

# Réévaluation du potentiel d'exploitation du forage de Mronabéja (1231-6X-0032) – Recommandations.

**BRGM/RP-52810-FR**  
janvier 2004

Etude réalisée dans le cadre de l'opération  
de Service Public du BRGM 03EAUE07

**A. Wuilleumier et P. Lachassagne**



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

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

**WUILLEUMIER A., LACHASSAGNE P. (2004)** – Réévaluation du potentiel d'exploitation du forage de Mronabéja (1231-6X-0032) sur la base des données acquises lors des pompages réalisés par la DAF en juillet et août 2003 – Recommandations.- Rapport BRGM/RP-52810-FR, 17 p., 4 fig., 4 ann.

## **Synthèse**

Du 25 au 30 juillet 2003 et du 11 au 20 août 2003, des essais de pompage ont été réalisés par la DAF sur le forage de Mronabéja (indice national : 1231-6X-0032). A l'issue de ceux-ci, la DAF a transmis les informations recueillies au BRGM et lui a demandé, dans le cadre de la fiche de Service Public 03EAUE07 de "redéfinir à nouveau le potentiel d'exploitation de ce forage en prenant en considération dans vos recommandations le niveau d'étiage de la nappe" (cf. annexe 1).

Dans la première partie de ce rapport, l'interprétation des pompages de juillet et août 2003 est conduite.

Il est ensuite passé en revue :

- le niveau piézométrique dans le forage en conditions non influencées par le pompage ;
- le positionnement de la pompe ;
- le rabattement maximal admissible.

Ceci conduit finalement à la redéfinition du potentiel d'exploitation du captage sur la base de deux hypothèses de travail différentes.

Des recommandations en vue de l'exploitation de l'ouvrage sont formulées.

# SOMMAIRE

<b>SYNTHESE</b> .....	<b>3</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>4</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>5</b>
<b>LISTE DES ANNEXES</b> .....	<b>5</b>
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>6</b>
<b>2. INTERPRETATION DES POMPAGES EFFECTUES</b> .....	<b>7</b>
2.1. POMPAGES DU 25 AU 30 JUILLET 2003 .....	7
2.2. POMPAGES DU 11 AU 20 AOUT 2003 .....	7
2.3. INTERPRETATION DES POMPAGES .....	10
<b>3. REEVALUATION DU POTENTIEL D'EXPLOITATION DU FORAGE</b> .....	<b>13</b>
3.1. NIVEAU PIEZOMETRIQUE PRIS EN COMPTE .....	13
3.2. POSITION DE LA POMPE .....	13
3.3. RABATTEMENT MAXIMAL ADMISSIBLE .....	15
3.4. HYPOTHESES DES CALCULS DE RABATTEMENT .....	15
3.5. POTENTIEL D'EXPLOITATION ET RECOMMANDATIONS .....	16
<b>4. CONCLUSIONS - RECOMMANDATIONS</b> .....	<b>17</b>

## **Liste des figures**

- Figure 1 :** chronique (débit, piézométrie) du pompage réalisé du 25 au 30 juillet 2003
- Figure 2 :** chronique (débit, piézométrie) du pompage réalisé du 11 au 20 août 2003
- Figure 3 :** chronique de conductivité enregistrée lors du pompage du 11 au 20 août 2003
- Figure 4 :** chronique piézométrique enregistrée au forage de Mronabeja par la DAF du 02 juillet 2002 au 20 août 2003 (sur la base d'un point de mesure par jour ; les suivis de pompage ne sont pas portés sur ce graphique)

## **Liste des annexes**

- Annexe 1 :** Avis DAF et BRGM relatifs au forage de Mronabéja (12316X0032).
- Annexe 2 :** Rapport de pompage "air lift" (entreprise COFOR).
- Annexe 3 :** Résultats des interprétations des pompages d'essai sous ISAPE (juillet et août).
- Annexe 4 :** Préconisations de mise en exploitation du forage de Bandrélé-Dagoni (cf. rapport BRGM RP-52104-FR).

# 1. Introduction

Le forage de Mronabéja a été réalisé lors de la première campagne (1999-2000) d'exploration et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte. A cette occasion, des pompages d'essai par paliers et à débit constant (durée : 12 heures) ont été menés (Rapport BRGM RP-50428-FR).

Sur la base d'observations complémentaires effectuées en 2000-2001, le débit d'exploitation de ce forage a été réévalué (Rapport BRGM, RP-51603-FR, avril 2002).

Lors d'un essai de prélèvement d'eau réalisé le 2 juillet 2002 par la DAF, des difficultés sont apparues, conduisant à une demande d'interprétation des données recueillies par la DAF. Cette interprétation a donné lieu à la rédaction d'une note (Note BRGM RM/02-267, cf. Annexe 1)). Il en résultait notamment les recommandations suivantes :

- la nécessité de conduire un essai de puits afin de confirmer l'hypothèse émise d'un colmatage de l'ouvrage ;
- en cas de confirmation de cette hypothèse, mener un nettoyage et un développement hydraulique du puits ;
- caractériser les matières en suspension afin d'en rechercher l'origine et, le cas échéant, compléter le développement hydraulique par un développement chimique ;
- conduire un nouvel essai de puits afin de déterminer les nouvelles caractéristiques de l'ouvrage.

Après une nouvelle tentative de pompage non concluante en date du 10 décembre 2002, la DAF a sollicité l'entreprise COFOR en vue de réaliser un nettoyage "air lift" du forage. Celui-ci a été conduit du 18 au 24 avril 2003. Le rapport de nettoyage du forage (cf. Annexe 2) indique en particulier que :

- "la pompe immergée était propre et sans dépôt" lors de sa sortie de l'ouvrage ;
- lors du pompage "air lift", "l'eau a toujours été claire, sans dépôts, ni odeur" ;
- qu'il n'a pas été fait usage d'agents chimiques, le PVC paraissant "fragile" ;
- que la crépine n'était pas endommagée.

Enfin, du 25 au 30 juillet 2003 et du 11 au 20 août 2003, des essais de pompage ont été réalisés par la DAF sur le forage. A l'issue de ceux-ci, la DAF a transmis les informations recueillies au BRGM et lui a demandé, dans le cadre de la fiche de Service Public 03EAUE07 de "redéfinir à nouveau le potentiel d'exploitation de ce forage en prenant en considération dans vos recommandations le niveau d'étiage de la nappe" (cf. annexe 1).

## 2. Interprétation des pompages effectués

Les pompages effectués par la DAF du 25 au 30 juillet 2003 et du 11 au 20 août 2003 ont été interprétés, afin de déterminer les caractéristiques hydrodynamiques du forage et de l'aquifère capté. Cette interprétation a été effectuée à l'aide du logiciel ISAPE (Interprétation Semi-Automatique des Pompages d'Essai), développé par le BRGM.

Les données utilisées à cet effet sont des mesures recueillies au moyen du dispositif d'acquisition disponible sur le forage (niveaux piézométriques, conductivité, débit). Aucune mesure de calibration n'est disponible. En particulier, les niveaux d'eau, bien qu'enregistrés en m NGM, ne sont pas basés sur un nivellement précis du forage. Par ailleurs, on ne dispose pas de mesures réalisées au droit du piézomètre (indice national : 12316X0031), ni d'observations de la turbidité éventuelle des eaux pompées durant cette période.

### 2.1. Pompages du 25 au 30 juillet 2003

La chronique de suivi du pompage de juillet 2003 (du 25 juillet 9h32 au 30 juillet 14h44 ; cf. Figure 1) est constituée d'une phase de pompage (débit maximum durant la période : 10,54 m<sup>3</sup>/h) d'un peu plus de 72 heures, puis d'une période de remontée des niveaux (52 heures environ).

Le niveau piézométrique final (2,84 m) étant supérieur au niveau initial (2,65 m) et aucune pluie n'étant intervenue entre le 20 et le 30 juillet à la station de Boueni, il apparaît que des pompages ont très probablement été effectués relativement peu de temps avant le 25 juillet 2003, 9h32. Nous ne disposons pas d'informations à ce sujet. Les variations de débit enregistrés après l'arrêt du pompage (28/07 10 : 16) correspondent très vraisemblablement à des artefacts.

Les valeurs associées de conductivité électrique de l'eau ne sont pas exploitables (valeur négative et constante sur l'ensemble du pompage).

### 2.2. Pompages du 11 au 20 août 2003

La chronique de suivi du pompage d'août 2003 présente trois périodes successives constituées chacune d'une phase de pompage et d'une phase de remontée des niveaux (Figure 2) : du 11 au 15 août (plus de 86 heures de pompage suivies de 48 minutes d'arrêt), du 15 au 16 août (13,6 heures de pompage et 7,6 heures d'arrêt) et du 16 au 20 août (72 heures de pompage et 29 heures d'arrêt). Durant cette période, la pluviométrie enregistrée à la station de Boueni est nulle. Il était tombé 3,4 mm le 31 juillet (seul épisode pluvieux du mois de juillet 2003).

La première mesure du niveau d'eau (le 11 août 2003 à 10h36) fait apparaître un rabattement important (niveau d'eau à -12,06 m) : les données disponibles ne font donc pas apparaître au démarrage de l'essai un niveau non influencé par des pompages. Cette première phase de pompage est effectuée à un débit moyen de 6 m<sup>3</sup>/h.

