47.05	44.80	24.0				
0	12	30	22350	47.55	45.10	24.0				
0	13	0	22380	47.90	45.45	24.0				
0	13	30	22410	48.29	45.84	24.0				
0	14	0	22440	48.80	46.45	24.0			414	24.0
0	14	30	22470	49.70	47.25	24.0				
0	15	0	22500	50.27	47.82	24.0				
0	15	30	22530	50.80	48.43	20.0				
0	16	0	22560	50.83	54.08	20.0				
0	17	0	22620	54.75	50.30	20.0				
0	18	0	22680	53.80	51.35	20.0				
0	18	0	22740	54.80	52.45	20.0				20.0
0	20	0	22800	56.05	53.80	20.0				
0	21	0	22860	57.00	54.55	19.0				
0	22	0	22920	57.82	55.37	19.0				19.0
0	23	0	22980	58.71	56.28	19.0				
0	24	0	23040	59.80	57.18	17.0				
0	25	0	23100	60.18	57.74	17.0				
0	27	0	23220	61.90	59.09	17.0				17.0
0	28	0	23280	62.82	59.87	17.0				
0	28	0	23340	62.80	60.15	17.0				17.0
0	30	0	23400	63.05	60.80	17.0				
0	31	0	23460	63.05	60.80	17.0				
0	32	0	23520	63.45	61.00	16.0				
0	30	0	23580	63.70	61.25	18.0				
0	34	0	23640	64.00	61.50	16.0				
0	35	0	23700	64.35	61.80	16.0				16.0
0	36	0	23760	64.75	62.30	18.0				
0	37	0	23820	65.00	62.55	15.0				
0	38	0	23880	65.29	62.84	15.0				15.0
0	39	0	23940	65.56	63.13	13.5				
0	40	0	24000	65.75	63.30	13.8				
0	42	0	24120	66.07	63.62	13.6				13.6
0	43	0	24180	64.89	62.44	13.8				
0	44	0	24240	64.08	61.84	13.8				
0	45	0	24300	63.56	61.10	13.9				
0	46	0	24360	63.15	60.70	13.8				
0	47	0	24420	62.85	60.40	13.8				13.9
0	48	0	24480	62.06	59.80	13.9				
0	49	0	24540	62.37	59.62	15.0				
0	50	0	24600	62.22	59.77	18.0				
0	51	0	24660	62.18	59.75	18.0				18.0
0	52	0	24720	62.05	59.60	15.0				
0	53	0	24780	62.02	59.57	15.0				
0	54	0	24840	61.88	59.53	15.0				
0	55	0	24900	61.89	59.44	15.0				
0	56	0	24960	61.78	59.33	15.0				
0	57	0	25020	61.70	59.25	15.0				
0	58	0	25080	61.64	59.18	15.0				
0	59	0	25140	61.82	59.17	15.0				
0	60	0	25200	61.82	59.17	15.0				
0	1	0	25260	61.65	59.20	15.0				
0	2	0	25320	61.80	59.21	16.0				
0	3	0	25380	61.65	59.20	15.0				
0	4	0	25440	61.65	59.20	15.0				
0	4	30	25470	58.55	48.10	0.0				
0	5	0	25500	55.20	42.75	0.0				
0	5	30	25530	62.80	50.15	0.0				
0	6	0	25600	49.38	48.91	0.0				
0	6	30	25630	48.85	44.20	0.0				
0	7	0	25620	45.73	43.28	0.0				
0	7	30	25650	43.88	41.91	0.0				
0	8	0	25690	41.89	39.44	0.0				
0	8	30	25710	40.81	38.70	0.0				
0	9	0	25740	36.30	36.83	0.0				
0	9	30	25770	38.05	35.58	0.0				
0	10	0	25800	36.80	34.48	0.0				
0	10	30	25830	36.87	33.52	0.0				
0	11	0	25860	35.04	32.59	0.0				
0	11	30	25890	34.58	31.83	0.0				
0	12	0	25920	33.34	30.89	0.0				
0	12	30	25950	32.55	30.11	0.0				
0	13	0	25980	31.78	29.31	0.0				
0	13	30	26010	31.12	28.67	0.0				
0	14	0	26040	30.52	28.17	0.0				
0	14	30	26070	30.14	27.89	0.0				
0	15	0	26100	29.67	27.22	0.0				
0	15	30	26130	29.15	26.70	0.0				
0	16	0	26160	28.48	25.95	0.0				
0	16	30	26190	27.85	25.40	0.0				
0	17	0	26220	27.35	24.80	0.0				
0	17	30	26250	26.73	24.28	0.0				
0	18	0	26280	26.30	23.85	0.0				
0	18	30	26310	25.84	23.39	0.0				
0	19	0	26340	25.43	22.98	0.0				
0	19	30	26370	24.96	22.53	0.0				
0	20	0	26400	23.83	21.38	0.0				
0	20	30	26430	23.08	20.60	0.0				
0	21	0	26460	22.46	20.01	0.0				
0	21	30	26490	21.80	19.38	0.0				
0	22	0	26520	21.26	18.80	0.0				
0	22	30	26550	20.75	18.30	0.0				
0	23	0	26580	20.25	17.80	0.0				
0	23	30	26610	19.68	17.25	0.0				
0	24	0	26640	19.27	16.83	0.0				
0	24	30	26670	17.20	14.75	0.0				
0	25	0	26700	15.53	13.68	0.0				
0	25	30	26730	14.30	11.88	0.0				
0	26	0	26760	12.25	9.80	0.0				
0	26	30	26790	10.74	8.29	0.0				