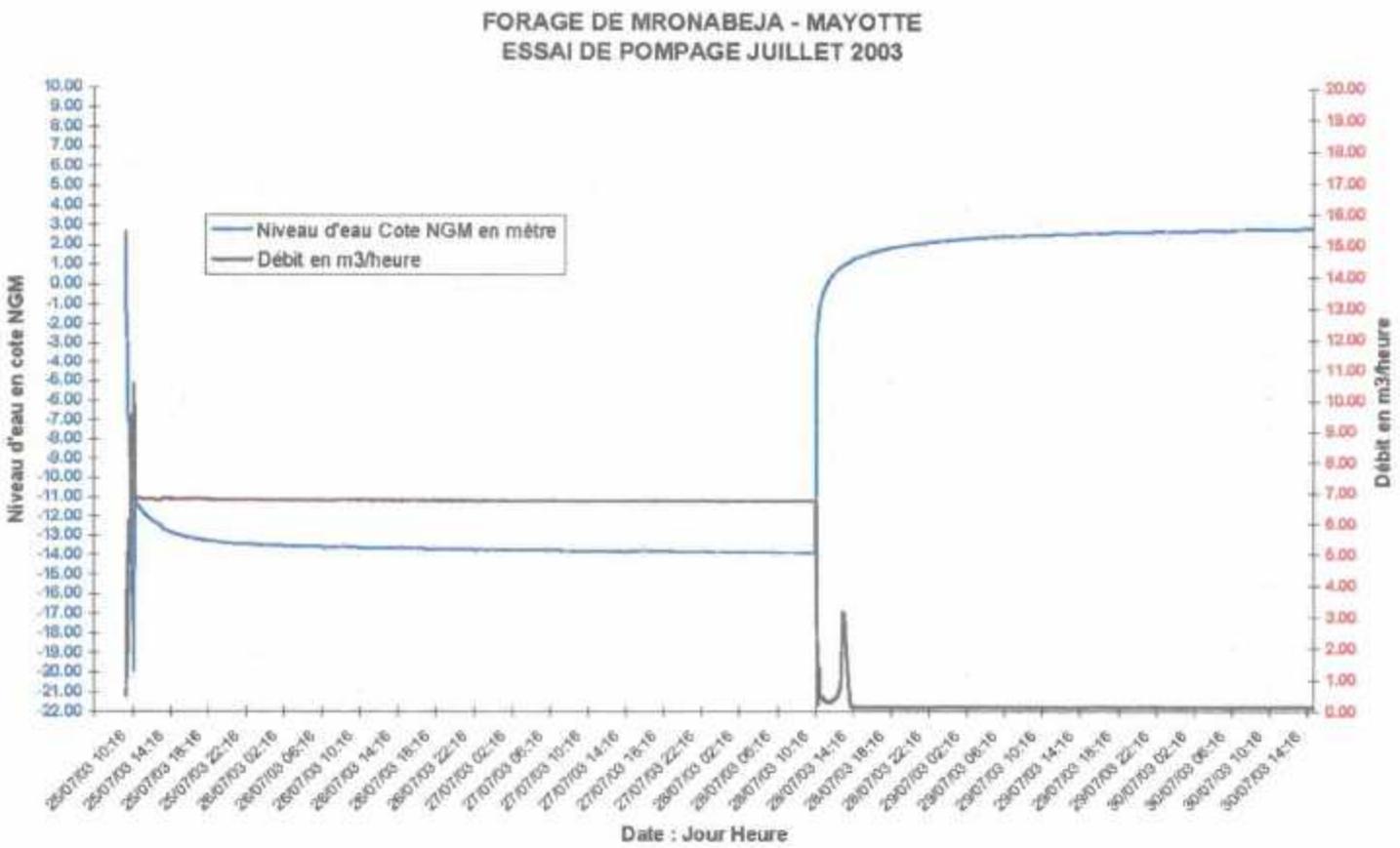


Figure 1 : chronique (débit, piézomètre) du pompage réalisé du 25 au 30 juillet 2003

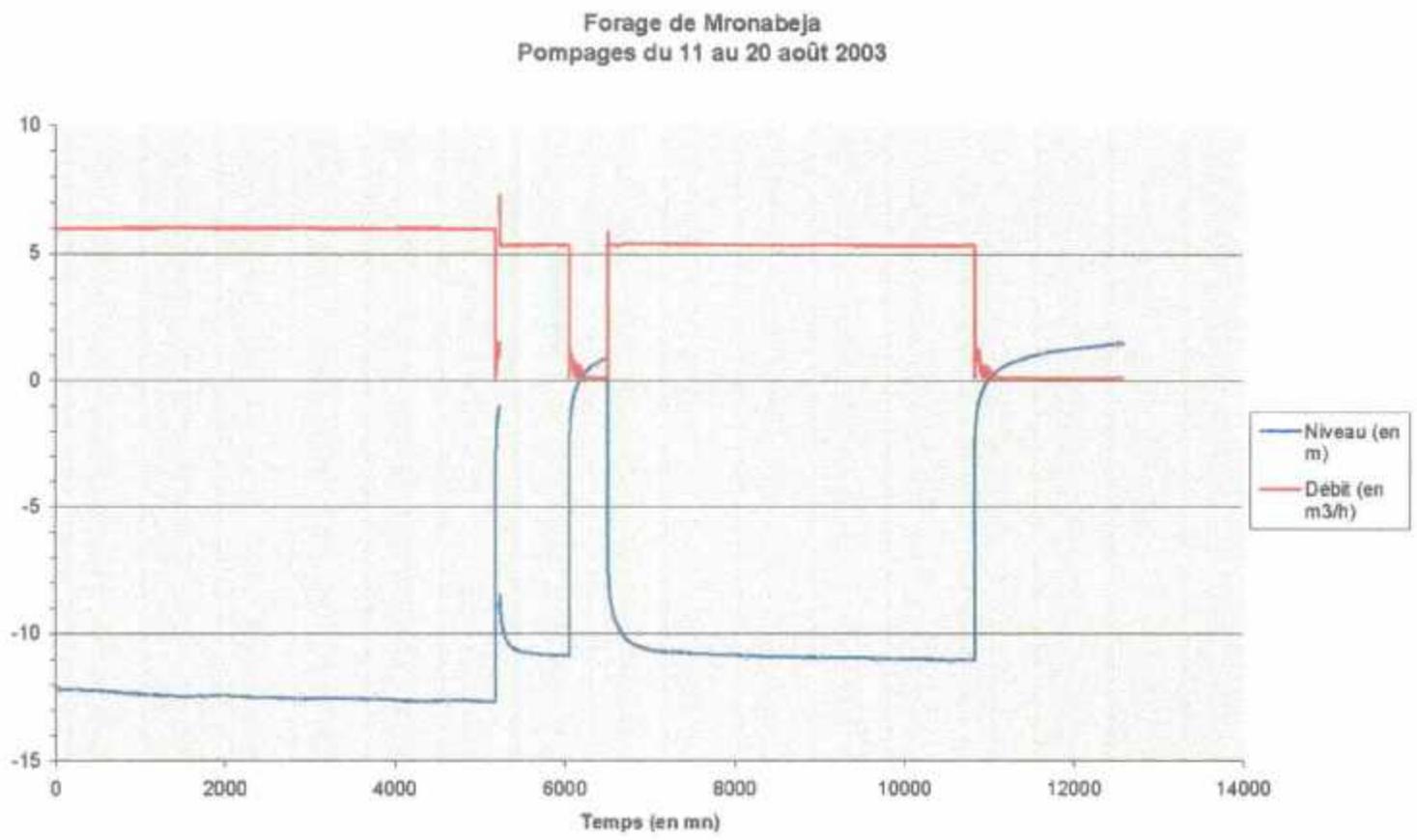


Figure 2 : chronique (débit, piézométrique) du pompage réalisé du 11 au 20 août 2003

Le premier arrêt de pompage (d'une durée de 48 minutes) ne permet pas de revenir à un niveau piézométrique non influencé : le niveau final est de - 1 m (15 août 2003 à 2h04). Ce niveau est effectivement à comparer avec des niveaux obtenus en fin de chronique (1,50 m le 20 août à 5 h).

On observe ensuite une absence de données de 57 minutes, jusqu'à 3h01 où la mesure fait apparaître un niveau en pompage, à - 9,01 m. Cette deuxième phase de pompage est effectuée à un débit moyen de l'ordre de 5,35 m<sup>3</sup>/h. Le niveau piézométrique descend jusqu'à -10,86 m avant de remonter jusqu'à 0,91 m après l'arrêt du pompage. Comparativement au niveau connu de fin de pompage (20 août) et compte tenu de la pente de remontée du niveau d'eau dans le forage, ce niveau n'est pas stabilisé.

La troisième phase de pompage est menée à un débit de l'ordre de 5,35 m<sup>3</sup>/h. Le niveau d'eau descend jusqu'à - 11,04 m, avant de remonter jusqu'à 1,50 m (le 20 août 2003, 5 h 23 ; la chronique se termine à 5 h 24 à 1,49 m). Compte tenu de la remontée du niveau d'eau toujours observée en fin de chronique, la nappe n'a pas retrouvé un niveau stabilisé.

La chronique de conductivité issue des pompages d'août 2003 (Figure 3) présente, outre les artefacts de baisse de la conductivité dus à l'arrêt temporaire des pompages (la sonde de conductivité est placée dans le tube d'exhaure du forage et est - selon la DAF - hors d'eau lors de ces arrêts), une augmentation de la valeur enregistrée au cours des 7 jours de pompage : on passe d'une valeur moyenne de 678 µS / cm à 693 µS / cm (valeur moyenne également). Cette augmentation de la conductivité renforce la nécessité d'effectuer un suivi régulier de ce paramètre lors de la mise en exploitation de cet ouvrage.

### 2.3. Interprétation des pompages

Les résultats de l'interprétation de ces pompages sont présentés en annexe 3. Ils sont repris dans le tableau ci-après et comparés à l'essai réalisé en 2000 :

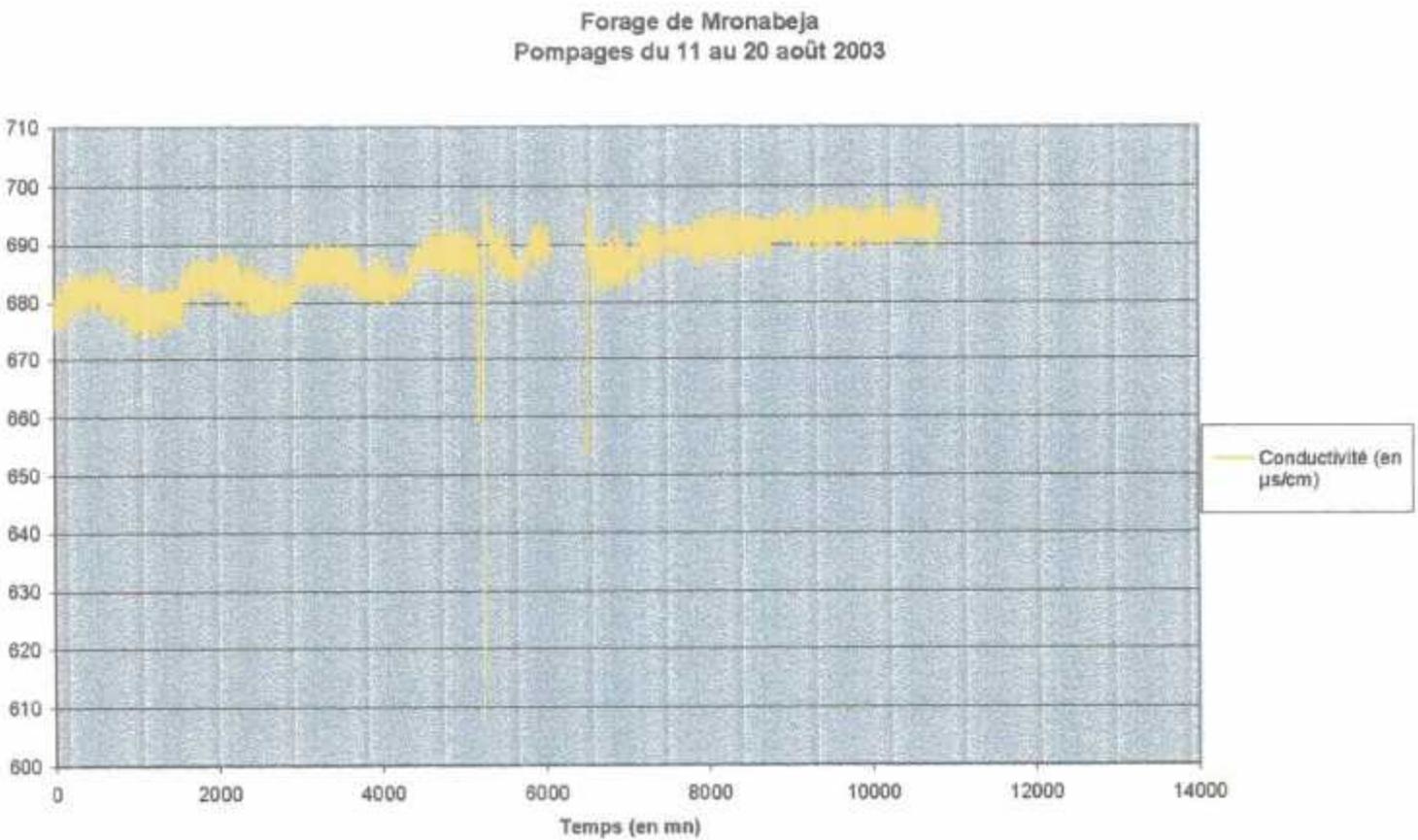
Date	28-29 Juin 2000	25-30 Juillet 2003	11-20 Août 2003
Débit moyen de pompage (m <sup>3</sup> /h)	15 m <sup>3</sup> /h	6,75 m <sup>3</sup> /h	6 puis 5,35 m <sup>3</sup> /h
Transmissivité (m <sup>2</sup> /s)	5,5 10 <sup>-4</sup>	2,15 10 <sup>-4</sup>	2,5 10 <sup>-4</sup>
Coefficient d'emmagasinement*	3.10 <sup>-2</sup>	3.10 <sup>-2</sup>	3.10 <sup>-2</sup>
Pertes de charges quadratiques (s <sup>2</sup> /m <sup>5</sup> )	0,09 10 <sup>+6</sup>	2.2 10 <sup>+6</sup>	2,8 10 <sup>+6</sup>
Structure de l'aquifère	LA* à 400 mn	LA* à 400 mn	-
	-	LE à 100 mn	LE à 400 mn

\* le coefficient d'emmagasinement ne peut pas être déterminé avec précision au puits (il avait été évalué à 1.9 10<sup>-3</sup> sur la base de l'interprétation des données mesurées au piézomètre en 2000)

\* LA : limite d'alimentation

• LE : limite étanche

Les interprétations ont toutes été réalisées avec une solution analytique de Theis. Il n'a pas été mis en évidence d'effet de capacité significatif. Chacune des interprétations peut être commentée de la manière suivante :



**Figure 3 :** chronique de conductivité enregistrée lors du pompage du 11 au 20 août 2003

- pompage d'essai des 28-29 juin 2000 : bon ajustement (faible incertitude sur la valeur de la transmissivité). Une anomalie a été notée au cours de l'essai (évolution plus rapide des niveaux piézométriques entre 200 et 350 minutes environ) qui peut être due à une variation de débit au cours du pompage qui n'aurait pas été notée par le foreur. Le coefficient de pertes de charges quadratiques n'a pas été ajusté et a été pris égal à la valeur déduite de l'essai par paliers de débit. C'est sur cette base que le coefficient d'emmagasinement a été évalué au puits (cf. tableau ci-dessus).
- pompage d'essai des 25-30 juillet 2003 : une première interprétation a été tentée au moyen des paramètres de l'essai de 2000. Cet ajustement n'est pas satisfaisant, tant à la descente qu'à la remontée, le mauvais ajustement de la remontée imposant de modifier les paramètres hydrodynamiques et surtout le coefficient de pertes de charges. Un ajustement satisfaisant a été obtenu avec les paramètres indiqués au sein du tableau ci-dessus. La précision des résultats obtenus est cependant de qualité moyenne compte tenu des fortes variations de débit observées en tout début d'essai ;
- pompage d'essai des 11 au 20 août 2003 : de même que pour l'essai précédent, l'interprétation avec les paramètres de l'essai de 2000 ne permet pas d'aboutir à un ajustement satisfaisant. Il est en effet nécessaire d'introduire des pertes de charges quadratiques élevées. La première phase du pompage (du 11 au 15 août) ne peut être calée correctement avec les mêmes paramètres, ce qui est probablement dû aux pompages préalables perturbant les conditions initiales. Un décolmatage relatif de l'ouvrage en cours de pompage ne peut pas être exclu. Cette hypothèse aurait pu être confirmée par un suivi de la turbidité lors du pompage (données non disponibles actuellement). Les deux phases suivantes de pompage ainsi que la phase ultime de remontée sont assez correctement calées.

Ces résultats font apparaître :

- des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère (T en particulier) montrant une certaine évolution entre 2000 et 2003, dans une gamme relativement réduite cependant (de  $2,15$  à  $5,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ) ;
- la mise en évidence d'une limite étanche, conforme à la compartimentation des aquifères à Mayotte. La limite alimentée n'est pas systématiquement observée. Cela peut correspondre à un tarissement de la source d'alimentation (rivière par exemple) ;
- une évolution très significative des pertes de charges quadratiques entre les essais de 2000 et ceux réalisés en 2003 qui pourrait être un lié à un colmatage de l'ouvrage. L'évolution à la baisse de la transmissivité de l'aquifère en constitue un indice supplémentaire. Un pompage d'essai par paliers de débit permettrait de quantifier avec précision et de confirmer ce diagnostic de colmatage.

## 3. Réévaluation du potentiel d'exploitation du forage

### 3.1. Niveau piézométrique pris en compte

Lors de la réévaluation des débits d'exploitation des forages de 1999-2000, réalisées sur la base d'observations complémentaires effectuées en 2000-2001 (BRGM, RP-51603-FR, avril 2002), le niveau piézométrique de référence retenu (niveau piézométrique d'étiage) se situait à une profondeur par rapport au sol de 3 m (+ 4 m NGM environ).

Les données de suivi piézométrique fournies par la DAF et provenant des "divers" installés sur le forage de Mronabeja fournissent des données complémentaires sur une période allant du 2 juillet 2002 au 20 août 2003 (cf. figure 4 ; la chronique n'est pas continue, elle est interrompue entre le 23 avril 2003 et le 25 juillet 2003 et entre le 30 juillet et le 11 août 2003). Entre le 14 et le 23 avril 2003, période correspondant à la réalisation d'un développement "air lift" sur l'ouvrage, les valeurs fournies font apparaître un niveau constant à - 24,61 m qui constitue un artefact (diver extrait du forage).