Q4 = 20m3/h

arrêt de pompe

Forage de Combani - Essai de nappe

Méthode de pompage, N° 40714621-7639

Temps				Méthode de pompage, N° 40714621-7639						
Heures	minutes	secondes	Temps (s)	Volume d'eau pompé (m³)	rendement (m³/s)	conductivité (µS/cm)	Indice de pompage / débit nominal (m³/s)			
0	0	0	0	2,35	0,00		15013		14,4	
0	2	0	120	21,43	18,00	432			14,4	
0	2	30	150	22,40	18,00				14,4	14,5
0	3	0	180	23,35	20,10				14,4	
0	3	30	210	22,77	20,22				14,4	
0	4	0	240	22,87	20,32				14,4	
0	4	30	270	22,68	20,43				14,4	
0	5	0	300	23,15	20,60				14,4	
0	5	30	330	23,38	20,81				14,4	
0	6	0	360	23,50	20,85				14,4	
0	6	30	390	23,73	21,18				14,4	
0	7	0	420	23,00	21,35				14,4	
0	7	30	450	24,13	21,58				14,4	
0	8	0	480	24,30	21,81				14,4	
0	8	30	510	24,55	22,00				14,4	
0	9	0	540	24,78	22,24				14,4	
0	9	30	570	25,08	22,53				14,4	
0	10	0	600	25,20	22,65				14,4	
0	10	30	630	25,38	22,80				14,4	
0	11	0	660	25,64	23,05				14,4	
0	11	30	690	26,02	23,27				14,4	
0	12	0	720	26,07	23,32				14,4	
0	12	30	750	26,00	23,46				14,4	
0	13	0	780	26,14	23,56				14,4	
0	13	30	810	26,21	23,68				14,4	14,5
0	14	0	840	26,32	23,82				14,4	
0	14	30	870	26,40	23,85				14,4	
0	15	0	900	26,52	24,00				14,4	ouverture verticale
0	16	0	960	26,85	23,30				14,4	
0	17	0	1020	23,13	20,80				14,4	
0	18	0	1080	21,55	19,00				14,4	
0	18	0	1140	20,80	18,25				14,4	6,8
0	20	0	1200	20,28	17,85				14,4	ouverture verticale
0	21	0	1260	20,19	17,58				14,4	
0	22	0	1320	20,20	17,65				14,4	
0	23	0	1380	20,34	17,79				14,4	
0	24	0	1440	20,28	17,80				14,4	
0	25	0	1500	20,30	17,76		15510		14,4	
0	30	0	1800	21,00	18,45				10,5	
0	35	0	2100	21,80	19,35				10,5	
0	40	0	2400	22,30	19,75				10,5	
0	45	0	2700	22,80	20,05				10,5	
0	50	0	3000	22,85	20,30				10,5	
0	50	0	3300	23,05	20,50				10,5	
1	0	0	3600	23,30	20,75				10,5	
1	15	0	4500	23,85	21,30				10,5	
1	30	0	5400	24,30	21,75				10,5	
1	45	0	6300	24,52	22,00	401			10,5	
2	0	0	7200	24,84	22,25				10,5	
2	15	0	8100	25,14	22,50	415			10,5	
2	30	0	9000	25,40	22,85				10,5	
2	45	0	9900	25,44	22,93	419			10,5	
3	0	0	10800	25,85	23,10				10,5	
3	15	0	11700	26,02	23,27	418			10,5	
3	30	0	12600	26,80	23,35		15584		10,5	
3	45	0	13500	26,51	23,47				10,5	
4	0	0	14400	26,07	23,52	421			10,5	
4	15	0	15300	26,19	23,64		15588		10,5	
4	30	0	16200	26,33	23,78	418			10,5	
4	45	0	17100	26,38	23,84	418			10,5	
5	0	0	18000	26,45	23,80	417	15608		10,5	
5	15	0	18900	26,52	23,87				10,5	
5	30	0	19800	26,81	24,08	418			10,5	
5	45	0	20700	26,70	24,15	418			10,5	ouverture verticale
6	0	0	21600	27,17	24,62				10,5	
6	15	0	22500	26,88	24,40				10,5	
6	30	0	23400	26,46	24,01				10,5	
6	45	0	24300	26,70	24,15	418	15630		10,5	
7	0	0	25200	26,85	24,30				10,8	
7	15	0	26100	26,85	24,40	417			10,8	
7	30	0	27000	30,03	27,48	418	15638		10,0	
7	45	0	27900	30,44	27,81	419	15640		8,0	
8	0	0	28800	30,85	28,10				10,0	
8	15	0	29700	30,80	28,23				10,0	10,0
8	30	0	30600	30,87	28,32				10,0	
8	45	0	31500	30,85	28,40				10,0	
9	0	0	32400	30,88	28,43	418	15660		10,0	
9	15	0	33300	31,13	28,58		15665		10,0	
9	30	0	34200	31,08	28,53	417			8,0	
9	45	0	35100	31,00	28,54	418			8,0	
10	0	0	36000	31,10	28,54	417			8,0	
10	15	0	36900	31,15	28,60		15684		8,0	
10	45	0	38700	31,20	28,65				8,4	
11	0	0	39600	31,21	28,68	421			8,4	
11	30	0	41400	31,23	28,68		15678		8,4	
12	0	0	43200	31,28	28,74	442	15681		10,0	
13	0	0	45000	31,35	28,80		15680		8,0	
15	30	0	52800	31,48	28,83		15713		8,2	
17	30	0	63000	31,80	29,05	438	16732		8,5	
18	30	0	70200	31,88	29,28	420	15790		8,0	
22	0	0	79200	31,88	29,25	420	15772		8,0	
23	0	0	82800	32,12	29,57	431			10,0	
24	0	0	86400	32,13	29,58		15781		10,0	
24	15	0	87300	32,15	29,60				13,8	ouverture verticale
24	17	0	87420	34,84	32,06				13,8	13,0
24	18	0	87480	35,05	33,16				13,8	
24	18	0	87540	35,85	34,20				13,8	
24	20	0	87600	36,84	35,25				14,8	
24	21	0	87660	38,80	37,34				13,8	
24	22	0	87720	40,57	38,02				13,8	
24	23	0	87780	41,05	38,50				13,8	
24	24	0	87840	41,45	38,80				13,8	
24	25	0	87900	41,75	39,20				13,8	
24	26	0	87960	42,05	39,50				13,8	
24	27	0	88020	42,78	40,22				13,8	
24	28	0	88080	43,15	40,60				13,8	
24	29	0	88140	43,80	41,05				13,8	
24	30	0	88200	44,05	41,50				13,8	
24	31	0	88260	44,59	42,04				13,8	
24	32	0	88320	44,80	42,35				13,8	
24	33	0	88380	45,25	42,78				13,8	
24	34	0	88440	45,80	43,85				13,8	
24	35	0	88500	45,94	43,28				13,8	
24	36	0	88560	46,12	43,87				13,8	
24	37	0	88620	46,40	43,85				13,8	
24	38	0	88680	46,64	44,09				13,8	
24	39	0	88740	46,85	44,30				13,8	
24	40	0	88800	47,01	44,48				13,8	
24	41	0	88860	47,06	44,53				13,8	
24	42	0	88920	47,17	44,67				13,8	
24	43	0	88980	47,25	44,70				13,8	
24	44	0	89040	47,37	44,87				13,8	14,7
24	45	0	89100	47,53	44,88				13,8	
24	46	0	89160	47,80	45,05				13,8	ouverture verticale
24	47	0	89220	47,71	45,18				13,8	
24	48	0	89280	47,83	45,28				13,8	