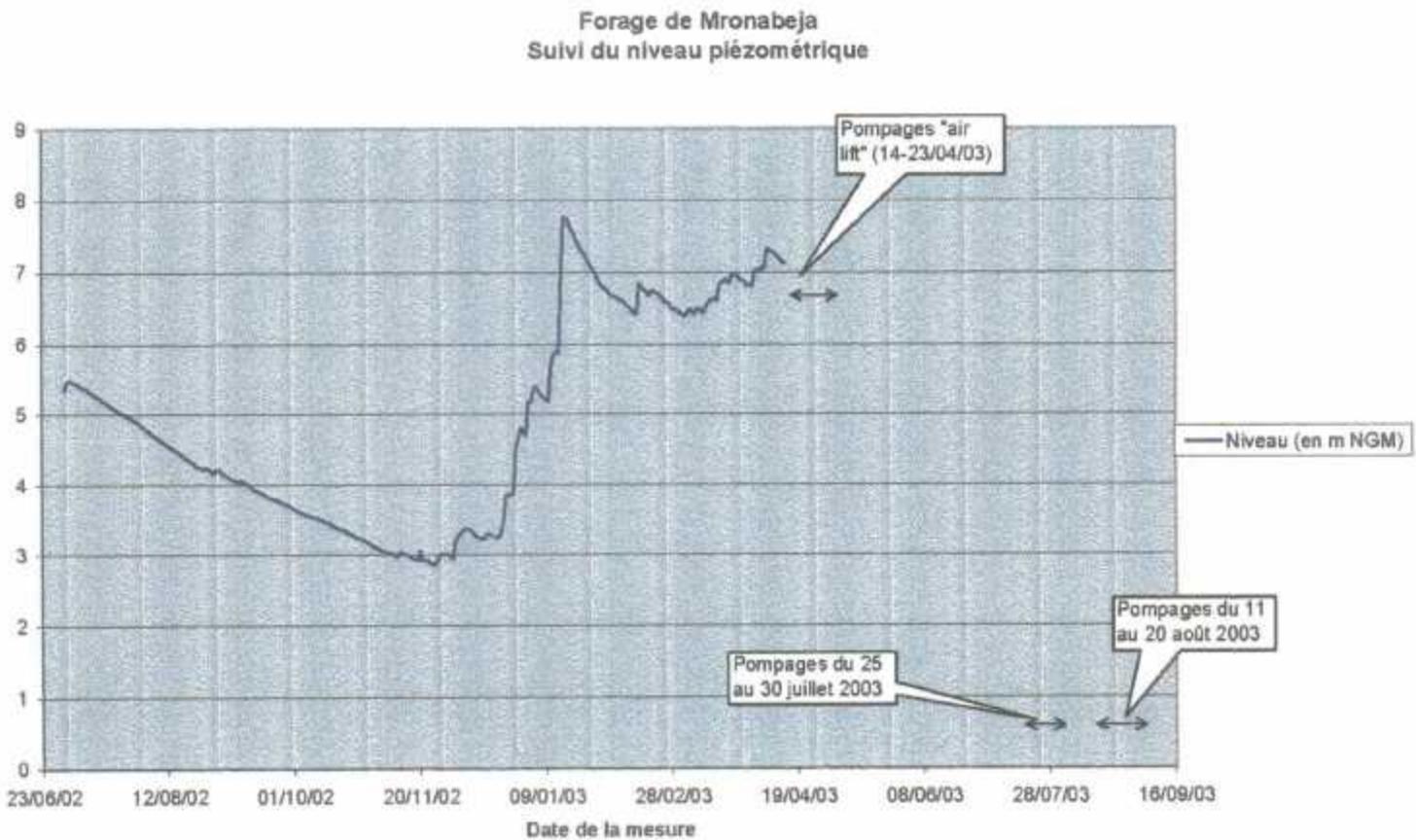
La chronique fait apparaître un niveau d'étiage se situant à une cote de 2,84 m NGM le 25 novembre 2002. Par ailleurs, le niveau maximal enregistré atteignant un niveau NGM supérieur à 7 m, ce forage serait – sous réserve de la fiabilité de la donnée – temporairement artésien. Cette hypothèse semble très peu probable ; en effet, si le forage était artésien, il déborderait et l'enregistrement piézométrique montrerait un palier horizontal. Il convient de noter qu'à notre connaissance, les mesures exprimées en m NGM ne sont pas issues d'un nivellement.

Il a été choisi de se placer dans les conditions les plus contraignantes, à savoir au niveau de l'étiage : le niveau piézométrique pris en compte a été arrondi à + 2,80 m NGM (profondeur par rapport au sol de 4,20 m).

### 3.2. Position de la pompe

Dans le rapport RP-51603-FR, il était préconisé de positionner la pompe préférentiellement entre 42 et 45 m de profondeur ou entre 53 et 59 m (soit en dehors des principales venues d'eau et au-delà des alluvions, présentes jusqu'à une profondeur de 28,50 m).

Dans son courrier du 05/08/2003 (Annexe 1), la DAF indique que la pompe a été positionnée à une profondeur de 25 à 26 m. Elle se situe donc en face de terrains alluviaux (galets roulés polygéniques à matrice limoneuse brune), en regard de la partie supérieure de la crépine. On remarque à cette profondeur l'apparition d'une venue d'eau de faible débit lors de la réalisation du forage.



**Figure 4 :** chronique piézométrique enregistrée au forage de Mronabeja par la DAF du 02 juillet 2002 au 20 août 2003 (sur la base d'un point de mesure par jour ; les suivis de pompage ne sont pas portés sur ce graphique)

Un tel positionnement de la pompe risque de provoquer l'entraînement de fines vers la pompe, écourtant la durée de vie de cette dernière, augmentant la turbidité de l'eau extraite de l'aquifère et entraînant des risques de colmatage du forage. Par ailleurs, cet entraînement de particules, s'il est avéré, pourrait induire – à long terme – un affaissement du forage (notamment compte tenu de la présence de terrains alluviaux sur les 28 premiers mètres du forage).

Il est donc recommandé, en l'état actuel des connaissances sur cet ouvrage, de positionner la pompe à une profondeur adaptée.

**Dans la réévaluation du potentiel d'exploitation du forage, deux scénarios sont proposés :**

- 1. Scénario sur la base du positionnement actuel de la pompe, soit à une profondeur de 25 - 26 m ;**
- 2. Scénario sur la base d'un positionnement de la pompe à une profondeur de 43 m.**

### **3.3. Rabattement maximal admissible**

Comme indiqué dans le rapport RP-51603-FR, le rabattement provoqué par le pompage devra éviter de dénoyer les principales venues d'eau, dont la première débute vers 30 m.

Dans le scénario n° 1 (cf. 4.2.), cela n'a pas d'incidence sur le rabattement maximal admissible, la pompe se situant au-dessus des principales venues d'eau. Par contre, le dispositif de sécurité se situant à 22 m de profondeur, le niveau d'eau ne devra pas descendre au-delà de cette limite. Compte tenu du niveau piézométrique retenu, le rabattement maximum admissible est donc de  $22 - 4,2 = 17,8$  m.

Dans le scénario n° 2, le facteur limitatif est constitué par la principale venue d'eau et non par la position de la pompe. Il n'est donc pas pris de marge de sécurité. Le rabattement maximum admissible est donc de  $30 - 4,2 = 25,8$  m.

### **3.4. Hypothèses des calculs de rabattement**

Deux scénarios ont été envisagés, la différence entre les deux résidant dans le positionnement de la pompe (cf. 4.2.).

Les hypothèses retenues sur les paramètres hydrodynamiques et les caractéristiques de l'aquifère et de l'ouvrage sont les suivantes :

- Transmissivité de l'aquifère :  $2,15 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s ;
- Coefficient d'emmagasinement :  $3 \cdot 10^{-2}$  ;
- Coefficient de pertes de charges quadratiques :  $2,2 \cdot 10^{-6}$  s<sup>2</sup>/m<sup>5</sup> ;
- Structure de l'aquifère : limite alimentée et limite étanche apparaissant respectivement au bout de 400 et 100 minutes ou uniquement limite étanche apparaissant au bout de 100 minutes.

Une exploitation saisonnière (quatre mois par an, en saison sèche) a également été envisagée.

### 3.5. Potentiel d'exploitation et recommandations

En l'état actuel du forage, les hypothèses retenues donnent les résultats suivants :

- une exploitation envisageable à un débit de 5,1 m<sup>3</sup>/h (limite étanche) ou 6,8 m<sup>3</sup>/h (limite étanche et limite alimentée) en l'absence de modification du positionnement de la pompe ;
- une exploitation envisageable à un débit de 6,75 m<sup>3</sup>/h (limite étanche) ou 8,7 m<sup>3</sup>/h (limite étanche et limite alimentée) si la pompe est repositionnée à une profondeur de 43 m.

**En exploitation saisonnière (soit 4 mois par an), les débits envisageables sont respectivement de 5,3 m<sup>3</sup>/h et 7 m<sup>3</sup>/h selon le positionnement de la pompe** (hypothèse retenue : limite étanche uniquement, compte tenu de la période pendant laquelle sera utilisé l'ouvrage).

Sur la base de ces éléments, **il est proposé une exploitation annuelle à un débit de 5,1 ou 6,75 m<sup>3</sup>/h (en fonction de la position de la pompe).**

Comme indiqué précédemment et sous réserve d'être techniquement envisageable, il est **fortement conseillé de modifier le positionnement de la pompe**. Ceci permettra non seulement d'augmenter le débit d'exploitation mais également d'éviter de solliciter une zone susceptible de produire un déplacement de particules fines (matrice limoneuse) vers la pompe.

Il est également recommandé de suivre l'ensemble des préconisations de mise en exploitation des forages à Mayotte (cf. Annexe 4 : préconisations de mise en exploitation pour le forage de Bandrélé-Dagoni).

## 4. Conclusions - Recommandations

Sur la base des pompages effectués durant l'été 2003 par la DAF, il est défini un nouveau potentiel d'exploitation pour le forage de Mronabéja (12316X0032) :

- en **exploitation saisonnière** (soit 4 mois par an), les débits envisageables sont respectivement de **5,3 m<sup>3</sup>/h et 7 m<sup>3</sup>/h** selon le positionnement de la pompe ;
- en **exploitation annuelle**, à un débit de **5,1 ou 6,75 m<sup>3</sup>/h** (en fonction de la position de la pompe).

Actuellement, le positionnement de la pompe à une profondeur de 25 à 26 m limite l'exploitation aux débits de 5,1 à 5,3 m<sup>3</sup>/h. Il faudrait descendre la pompe à une profondeur de 43 m afin de disposer d'un maximum de débit. **Il est donc préconisé, sous réserve de faisabilité technique, de descendre la pompe à 43 m.**

**Il est indispensable de suivre en continu le niveau piézométrique lors de l'exploitation**, afin de pouvoir réagir sous les délais les plus brefs à toute détérioration éventuelle des conditions de pompage (notamment détérioration de la restitution de l'eau de l'aquifère par le puits). De plus, compte tenu de l'augmentation de conductivité observée lors des essais, **le suivi de la conductivité doit impérativement être mené en parallèle**, ainsi qu'une caractérisation initiale et en cours d'exploitation de la dynamique du biseau salé (par géophysique par exemple).

D'autre part, il paraît nécessaire de conduire un **essai par paliers de débit** sur cet ouvrage afin de confirmer le diagnostic de colmatage (les essais de pompage effectués en 2003 fournissent principalement des informations sur les caractéristiques de l'aquifère) et, le cas échéant, **de mettre en œuvre des méthodes de diagnostic plus poussées (inspection video par exemple) puis de décolmatage adaptées dans le but d'améliorer son potentiel d'exploitation.**

## **ANNEXES**

**ANNEXE 1 : Avis DAF et BRGM relatifs au forage de  
Mronabéja (12316X0032)**



Mamoudzou, le 18 août 2003

Direction de l'Agriculture et de la Forêt

BP 103

97600 MAMOUDZOU

Objet : [REDACTED]

N/ref : RM/03-287

Monsieur,

Votre courrier ref. SER/n° 812 du 05/08/2003 a retenu toute notre attention et nous vous prions de trouver ci-dessous nos remarques en réponse, comme vous nous le demandez.

Pour ce qui est du PVC utilisé par l'entreprise Bachy, je vous rappelle que le CCTP prévoyait (article 2.2.7) que "les crépines employées, qui devront être en PVC alimentaire (éventuellement en acier à nervures repoussées ou à trous oblongs), seront obligatoirement des éléments normalisés et industrialisés, à l'exclusion de toute fabrication de fortune faite sur le chantier. L'assemblage de ces éléments sera réalisé conformément aux normes définies par le constructeur. L'épaisseur du PVC des crépines sera de 5 mm au minimum et identique à celle des tubes PVC pleins. La qualité du PVC devra être agréée par le Maître d'œuvre". Les éléments dont nous disposons à ce jour (annexe 12 du rapport BRGM RP-50428-FR) indiquent que le forage est équipé en tubages diamètre 159-170 mm, soit une épaisseur de l'ordre des 5 mm attendus. Ils ne nous conduisent donc pas à mettre en doute le respect du CCTP par l'entreprise Bachy. Si vous le souhaitez, ce point pourra être vérifié, au moins en ce qui concerne la tête de puits, lors d'une visite sur site. Par ailleurs, vous voudrez bien nous préciser en quoi consiste l'endommagement de la colonne PVC que vous rapportez au sein de votre courrier (ce point n'est pas signalé au sein du rapport COFOR) ainsi que sa localisation exacte.

Nous avons pris bonne note de votre souhait de voir redéfinir le potentiel d'exploitation de ce forage sur la base des nouvelles données que vous avez recueillies (niveaux piézométriques de l'étiage 2002, développement, pompage d'essai à débit constant, etc.), en particulier lors des travaux de nettoyage « air lift » réalisés en avril 2003 et du pompage d'essai de 72 h réalisé en juillet 2003 ; tant en ce qui concerne la définition de leur cahier des charges détaillé que leur suivi, ces investigations ont été réalisées sous la responsabilité de votre hydrogéologue. Nous regrettons que certaines de nos recommandations, en particulier, à l'issue du nettoyage du puits, la réalisation d'un pompage d'essai par paliers de débit (compte-rendu ref : RM/03-029 du 05/02/2003), n'aient pas été suivies par votre hydrogéologue. A cet égard, est-il envisageable, compte tenu de l'équipement en place actuellement dans le puits, du raccordement ou non au réseau, etc., que cet essai puisse être mis en œuvre, avec un suivi éventuellement réalisé par nos soins, afin que nous puissions disposer de ces données pour la redéfinition de ce potentiel ?

Par ailleurs, nous serons sans doute amenés, lorsque nous réaliserons ce travail, à demander des informations complémentaires à votre hydrogéologue (niveaux piézométriques de référence, mesures d'étalonnage du débitmètre, mesures réalisées au piézomètre, débit du cours d'eau proche, etc.) et/ou le compte rendu détaillé des travaux qu'il a menés, si celui-ci est disponible.

Cette note devrait, en outre, répondre au dernier point que vous soulevez (« apporter toutes les explications utiles... »). Néanmoins, nous ne doutons d'ores et déjà pas des résultats de ces travaux de développement complémentaire du forage de Mronabéja puisqu'au cours de la réunion tenue dans les bureaux du SIEAM le 23 janvier 2003, votre hydrogéologue avait déclaré qu'il était impossible de

faire le moindre prélèvement représentatif, la pompe se mettant immédiatement en sécurité (le BRGM n'avait pas été convié à ces observations sur le forage). Dans la mesure où ne pouvons pas imaginer qu'une grossière erreur de mesure du débit de pompage (sous estimation) ait été réalisée lors de ces observations (c'est la première hypothèse que nous avons formulée lors de cette réunion, mais elle avait été exclue par votre hydrogéologue), nous pensons que passer de 0 m<sup>3</sup>/h (ou peut sans faut) à, au minimum, 6 m<sup>3</sup>/h (débit pompé lors de l'essai de 72 h, qui ne préjuge pas des capacités du puits et de l'aquifère) n'est pas un résultat modeste. En outre, nous avons également préconisé (cf. compte-rendu ref: RM/03-029 du 05/02/2003) la réalisation, avant toute intervention de nettoyage et développement, d'un pompage d'essai par paliers de débit destiné, entre autres, à confirmer le diagnostic préliminaire de colmatage, et qui aurait pu être réalisé avec la pompe en place dans le puits. Le cas échéant (erreur grossière sur l'estimation du débit par exemple, que les observations réalisées par COFOR - « l'eau a toujours été claire, sans dépôts, ni odeurs » - ne permettent pas d'exclure), cet essai préliminaire aurait permis d'éviter l'intervention de l'entreprise de forage.

Néanmoins, les coûts engendrés par cette intervention ne nous semblent pas comparables à ceux correspondant à l'équipement de l'ouvrage. Au plan économique, il aurait certainement été plus judicieux de réaliser ce pompage de longue durée avant de procéder à son équipement, comme cela avait été préconisé dans le rapport BRGM/RP-50428-FR ("*Campagne prioritaire d'étude et de forages de reconnaissance / exploitation - juin 1999 - octobre 2000. Compte-rendu des travaux et principaux résultats géologiques et hydrogéologiques*"). Ce pompage aurait, de plus, permis de prélever des échantillons d'eau pour les analyses réglementaires et la présence de manganèse aurait été mise en évidence en temps utile.

De plus, nous tenons d'ores et déjà à vous informer que l'équipement actuel du forage avec, selon les informations que vous nous avez transmises oralement, une pompe de 60 m<sup>3</sup>/h est inadaptée aux possibilités de cet ouvrage et qu'il risque de poser des problèmes de durabilité de cet équipement.

Veillez croire, Monsieur, à l'expression de ma considération distinguée

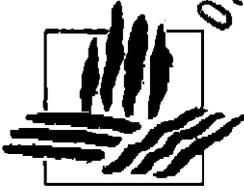
Rémi MOURON  
Responsable de l'Antenne  
BRGM de Mayotte

07 AOÛT 2003  
07-378

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DE MAYOTTE

Mamoudzou, le 05/08/03



Direction de l'agriculture  
et de la forêt

MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA PÊCHE

BRGM Antenne Mayotte  
9, centre Amatoula BP 1398  
97600 MAMOUDZOU

Nos réf : SER/ n° 813

Service : équipements ruraux

Dossier

- suivi par : L.Giorgi

# BORDEREAU D'ENVOI

Données sur le forage de [REDACTED] 1 rapport COFOR sur « air lift » 1 disquette avec fichier pompage + totalité des données avec fichier « diver »	1 1	
<b>TOTAL</b>	1	

Pour le directeur,  
le chef du service équipements  
ruraux

Maurice Hauk

Direction de l'agriculture et de la forêt de Mayotte

BP 103 - 97600 Mamoudzou Mayotte - Tél : 0269 61.12.13 - Fax : 0269 61.10.31 - E-mail : daf.mayotte@wanadoo.fr

L:\Giorgi\Ressources en eau\Dossiers Brgm\BO forage Mrona.doc



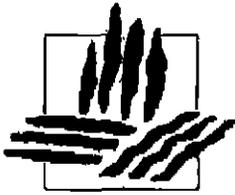
PREFECTURE DE MAYOTTE

Mamoudzou, le 05/08/03

Le directeur

à

ANTENNE BRGM MAYOTTE  
Centre Amatoula  
Mamoudzou



MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
DE L'ALIMENTATION  
DE LA PÊCHE ET  
DES AFFAIRES RURALES

Direction de l'agriculture  
et de la forêt

Nos réf : SER/ n° 812

Service : équipements ruraux

Dossier

suivi par : M. Haulin / L. Giorgi

Objet : Pompage Mronabéja

P.J :

Monsieur,

Veillez trouver ci joint les fichiers et documents relatifs aux essais de pompage de Mronabéja après le nettoyage « air lift » du forage réalisé par COFOR et la descente de la pompe par l'exploitant SOGEA.

Il a été procédé à la mise en route de la pompe le vendredi 25 juillet 2003 en présence de votre hydrogéologue et avec le dispositif nouvellement mise en place au forage de Mronabéja à savoir :

- pompe à - 25 / - 26 mètres
- dispositif de sécurité à - 22 mètres.

La rivière proche du forage est à sec.

Les débits ont été de :

1. 05 - 06 m<sup>3</sup>/heure N. dynamique stabilisé
2. 09 m<sup>3</sup>/heure N. dynamique - 16,50 m non stabilisé
3. 11 - 12 m<sup>3</sup>/heure N. dynamique - 22 m sécurité en activité arrêt de la pompe

L<sub>22</sub> - A = 19 m

Le dispositif de pompage a été relancé avec un débit de 6 m<sup>3</sup>/heure. La sonde de conductivité ne donnant pas de mesure cohérente il a été procédé à une vérification de celle ci en laboratoire.