Numero	annee	periode	Temps (s)	vitess dynamique en metre	accelerations (m)	conductivite (ohms)	Index conductivite / debit corrigé (m/s)	debit corrigé pour l'interpolation de Foucault (m/s)	debit corrigé au 01/01/2008 (m/s)	remarque
24	48	0	82340	48.00	48.00					
24	50	0	82400	48.45	48.80					
24	51	0	82460	48.88	49.40					
24	52	0	82520	49.62	47.07					
24	53	0	82580	50.13	47.58					
24	54	0	82640	50.66	48.11					
24	55	0	82700	51.08	48.90					
24	56	0	82760	51.38	48.84					
24	57	0	82820	51.77	49.22					
24	58	0	82880	52.27	49.72					
24	59	0	82940	52.58	50.04	412	15603			
25	0	0	83000	53.00	50.35					
25	5	0	83060	53.89	50.30				14.7	
25	10	0	83120	54.73	50.88					
25	15	0	83180	55.05	50.50					
25	20	0	83240	55.25	50.30					
25	25	0	83300	55.48	50.85				12.3	
25	30	0	83360	55.80	50.25					
25	35	0	83420	56.18	50.40					
25	40	0	83480	56.18	50.63					
25	45	0	83540	56.24	50.66					
25	50	0	83600	56.28	50.73					
25	55	0	83660	56.27	50.71	414	15615			
26	0	0	83720	56.40	50.85					
26	5	0	83780	56.40	50.73					
26	10	0	83840	56.40	50.73					
26	15	0	83900	56.40	50.48					
26	20	0	83960	56.40	50.48					
26	25	0	84020	56.40	50.85					
26	30	0	84080	56.40	50.73					
26	35	0	84140	56.40	50.48					
26	40	0	84200	56.40	50.85					
26	45	0	84260	56.40	50.73				13.0	
26	50	0	84320	56.40	50.85					
26	55	0	84380	56.40	50.85	410				ouverture vers
27	0	0	84440	56.40	50.85					
27	5	0	84500	56.40	50.85	418	15620			
27	10	0	84560	56.40	50.85					
27	15	0	84620	56.40	50.85					fermeture vers
27	20	0	84680	56.40	50.85					
27	25	0	84740	56.40	50.85					
27	30	0	84800	56.40	50.85					
27	35	0	84860	56.40	50.85					
27	40	0	84920	56.40	50.85					
27	45	0	84980	56.40	50.85					
27	50	0	85040	56.40	50.85	421				
27	55	0	85100	56.40	50.85					
28	0	0	85160	56.40	50.85	402	15630			
28	5	0	85220	56.40	50.85	380	15647			
28	10	0	85280	56.40	50.85					
28	15	0	85340	56.40	50.85					
28	20	0	85400	56.40	50.85					
28	25	0	85460	56.40	50.85					
28	30	0	85520	56.40	50.85					
28	35	0	85580	56.40	50.85					
28	40	0	85640	56.40	50.85					
28	45	0	85700	56.40	50.85					
28	50	0	85760	56.40	50.85					
28	55	0	85820	56.40	50.85	401	15650			ouverture vers
29	0	0	85880	56.40	50.85					
29	5	0	85940	56.40	50.85					
29	10	0	86000	56.40	50.85					
29	15	0	86060	56.40	50.85					
29	20	0	86120	56.40	50.85					
29	25	0	86180	56.40	50.85					
29	30	0	86240	56.40	50.85					
29	35	0	86300	56.40	50.85					
29	40	0	86360	56.40	50.85					
29	45	0	86420	56.40	50.85					
29	50	0	86480	56.40	50.85					
29	55	0	86540	56.40	50.85	417	15670			12.0
30	0	0	86600	56.40	50.85					
30	5	0	86660	56.40	50.85					
30	10	0	86720	56.40	50.85					
30	15	0	86780	56.40	50.85					
30	20	0	86840	56.40	50.85					
30	25	0	86900	56.40	50.85					
30	30	0	86960	56.40	50.85					
30	35	0	87020	56.40	50.85					
30	40	0	87080	56.40	50.85					
30	45	0	87140	56.40	50.85					
30	50	0	87200	56.40	50.85					
30	55	0	87260	56.40	50.85	418				11.0
31	0	0	87320	56.40	50.85					
31	5	0	87380	56.40	50.85					
31	10	0	87440	56.40	50.85					
31	15	0	87500	56.40	50.85					
31	20	0	87560	56.40	50.85					
31	25	0	87620	56.40	50.85					
31	30	0	87680	56.40	50.85					
31	35	0	87740	56.40	50.85					
31	40	0	87800	56.40	50.85					
31	45	0	87860	56.40	50.85					
31	50	0	87920	56.40	50.85					
31	55	0	87980	56.40	50.85	420	15680			
32	0	0	88040	56.40	50.85					
32	5	0	88100	56.40	50.85					
32	10	0	88160	56.40	50.85					
32	15	0	88220	56.40	50.85					
32	20	0	88280	56.40	50.85					
32	25	0	88340	56.40	50.85					
32	30	0	88400	56.40	50.85					
32	35	0	88460	56.40	50.85					
32	40	0	88520	56.40	50.85					
32	45	0	88580	56.40	50.85					
32	50	0	88640	56.40	50.85					
32	55	0	88700	56.40	50.85	421	15690			
33	0	0	88760	56.40	50.85					
33	5	0	88820	56.40	50.85					
33	10	0	88880	56.40	50.85					
33	15	0	88940	56.40	50.85					
33	20	0	89000	56.40	50.85					
33	25	0	89060	56.40	50.85					
33	30	0	89120	56.40	50.85					
33	35	0	89180	56.40	50.85					
33	40	0	89240	56.40	50.85					
33	45	0	89300	56.40	50.85					
33	50	0	89360	56.40	50.85					
33	55	0	89420	56.40	50.85	419	15700			
34	0	0	89480	56.40	50.85					
34	5	0	89540	56.40	50.85					
34	10	0	89600	56.40	50.85					
34	15	0	89660	56.40	50.85					
34	20	0	89720	56.40	50.85					
34	25	0	89780	56.40	50.85					
34	30	0	89840	56.40	50.85					
34	35	0	89900	56.40	50.85					
34	40	0	89960	56.40	50.85					
34	45	0	90020	56.40	50.85					
34	50	0	90080	56.40	50.85					
34	55	0	90140	56.40	50.85	422	15710			
35	0	0	90200	56.40	50.85					
35	5	0	90260	56.40	50.85					
35	10	0	90320	56.40	50.85					
35	15	0	90380	56.40	50.85					
35	20	0	90440	56.40	50.85					
35	25	0	90500	56.40	50.85					
35	30	0	90560	56.40	50.85					
35	35	0	90620	56.40	50.85					
35	40	0	90680	56.40	50.85					
35	45	0	90740	56.40	50.85					
35	50	0	90800	56.40	50.85					
35	55	0	90860	56.40	50.85	423	15720			
36	0	0	90920	56.40	50.85					
36	5	0	90980	56.40	50.85					
36	10	0	91040	56.40	50.85					
36	15	0	91100	56.40	50.85					
36	20	0	91160	56.40	50.85					
36	25	0	91220	56.40	50.85					
36	30	0	91280	56.40	50.85					
36	35	0	91340	56.40	50.85					
36	40	0	91400	56.40	50.85					
36	45	0	91460	56.40	50.85					
36	50	0	91520	56.40	50.85					
36	55	0	91580	56.40	50.85	424	15730			
37	0	0	91640	56.40	50.85					
37	5	0	91700	56.40	50.85					
37	10	0	91760	56.40	50.85					
37	15	0	91820	56.40	50.85					
37	20	0	91880	56.40	50.85					
37	25	0	91940	56.40	5					