La valeur est de la conductivité après 20 minutes de pompage est de 640 µs/cm.

Vous trouverez les enregistrements de cet essai sur la disquette jointe. Je vous communique aussi les enregistrements (visant les tests des « divers ») collectés lors des « air lifts » réalisés par COFOR.

Direction de l'agriculture et de la forêt de Mayotte

BP 103 - 97600 Mamoudzou Mayotte - Tél : 0269 61.12.13 - Fax : 0269 61.10.31 - E-mail : daf.mayotte@wanadoo.fr

L:\Giorgi\Travaux Forages 2002\forage Mronabéja.doc

Ces enregistrements peuvent être complétés par le fichiers des variations du niveau statique qui vous a été rendu sur l'image informatique (logiciel + données DAF/SER).

Il a été noté que la colonne PVC est endommagé<sup>é</sup> à + 4 mètres et que PVC utilisé est particulièrement fragile.

Je vous demande en conséquence :

- de bien vouloir me confirmer si la qualité du PVC utilisé est conforme à vos prescription,
- de redéfinir à nouveau le potentiel d'exploitation de ce forage en prenant en considération dans vos recommandations le niveau d'étiage de la nappe. /

Le sujet étant particulièrement sensible, je vous demande de bien vouloir apporter toutes les explications utiles qui ont justifié les travaux de ce forage, malgré l'avis réservé de l'hydrogéologue de la DAF, alors que les résultats de cette intervention semblent plutôt modestes.

Veuillez agréé, Monsieur, l'expression de ma parfaite considération.

Pour le directeur,  
le chef du service équipements ruraux



Maurice Hauville



P.J.

Rapport COFOR du 12 mai 2003

Fichiers sous excel de l'essai de pompage de Mronabéja + fichier des données mrona.zip

Fichier « diver » de Mronabéja forage et piézo



**RAPPORT DE NETTOYAGE DU FORAGE  
DE MRONABEJA**

Début des travaux le 18/04/2003

Fin des travaux le 24/04/2003

Lors de notre arrivée sur le site nous avons constaté que la pompe immergée sortie du puits était propre et sans dépôt.

L'équipement du forage réalisé en PVC de 3 mm d'épaisseur nous a paru fragile, et nous avons fait le choix de ne pas utiliser d'agents chimiques pour nettoyer l'ouvrage.

Un pompage à l'air lift a été fait sur toute la hauteur des crépines, l'eau a toujours été claire, sans dépôts, ni odeurs.

Le fond du forage était de 63,50 m au départ, et nous avons poursuivi jusqu'à 64 m après avoir remonté un morceau de ciment et un peu de gravier filtre.

La remontée de gravier s'étant interrompu dès la fin du curage, nous pouvons en conclure que la crépine n'est pas endommagée.

Des enregistrements ont été effectués simultanément dans le forage et le piézomètre du 23/04 à 15h jusqu'au 24/04 à 12h30 par les capteurs de la DAF.

Le niveau statique du forage était de -1,80 m et celui du piézomètre de -0,18m.

Il est à noter que la rivière coulait à environ 50 m<sup>3</sup>/h, que le débit à l'air lift était de 13 m<sup>3</sup>/h, et que le niveau dynamique du puits était à - 9m et - 0,37 m pour le piézomètre.

Mamoudzou le 12 mai 2003

COMPAGNIE DE FORAGE - COFOR

SIÈGE SOCIAL : 13, RUE MADAME DE SANZILLON - 92110 CLICHY

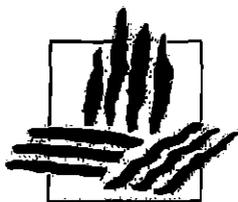
SERVICES ET CORRESPONDANCES : 41, RUE DE LA PERTÉ-AIAIS - 91720 MAISSE - TÉLÉPHONE : 01 64 99 09 09 - TÉLÉCOPIEUR : 01 64 99 42 60 - E-Mail : cofor@easynet.fr  
S.A.S. AU CAPITAL DE 5 550 000 € - 343 681 169 RCS NANTERRE (TRANSFERT EN COURS) - APE 451D - TVA FR 61 343 681 169

09 JUL 2002  
07 23X



Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DE MAYOTTE



MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
DE L'ALIMENTATION  
DE LA PÊCHE ET  
DES AFFAIRES RURALES

Direction de l'agriculture  
et de la forêt

Mamoudzou, le 04/07/02

Le directeur

à

Antenne BRGM à Mayotte  
9, centre Amatoula  
97600 Kawéni - Mayotte

Nos réf : SER/ n° 443

Service : équipements ruraux

Dossier

suivi par : L. Giorgi

Objet :

P.J :

Monsieur,

A la fin de la campagne de forage 1999 - 2000, vous avez fait parvenir à mon service un rapport de synthèse récapitulant les débits d'exploitation et les caractéristiques des ouvrages pour le dimensionnement des stations de pompage.

Extrait Rapport Compte rendu des travaux BRGM / RP-50428- FR Décembre 2000

Page 15

EVALUATION DES DEBITS FORAGES 1999 - 2000

	Profondeur de la pompe essai de pompage	Débit exploitable en m <sup>3</sup> /heure	Type d'exploitation de la pompe
Kawéni 2	11	60	6 mois/an
Kawéni 3	19	30	6 mois/an
Béja 1	20	50	24h/24h 365 j
Tsararano	25	20	6 mois/an
Mréréni 2	30	70	24h/24h 365 j
Mronabéja 1	20	25	24h/24h 365 j
Mtsamgamouji 1	30	70	6 mois/an
Mtsamgamouji 2	50	60	6 mois/an
Kwalé 1	20	80	24h/24h 365 j

En février 2001, les aménagements pour les stations de pompages et les raccordements aux réseaux de distribution sont lancées sur la base de vos évaluations pour l'ensemble des forages.

Direction de l'agriculture et de la forêt de Mayotte

BP 103 - 97600 Mamoudzou Mayotte - Tél : 0269 61.12.13 - Fax : 0269 61.10.31 - E-mail : daf.mayotte@wanadoo.fr

C:\GIORG\APb DAFSER BRGM.doc

En novembre 2001, j'attirai votre attention sur les craintes formulées par l'hydrogéologue de la DAF/SER en poste dans mon service depuis octobre 2001 à propos des performances annoncées aux forages de Mronabéja 1, Mréréni 2, Kawéni 2, Kawéni 3 et Tsararano. Ces craintes ont justifié une réévaluation des débits et autres caractéristiques des forages qui vous a été demandé en janvier 2002 dans le cadre de votre action de service public. Par ailleurs mon service a sollicité votre avis sur la faisabilité de descendre les pompes à des profondeurs plus importantes pour permettre de se rapprocher des débits d'exploitation préconisés.

<i>Extrait Rapport BRGM / RP 51603-FR Avril 2002</i>				
<i>Page 46</i>				
<i>REEVALUATION DES DEBITS FORAGES 1999 – 2000</i>				
	Profondeur de la pompe	Débit exploitable maximum m <sup>3</sup> /heure	Débit exploitable (préconisé) m <sup>3</sup> /heure	Type d'exploitation de la pompe
Kawéni 2	40	42	30	24h/24h 365 j
Kawéni 3	38.5	42	30	24h/24h 365 j
Béja 1	43	63	63	24h/24h 365 j
Tsararano	45	11	11	24h/24h 365 j
Mréréni 2	48-53	31	22	24h/24h 365 j
Mronabéja 1	42-45	28	20	24h/24h 365 j
Mtsamgamouji 1	66	60	60	24h/24h 365 j
Mtsamgamouji 2	59	49	49	24h/24h 365 j
Kwalé 1 (*)	50	70	60	24h/24h 365 j

(\*) données prises page 90

En juin 2002, malgré ces réévaluations, nous sommes confrontés aux constats suivants :

- le forage de Mréréni a une eau de qualité telle qu'il ne sera pas possible de l'exploiter sans aménagement additionnel coûteux pour, soit la mélanger avec les autres eaux du réseau, soit la traiter énergiquement.  
*(Annexe 1- Résultats d'analyse forage Mréréni Exploitant SOGEA)*
- le forage de Mronabéja possède une eau de qualité médiocre. De plus le débit de pompage constaté pour la réception de l'aménagement se situe entre 4 et 5 m<sup>3</sup>/heure (soit 25 % de votre évaluation) et 5 mois avant la période d'étiage.  
*(Annexe 2 Résultat d'analyse forage Mronabéja Exploitant SOGEA)*
- les forages déjà réalisés en cours d'équipement (Kawéni 2, Kawéni 3 et Tsararano) ainsi que plusieurs implantations de forages de la future campagne 2002 sont dans des contextes similaires ou très proches de ceux de Mréréni et de Mronabéja laissant craindre des débits et des qualités médiocres.

A propos de la campagne de forages 2002, je tiens à préciser que des visites de terrain dans le but d'apprécier ces futurs forages (campagne 2002) ont été effectuées en fin d'année 2001, pour contrôler les contextes géologique et hydrogéologique, avant la remise de vos rapports. Des critiques techniques vous ont été faites dans le but de cibler au mieux les objectifs *(Annexe 3 Courrier DAF/SER ML/LG/n°15216 du 18 décembre 2001)*.

En février 2002, ces critiques techniques, ont été prises en compte dans le document commun DAF/SER – BRGM (annexe 4) intitulé « *Les eaux souterraines de l'île Mayotte – Stratégie prévisionnelle de mise en valeur Février 2002* » destiné à mobiliser d'autres types de ressources en s'écartant du littoral.

En mai 2002 nous avons reçu votre rapport définitif sur les implantations de forage de la campagne 2002 (*Rapport BRGM/RP – 51498 - FR / Propositions d'implantation des sondages de reconnaissance mai 2002*). Ces implantations sont basées sur des prospections de terrain localisées, sur des investigations géophysiques et sur l'application de la méthode émanométriques au radon.