Numero	altitude	mesure	angle (°)	abscisse dynamique en mètre	relèvement (m)	coordonnée (lat/lon)	index correction / élévit corrigé (m)	élevé corrigé pour l'atmosphère de l'arrêt (m)	élevé corrigé au Pt de 200 (m)	remarque
85	43	0	203000	45,00	42,45		16112	20,0		
85	48	0	203000	45,10	42,55		16113	12,0		
85	50	0	201000	45,10	42,50			8,0		
86	52	0	201120	45,11	42,66			8,0		
86	55	0	201300	45,15	42,80			8,0		
86	56	0	201480	45,18	42,83			8,0		
86	2	0	201720	45,20	42,86			8,0		
86	18	0	202500	45,30	42,81		16115	8,0		
86	26	0	203180	45,37	42,82		16117	8,0		
86	29	0	203340	45,40	42,89		16118	8,0		
86	31	0	203480	45,58	43,01			8,0		
86	42	0	204120	45,71	43,18		16119	12,0		
86	45	0	204300	45,78	43,20		16121	10,0		
86	48	0	204480	45,78	43,22		16122	10,0		
86	50	0	204600	45,81	43,26			10,0		
87	0	0	205200	45,88	43,33		16124	10,0	10,0	
87	10	0	205800	45,82	43,37			12,0		
87	16	0	206100	45,89	43,40		16127	12,0	0,8	
87	24	0	206600	46	43,45			8,0		
87	30	0	207000	46,02	43,47		16129	8,0		
87	40	0	207800	46,08	43,51			8,0		
87	50	0	208200	46,09	43,53		16132	9,0		
88	0	0	208800	46,17	43,62			12,0		
88	10	0	209400	46,4	43,65		16136	12,0		
88	24	0	210000	46,47	43,69		16140	10,0		
88	50	0	211800	46,7	44,18			8,0		
88	8	0	212840	46,73	44,18		16145	8,0		
88	17	0	213420	46,81	44,26			12,0		
88	23	0	213780	46,83	44,29	430		12,0		
88	29	0	214140	46,84	44,30		16146	12,0		
88	48	0	215280	47,73	45,18		16152	9,5		Ferrugine?
88	23	0	217380	46,33	43,78		16159	10,3		
88	48	0	218800	46,13	43,58	428	16161	7,2		
88	41	0	220800	46,15	42,80		16162	10,1		
88	10	0	227480	46,13	42,58	434	16164	8,3		
84	26	0	231980	45,03	42,48		16167	10,3		
85	11	0	234880	45,09	42,54	418	16204	9,3		
88	0	0	237800	45,1	42,56		16212	9,8		
88	52	0	240720	45,15	42,60		16220	9,2		
87	30	0	243200	45,09	42,54	438	16229	9,3		
88	40	0	245000	45,03	42,49		16247	9,8		
70	27	0	253000	45,34	42,78		16254	8,6		
70	43	0	254580	45,38	42,80	458	16257	11,3		
71	24	0	257000	46,71	44,18		16264	10,2	8,9	
71	37	0	257820	46,05	43,50		16266	9,2		
71	45	0	258300	46,08	43,54		16267	7,5		
72	0	0	258200	46,06	43,51		16268	8,0		
72	0	30	258200	46,03	40,78					
72	1	0	258200	43,04	38,49					
72	2	0	258200	40,60	38,05					
72	2	30	258350	38,30	38,75					
72	3	0	258380	38,49	38,84					
72	3	30	258410	37,80	35,25					
72	4	0	258440	37,10	34,55					
72	4	30	258470	36,43	33,86					
72	5	0	258500	35,75	33,17					
72	6	0	258530	35,06	32,47					
72	6	30	258560	34,38	31,78					
72	7	0	258590	33,70	31,08					
72	7	30	258620	33,02	30,39					
72	8	0	258650	32,34	29,70					
72	8	30	258680	31,66	29,01					
72	9	0	258710	30,98	28,32					
72	9	30	258740	30,30	27,63					
72	9	0	258770	29,62	26,94					
72	10	0	258800	28,94	26,25					
72	10	30	258830	28,26	25,56					
72	11	0	258860	27,58	24,87					
72	11	30	258890	26,90	24,18					
72	12	0	258920	26,22	23,49					
72	12	30	258950	25,54	22,80					
72	13	0	258980	24,86	22,11					
72	13	30	259010	24,18	21,42					
71	14	0	259040	23,50	20,73					
72	14	30	259070	22,82	20,04					
72	15	0	259100	22,14	19,35					
72	15	30	259130	21,46	18,66					
72	16	0	259160	20,78	17,97					
72	16	30	259190	20,10	17,28					
72	17	0	259220	19,42	16,59					
72	17	30	259250	18,74	15,90					
72	18	0	259280	18,06	15,21					
72	18	30	259310	17,38	14,52					
72	19	0	259340	16,70	13,83					
72	19	30	259370	16,02	13,14					
72	20	0	259400	15,34	12,45					
72	20	30	259430	14,66	11,76					
72	21	0	259460	13,98	11,07					
72	21	30	259490	13,30	10,38					
72	22	0	259520	12,62	9,69					
72	22	30	259550	11,94	9,00					
72	23	0	259580	11,26	8,31					
72	23	30	259610	10,58	7,62					
72	24	0	259640	9,90	6,93					
72	24	30	259670	9,22	6,24					
72	25	0	259700	8,54	5,55					
72	25	30	259730	7,86	4,86					
72	26	0	259760	7,18	4,17					
72	26	30	259790	6,50	3,48					
72	27	0	259820	5,82	2,79					
72	27	30	259850	5,14	2,10					
72	28	0	259880	4,46	1,41					
72	28	30	259910	3,78	0,72					
72	29	0	259940	3,10	0,03					
72	29	30	259970	2,42	-0,66					
72	30	0	260000	1,74	-1,35					
72	30	30	260030	1,06	-2,04					
72	31	0	260060	0,38	-2,73					
72	32	0	260090	-0,30	-3,42					
72	33	0	260120	-0,98	-4,11					
72	34	0	260150	-1,66	-4,80					
72	34	30	260180	-2,34	-5,49					
72	35	0	260210	-3,02	-6,18					
72	35	30	260240	-3,70	-6,87					
72	36	0	260270	-4,38	-7,56					
72	37	0	260300	-5,06	-8,25					
72	37	30	260330	-5,74	-8,94					
72	38	0	260360	-6,42	-9,63					
72	38	30	260390	-7,10	-10,32					
72	39	0	260420	-7,78	-11,01					
72	39	30	260450	-8,46	-11,70					
72	40	0	260480	-9,14	-12,39					
72	41	0	260510	-9,82	-13,08					
72	42	0	260540	-10,50	-13,77					
72	42	30	260570	-11,18	-14,46					
72	43	0	260600	-11,86	-15,15					
72	43	30	260630	-12,54	-15,84					
72	44	0	260660	-13,22	-16,53					
72	44	30	260690	-13,90	-17,22					
72	45	0	260720	-14,58	-17,91					
72	45	30	260750	-15,26	-18,60					
72	46	0	260780	-15,94	-19,29					
72	46	30	260810	-16,62	-19,98					
72	47	0	260840	-17,30	-20,67					
72	47	30	260870	-17,98	-21,36					
72	48	0	260900	-18,66	-22,05					
72	48	30	260930	-19,34	-22,74					
72	49	0	260960	-20,02	-23,43					
72	49	30	260990	-20,70	-24,12					
72	50	0	261020	-21,38	-24,81					
72	50	30	261050	-22,06	-25,50					
72	51	0	261080	-22,74	-26,19					
72	52	0	261110	-23,42	-26,88					