Compte tenu des dernières informations ci jointes, je vous demande de confirmer :

- le bien fondé de vos directives d'exploitation sur les forages équipés selon vos directives (**Rapport BRGM Ré-évaluation des débits d'exploitation des forages de 1999-2000 sur la base d'observation complémentaires réalisées en 2000-2001 BRGM/RP-51603-FR avril 2002**).

Remarque. Les forages de Kawéni (principalement celui situé à proximité immédiate de la mangrove de Kawéni) sont qualifiés de très vulnérables par mon service. Les constats avancés par vos services techniques feront l'objet d'une critique particulière.

- la validité de vos investigations sur vos propositions de forage (*Rapport BRGM/RP – 51498 - FR*).
- les types d'investigation que vous pourriez employer pour les futures implantations compte tenu du contexte de Mayotte (reliefs, accès, .... interdisant certaines prospections géophysiques) et du fait que la méthode émanométrique au radon sera certainement abandonnée.

Il me paraît actuellement nécessaire, compte tenus des sérieux problèmes qui émergent et des suspensions de mise en service prises par l'exploitant, que vous nous confirmiez les débits d'exploitation (campagne 1999-2000) et les localisations des forages (campagne 2002) en précisant vos priorités avant le démarrage des travaux. Les forages qui n'ont pas été retenus au titre de la campagne 2002 peuvent l'être au niveau des campagnes à venir, et il me paraît essentiel que l'ensemble du rapport soit validé.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments distingués

Pour le directeur,  
le chef du service équipements ruraux

Maurice Hantz



Copies : Monsieur le Directeur du BRGM à Orléans  
Monsieur Pellegrin Direction de l'aménagement et du développement de Mayotte

Direction de l'agriculture et de la forêt de Mayotte

BP 103 - 97600 Mamoudzou Mayotte - Tél : 0269 61.12.13 - Fax : 0269 61.10.31 - E-mail : daf.mayotte@wanadoo.fr

C:\GIORG\p\ DAFSER BRGM.doc

***Du Laboratoire SOGEA***

***Annexe 1***

***Copie des résultats d'analyse forage Mréréni Exploitant SOGEA***

***Annexe 2***

***Copie des résultats d'analyse forage Mronabéja Exploitant SOGEA***

***De la DAF/SER***

***Annexe 3***

***Copie du courrier DAF/SER ML/LG/n°15216 du 18 décembre 2001***

***Annexe 4***

***« Les eaux souterraines de l'île Mayotte  
Stratégie prévisionnelle de mise en valeur Février 2002 »***

REPUBLIQUE FRANCAISE  
PREFECTURE DE MAYOTTE



DIRECTION  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA FORET

Service des  
équipements ruraux

Mamoudzou, le 18 décembre 2001

Le directeur de l'agriculture et des forêts

à

B.R.G.M.

9, centre Amatoula  
97600 MAMOUDZOU

Nos réf : ML/LG n° 1526  
Affaire suivie par : Loïc Giorgi

Objet : Compte rendu de terrain  
Visites des sites de forages / Campagne 2002 Fiche 2-2

Monsieur,

Sur la base des périmètres des travaux d'implantation (photos aériennes, géophysiques, radon) à l'intérieur desquels seront positionnés de façon définitive les forages de la prochaine campagne de forages 2002 (fiche service public 2-2) et sur celle des observations de terrain effectuées par l'hydrogéologue du DAF /SER (explicitées sur site à l'hydrogéologue BRGM monsieur Thierry Jourdain), je vous signale que vos implantations proposées pour la prochaine campagne de forage 2002 ont été passées en revue sur site par l'hydrogéologue de la DAF /SER

Afin d'ajuster vos cibles de travaux d'implantation, l'hydrogéologue du DAF / SER rapporte les points suivants :

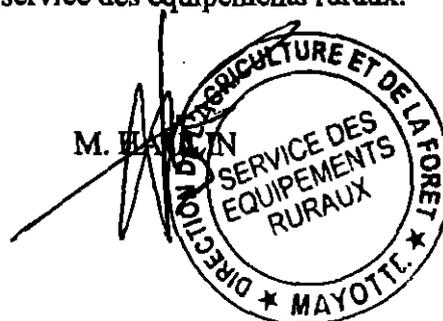
1. La majorité de vos implantations de forage, si ce n'est la totalité de vos implantations, se situent à proximité immédiate (la dizaine de mètres) des cours d'eau dont certains sont exploités. La question venant à l'esprit et qui demande une prise de position est ; ne craignez vous pas que le forage soit en connexion hydraulique avec la rivière ? Dans l'affirmative sur quelle base allez vous avancer que l'on a une ressource nouvelle mobilisable ? On suggère de placer sur vos plans d'implantation les prises et seuils d'eau afin de montrer en totalité l'information à prendre en compte lors des tests. Au cours des travaux de forage une attention particulière portera sur les positions des venues d'eau qui devraient alors permettre une analyse mettant en avant d'éventuelles connexions.
2. Pour au moins 2 sites de forages la proximité de la côte est très faible (Bandré et Mouhou par exemple). En cas de productivité conséquente (donc de transmissivité forte) permettant une exploitation, comment allez vous effectuer la prise en compte du comportement de l'interface eau douce / eau salée ? Certes un piézomètre est tout indiqué mais trop souvent vos investigations géophysiques n'englobent pas cette entité hydrogéologique déterminante à surveiller. Nous souhaitons à chances égales que vous optiez pour un forage un peu en amont tout en respectant vos anomalies acquises indirectement (résistivité, radon).

3. L'hydrogéologue du DAF / SER regrette vivement que les prospections géophysiques ne soient limitées aux abords immédiats des rivières pour des raisons de logistique et de temps. Les futures prospections devront prendre en compte certains facteurs nouveaux.
4. Le caractère beaucoup trop ponctuel de vos implantations ayant été noté, ne prenant pas assez en compte l'extension amont des basaltes compactes et sains que l'on peut, pour de vos nombreux périmètres, étendre plus largement, il vous est suggéré d'utiliser plus amplement l'outil photos aériennes. L'hydrogéologue du DAF / SER tient à votre disposition certaines de ses observations validées sur du terrain (pour certaines d'entre elles avec votre hydrogéologue monsieur Th. Jourdain).
5. Il serait à présent très utile et urgent, une fois que les hydrogéologues P. Lachassagne (BRGM Orléans) et Th Jourdain (BRGM antenne Mayotte) se soient concertés, que l'on définisse la stratégie souhaitable pour Mayotte dans la mesure où le BRGM entérine la suggestion proposée par le DAF / SER sur l'élaboration d'un document commun.
6. Les accès étant à la charge de la DAF / SER il est porté à votre connaissance qu'aucun des sites proposés ne présente de difficultés majeures. Cela est à prendre en considération vis à vis de l'entreprise. Seul le site de Poroani nécessitera un accès délicat que l'hydrogéologue DAF /SER a rallongé pour éviter une ravine difficile. Pour mettre les entreprises en confiance lors des éventuelles reconnaissances de sites, il est conseillé avant les visites de positionner chaque forage avec une marque de la peinture sur un objet fixe naturel et de prendre sa position GPS.

Les services de la DAF / SER attendent à présent votre document final sur les positions exactes des forages afin de traiter les problèmes de foncier.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments distingués.

Le chef du service des équipements ruraux.



**RAPPORT D'ANALYSE**

Rapport d'analyse :

N° 07 / DAF

DAF Syndicat

Date de prélèvement :

02/07/02

Nom du préleveur : Melle Celine CHAPRON

Chimiste chargé d'analyses : Melle Celine

**DAF02/07/02**  
 Forage M'RONABEJA  
 02/07/02

Analyses classiques

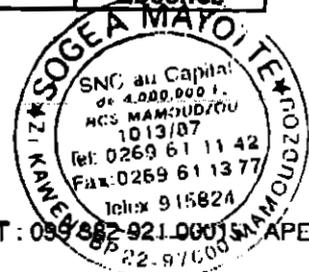
**CMA**

Paramètres	Avant dégazage	Après dégazage	CMA
Odeur	Inodore	Inodore	aucune
Couleur	< 15	< 15	15 mg/l Pt/Co
Turbidité en NTU	0,20	0,26	< 2

pH	7,4	8,3	6,5 - 9
Conductivité en µS/cm	602	583	400
TAC en °F	27,5	27,6	3
THes en °F	9,4	18,5	
THtotal en °F	24	25	15
Calcium en mg/l	37,6	74	100
Magnésium en mg/l	35,7	15,9	50
Sulfates en mg/l	6	8	250
Aluminium en mg/l	< 0,01	< 0,01	0,2
Chlorures en mg/l	31,5	25,5	200

Nitrates en mg/l	0,44	0,44	50
Nitrites en mg/l	< 0,033	< 0,033	0,1
Ammonium en mg/l	< 0,052	0,065	0,5
Fer en mg/l	< 0,01	0,01	0,2
Manganèse en mg/l	0,19	0,15	0,05
Phosphates en mg/l	0,47	0,5	5
Zinc en mg/l	0,0	0,1	5
Cuivre en mg/l	0,03	0,08	1
Sulfures en mg/l	0,06		
Matières en suspension en mg/l	0,0	0,0	absence

Analyses bactériologiques: 1colonie / ml



**RAPPORT D'ANALYSE**

Rapport d'analyse : N° 06 / DAF DAF Syndicat  
 Date de prélèvement : 26/06/02  
 Nom du préleveur : Melle Celine CHAPRON  
 Chimiste chargée d'analyses : Melle Celine