Arrêt de pompe

Haarlem	maats	aanvragen	toeslag (%)	toeslag dynamisch berekend	reductieslag (%)	aanvraagtoeslag (%)	toeslag complex / toeslag maximaal (%)	toeslag maximaal voor toeslagtoeslag van toeslag (%)	toeslag maximaal in toeslag van 2011 toeslag (%)	toeslagtoeslag
72	53	0	262380	18,42	13,87					
72	54	0	262440	18,27	13,72					
72	55	0	262500	18,17	13,62					
72	56	0	262560	18,00	13,46					
72	57	0	262620	17,80	13,35					
72	58	0	262680	17,75	13,21					
72	59	0	262740	17,62	13,07					
72	0	0	262800	17,52	12,87					
72	2	0	262860	17,27	12,72					
72	4	0	262920	17,08	12,61					
72	6	0	262980	16,88	12,30					
72	8	0	263040	16,68	12,10					
72	10	0	263100	16,48	11,80					
72	12	0	263160	16,28	11,52					
72	14	0	263220	16,07	11,32					
72	16	0	263280	15,83	11,30					
72	18	0	263340	15,73	11,20					
72	20	0	263400	15,57	11,02					
72	22	0	263460	15,45	10,80					
72	24	0	263520	15,31	10,76					
72	26	0	263580	15,19	10,64					
72	28	0	263640	15,03	10,48					
72	30	0	263700	14,82	10,37					
72	32	0	263760	14,59	10,04					
72	34	0	263820	14,32	9,77					
72	36	0	263880	14,08	9,50					
72	38	0	263940	13,82	9,27					
72	40	0	264000	13,51	9,00					
72	42	0	264060	13,20	8,85					
72	44	0	264120	12,88	8,60					
72	46	0	264180	12,52	8,47					
72	48	0	264240	12,20	8,33					
72	50	0	264300	11,83	8,18					
72	52	0	264360	11,43	8,04					
72	54	0	264420	11,03	7,88					
72	56	0	264480	10,63	7,73					
72	58	0	264540	10,23	7,62					
72	60	0	264600	9,83	7,51					
72	62	0	264660	9,44	7,39					
72	64	0	264720	9,03	7,28					
72	66	0	264780	8,64	7,19					
72	68	0	264840	8,23	7,08					
72	70	0	264900	7,83	6,97					
72	72	0	264960	7,43	6,88					
72	74	0	265020	7,03	6,81					
72	76	0	265080	6,63	6,68					
72	78	0	265140	6,23	6,52					
72	80	0	265200	5,83	6,40					
72	82	0	265260	5,43	6,27					
72	84	0	265320	5,03	6,13					
72	86	0	265380	4,63	6,00					
72	88	0	265440	4,23	5,84					
72	90	0	265500	3,83	5,72					
72	92	0	265560	3,43	5,58					
72	94	0	265620	3,03	5,42					
72	96	0	265680	2,63	5,25					
72	98	0	265740	2,23	5,21					
72	100	0	265800	1,83	5,14					
72	102	0	265860	1,43	5,08					
72	104	0	265920	1,03	5,05					
72	106	0	265980	0,63	4,90					
72	108	0	266040	0,23	4,83					
72	110	0	266100	0,03	4,75					
72	112	0	266160	0,00	4,70					
72	114	0	266220	0,00	4,62					
72	116	0	266280	0,00	4,50					
72	118	0	266340	0,00	4,42					
72	120	0	266400	0,00	4,30					
72	122	0	266460	0,00	4,25					
72	124	0	266520	0,00	4,17					
72	126	0	266580	0,00	4,02					
72	128	0	266640	0,00	3,90					
72	130	0	266700	0,00	3,80					
72	132	0	266760	0,00	3,70					
72	134	0	266820	0,00	3,60					
72	136	0	266880	0,00	3,50					
72	138	0	266940	0,00	3,40					
72	140	0	267000	0,00	3,30					
72	142	0	267060	0,00	3,25					
72	144	0	267120	0,00	3,17					
72	146	0	267180	0,00	3,02					
72	148	0	267240	0,00	2,90					
72	150	0	267300	0,00	2,80					
72	152	0	267360	0,00	2,75					
72	154	0	267420	0,00	2,65					
72	156	0	267480	0,00	2,55					
72	158	0	267540	0,00	2,45					
72	160	0	267600	0,00	2,35					
72	162	0	267660	0,00	2,25					
72	164	0	267720	0,00	2,15					
72	166	0	267780	0,00	2,05					
72	168	0	267840	0,00	1,95					
72	170	0	267900	0,00	1,85					
72	172	0	267960	0,00	1,75					
72	174	0	268020	0,00	1,65					
72	176	0	268080	0,00	1,55					
72	178	0	268140	0,00	1,45					
72	180	0	268200	0,00	1,35					
72	182	0	268260	0,00	1,25					
72	184	0	268320	0,00	1,15					
72	186	0	268380	0,00	1,05					
72	188	0	268440	0,00	0,95					
72	190	0	268500	0,00	0,85					
72	192	0	268560	0,00	0,75					
72	194	0	268620	0,00	0,65					
72	196	0	268680	0,00	0,55					
72	198	0	268740	0,00	0,45					
72	200	0	268800	0,00	0,35					
72	202	0	268860	0,00	0,25					
72	204	0	268920	0,00	0,15					
72	206	0	268980	0,00	0,05					
72	208	0	269040	0,00	0,00					
72	210	0	269100	0,00	0,00					
72	212	0	269160	0,00	0,00					
72	214	0	269220	0,00	0,00					
72	216	0	269280	0,00	0,00					
72	218	0	269340	0,00	0,00					
72	220	0	269400	0,00	0,00					
72	222	0	269460	0,00	0,00					
72	224	0	269520	0,00	0,00					
72	226	0	269580	0,00	0,00					
72	228	0	269640	0,00	0,00					
72	230	0	269700	0,00	0,00					
72	232	0	269760	0,00	0,00					
72	234	0	269820	0,00	0,00					
72	236	0	269880	0,00	0,00					
72	238	0	269940	0,00	0,00					
72	240	0	270000	0,00	0,00					
72	242	0	270060	0,00	0,00					
72	244	0	270120	0,00	0,00					
72	246	0	270180	0,00	0,00					
72	248	0	270240	0,00	0,00					
72	250	0	270300	0,00	0,00					
72	252	0	270360	0,00	0,00					
72	254	0	270420	0,00	0,00					
72	256	0	270480	0,00	0,00					
72	258	0	270540	0,00	0,00					
72	260	0	270600	0,00	0,00					
72	262	0	270660	0,00	0,00					
72	264	0	270720	0,00	0,00					
72	266	0	270780	0,00	0,00					
72	268	0	270840	0,00	0,00					
72	270	0	270900	0,00	0,00					
72	272	0	270960	0,00	0,00					
72	274	0	271020	0,00	0,00					
72	276	0	271080	0,00	0,00					
72	278	0	271140	0,00	0,00					
72	280	0	271200	0,00	0,00					
72	282	0	271260	0,00	0,00					
72	284	0	271320	0,00	0,00					
72	286	0	271380	0,00	0,00					
72	288	0	271440	0,00	0,00					
72	290	0	271500	0,00	0,00					
72	292	0	271560	0,00	0,00					
72	294	0	271620	0,00	0,00					
72	296	0	271680	0,00	0,00					
72	298	0	271740	0,00	0,00					
72	300	0	271800	0,00	0,00					
72	302	0	271860	0,00	0,00					
72	304	0	271920	0,00	0,00					
72	306	0	271980	0,00	0,00					
72	308	0	272040	0,00	0,00					
72	310	0</								

**ANNEXE 4 : Analyse SOGEA de l'eau du
forage de Combani**

Rapport d'analyse : N° 11 / DAF
 Date de prélèvement : 20 novembre 2002
 Nom du préleveur : François IEMOLINI
 Chimiste chargée d'analyses : Mlle MOHAMED Siti

Forage M'RERENI (Combani) 20/11/2002	Débit = 9m ³ /h Niveau statique = 39,91m
---	--

CMA

Code	FMRER201102	
Odeur	aucune	aucune
Couleur	< 15	15 mg/l Pt/Co
Turbidité en NTU	0,76	< 2

pH	7,46	6,5 - 9
Conductivité en µS/cm	309	180-1000
TAC en °f	15,8	3
THca en °f	7,8	
THtotal en °f	17,0	15
Calcium en mg/l	31,2	100
Magnésium en mg/l	22,5	50
Sulfates en mg/l	3	250
Aluminium en mg/l	traces	0,2
Chlorures en mg/l	9,3	200
Potassium en mg/l	4,6	

Nitrates en mg/l	1,0	50
Nitrites en mg/l	traces	0,1
Ammonium en mg/l	0,12	0,5
Fer en mg/l	0,03	0,2
Manganèse en mg/l	1,20	0,05
Phosphates en mg/l	0,13	5
Zinc en mg/l	0,02	5
Cuivre en mg/l	traces	1
Matières en suspension en mg/l	1,0	absence

Analyse bactériologique

Flore hétérotrophe déterminée par méthode de filtration sur membrane, incubation à 37° c pendant 24h:
 > 300 col/ml

Coliformes totaux : présence à confirmer

ANNEXE 5 : Données pluviométrique sur la zone

données en mm. de 00H00 à 00H00

date	COMBANI		observations faites sur le chantier
1/11/02	0.1		
2/11/02			
3/11/02	0.1		
4/11/02	absence de donnée		
5/11/02	absence de donnée		
6/11/02	absence de donnée		
7/11/02	0.1		
8/11/02	5		
9/11/02	3.1		
10/11/02	absence de donnée		
11/11/02	9.8		
12/11/02	absence de donnée		
13/11/02	absence de donnée	développement et pompages d'essai	
14/11/02	absence de donnée		
15/11/02	absence de donnée		
16/11/02	0.1		
17/11/02	5.9		
18/11/02	0.3		
19/11/02	0.4		
20/11/02	0.7		
21/11/02	0		
22/11/02	0		
23/11/02	3.2		
24/11/02	1.6		
25/11/02	3.1		
26/11/02	0.4		
27/11/02	0		
28/11/02	0		
29/11/02	0		
30/11/02	0		
31/11/2002	absence de donnée		
1/12/02	absence de donnée		