**DAF260602**  
**Forage MIRERENI**  
 26/06/02

Analyses classiques

**CMA**

Date d'analyse	27-juin-02	28-juin-02	
Paramètres	Avant dégazage	Après dégazage	
Odeur	Inodore	Inodore	aucune
Couleur	< 15	< 15	15 mg/l PVCo
Turbidité en NTU	0,5	6,4	< 2

pH	7,4	8,36	6,5 - 9
Conductivité en µS/cm	630	610	400
TAG en %	35	40	3
THes en %	23	22	
THtotal en %	29	32	15
Calcium en mg/l	92	88	100
Magnésium en mg/l	14,7	2,45	50
Sulfates en mg/l	17	14	250
Aluminium en mg/l	< 0,01	< 0,01	0,2
Chlorures en mg/l	13,3	18,1	200

Nitrates en mg/l	0,35	0,35	50
Nitrites en mg/l	< 0,033	< 0,033	0,1
Ammoniac en mg/l	0,052	0,026	0,5
Fer en mg/l	0,06	0,01	0,2
Manganèse en mg/l	0,2	0,14	0,05
Phosphates en mg/l	0,49	0,4	5
Zinc en mg/l	0,22	0,11	5
Cuivre en mg/l	0,07	0,10	1
Matières en suspension en mg/l	27		absence
Break - point en mg/l	4		



Collectivité Départementale de Mayotte



**DIRECTION  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA FORET**

# **LES EAUX SOUTERRAINES DE L'ILE DE MAYOTTE**

## **STRATEGIE PREVISIONNELLE DE MISE EN VALEUR**

**Collaboration  
DAF/SER - BRGM**

## **SYNTHESE DES TRAVAUX**

Février 2002



# LES EAUX SOUTERRAINES DE L'ILE DE MAYOTTE

## STRATEGIE PREVISIONNELLE DE MISE EN VALEUR

Collaboration

DAF/SER (L.Giorgi) - BRGM (P. Lachassagne, Th.Jourdain)

### Synthèse des travaux

*La présente synthèse a été élaborée de manière conjointe entre la DAF de Mayotte et le BRGM. Elle résume des travaux hydrogéologiques et techniques entrepris en janvier 2002 (L. Giorgi DAF/SER, P. Lachassagne et Th. Jourdain BRGM).*

Les résultats obtenus à l'issue de la première campagne de reconnaissance hydrogéologique de l'île de Mayotte (1999-2000) ont montré l'existence d'une ressource en eau souterraine significative. Une deuxième campagne de reconnaissance par forages va débiter au cours du premier semestre 2002.

Les reconnaissances hydrogéologiques mises en œuvre jusqu'à présent (campagne 1999-2000 et campagne 2002) ont été guidées vers la caractérisation des secteurs :

- a priori les plus favorables, afin d'obtenir des taux de succès maximaux pour un coût de forage minimal, pour satisfaire au plus vite certains besoins en eau potable,
- situés à proximité des zones où les besoins exprimés sont aujourd'hui les plus importants et se trouvant à moindre distance des infrastructures d'adduction existantes.

Replacés dans un contexte similaire à celui de Mayotte (Océan Indien : Maurice, Rodrigues, Océan Pacifique : une partie des îles polynésiennes, Océan Atlantique : Cap Vert, Canaries, etc.), ces premiers résultats sont très encourageants et permettent d'envisager des extrapolations intéressantes en terme de ressource potentielle. Les débits attendus devraient en toute logique satisfaire, au moins à court terme, l'augmentation de la consommation en eau potable.

Le schéma prévisionnel proposé par la DAF et prenant en compte ce qui précède, sert de point de départ à une stratégie de mise en valeur durable du potentiel en eau de Mayotte, facteur important du développement économique de la Collectivité Départementale.

La stratégie définie comprend deux axes principaux :

- l'exploration de l'ensemble des configurations hydrogéologiques présentes à Mayotte, aussi bien celles qui ont été jugées a priori comme les plus favorables que celles qui peuvent sembler plus risquées,
- la caractérisation détaillée du fonctionnement des aquifères de Mayotte afin de définir avec précision les modalités d'exploitation durable (débits exploitables, calendrier annuel des prélèvements, mesures de protection, etc.) de l'ensemble de la ressource en eau (eau de surface et eau souterraine).



A Mayotte, certaines cibles potentielles (des roches perméables, les laves) ont d'ores et déjà été identifiées.

Il convient à présent de **rechercher les structures favorables** (cf. Principales unités volcaniques – Schéma prévisionnel 2002), susceptibles de renfermer ces roches perméables, sur les flancs externes des anciens volcans ainsi qu'au sein de paléovallées creusées aux dépens de ces volcans primitifs. Ces structures favorables doivent répondre à certains critères : saturation en eau, alimentation (recharge des aquifères par les précipitations, infiltration des eaux de ruissellement, ...) faible vulnérabilité, etc.. Les observations de terrain montrent cependant l'existence de facteurs pénalisants à Mayotte, tels que l'altération et sa transformation des roches en argile.

La réalisation de forages dans des secteurs ne répondant pas à tous les critères précédemment définis, d'une part en s'éloignant du littoral (vers les vallées situées en altitude), ou, d'autre part, en s'écartant des ravines et en allant ainsi vers les lignes de crêtes, permet d'envisager la localisation et la mobilisation (exploitation économiquement rentable) de plusieurs types de ressources en eau souterraine autres que celles déjà reconnues.

### Mise en œuvre des actions

Les actions à réaliser visent à la fois l'**exploration**, l'**identification**, l'**exploitation** et la **protection** des eaux souterraines. Ces actions se veulent à la fois scientifiques, techniques et appliquées. Elles peuvent se décomposer en quatre parties complémentaires les unes des autres.

1. Reconnaissances des zones favorables et validation par des forages d'exploitation
2. Caractérisation de la structure (nature des roches perméables, limites, etc.) des aquifères mis en exploitation et de leurs modalités de fonctionnement (recharge, drainage, etc.)
3. Evaluation des volumes exploitables en quantité et qualité. Protocoles d'exploitation et de gestion active des aquifères reconnus (caractérisation des relations existant entre les eaux de surface et les eaux souterraines en particulier)
4. Définition des modalités de la protection quantitative et qualitative des aquifères

Ces éléments, permettant d'assurer la gestion durable et la protection de la ressource en eau souterraine et de caractériser les relations qui existent entre les eaux de surface et les eaux souterraines, pourront être utilisés pour la définition des modalités d'exploitation optimale de l'ensemble des ressources en eau de Mayotte (de surface : prises au fil de l'eau, retenues ; souterraine, dessalement, etc.), tant à l'échelle annuelle (fluctuations saisonnières) que pluriannuelle (évolution et anticipation des besoins futurs).

L'exploration de l'ensemble des configurations hydrogéologiques et la caractérisation détaillée du fonctionnement des aquifères de Mayotte requiert **3 campagnes de forage** à étaler sur 2003, 2004 et 2005 (une douzaine de forages par campagne environ, à répartir sur chacun des 5 grands ensembles volcaniques identifiés à ce jour : volcans de Mtsamboro, Bouéni, Mtsapéré, cratères tardifs de Kawéni-Kavani et de Moya-Dziani), et à réaliser sur une période de 4 ans (pour la prise en compte des saisons sèches). Elle requiert également la mise en œuvre de travaux préliminaires à ces campagnes (géologie, géophysique, etc.) et postérieurs (géologie, géophysique complémentaires, géochimie, pompages d'essai, suivis piézométriques et de qualité, suivis d'exploitation, interprétations et modélisations etc.).



La dernière campagne de forages à réaliser devra comprendre, en fonction des résultats acquis, outre des ouvrages d'exploration et d'exploitation complémentaires, des forages de surveillance nécessaires aux contrôles des aquifères (piézomètres de surveillance des niveaux d'eau et de la qualité – les intrusions d'eau salée en particulier).

Par ailleurs, la définition de protocoles d'exploitation (le calendrier des prélèvements) et de protection d'un aquifère requiert une période de suivi des prélèvements d'au moins 3 ans. Chaque aquifère devra donc faire l'objet d'une période d'observation de son exploitation sur une période de 3 ans à partir du début de celle-ci, sous réserve d'années pluviométriques conformes aux moyennes.

La réalisation de ces actions visant l'évaluation détaillée du potentiel en eau exploitable par forage est à programmer sur 5 ans.

**Pour la DAF**

**Pour le BRGM**





Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

Mamoudzou, le 17 janvier 2003

Direction de l'Agriculture et de la Forêt  
Service des Equipements Ruraux  
B.P. 103

97600 MAMOUDZOU

N. Réf. : RM - 03/015

Objet : votre lettre réf. : SER/n°3168 du 13/12/2002  
Forage de Mronabéja.

Monsieur,

Nous avons bien reçu, le 23/12 dernier, votre courrier ci-dessus référencé. Nous vous remercions pour les données piézométriques qui peuvent effectivement être utiles pour l'analyse des données des pompages d'essai en cours.

Pour ce qui concerne le forage de Mronabéja, vos observations (rabattements trop forts conduisant à un arrêt du pompage au bout de moins d'une minute) rejoignent l'interprétation que nous avons faite au sein de la note que nous vous avons transmise le 23 novembre dernier (ref: RM 02/267).

Nous vous rappelons que le diagnostic formulé au sein de cette note, qui devrait être validé par des investigations complémentaires dont le principe est proposé au sein de cette même note, indique que les raisons de la dégradation de la capacité du forage résultent plus probablement d'un colmatage de la partie captante de celui-ci ou de ses environs immédiats que de changements intervenus au sein de l'aquifère (les propriétés hydrodynamiques de celui-ci ne semblant pas avoir évolué entre le pompage d'essai réalisé suite à la foration et les données de "l'essai" réalisé le 2 juillet 2002).

Vous formulez ensuite une hypothèse selon laquelle, si nous vous comprenons bien, lors des pompages d'essai réalisés à l'issue de travaux de forage, les eaux d'exhaure, rejetées dans le cours d'eau à une soixantaine de mètres du forage, auraient réalimenté l'aquifère, faussant ainsi l'interprétation des essais et les prévisions qui en ont été tirées. Toujours selon cette hypothèse, le faible débit obtenu actuellement au forage serait lié au fait que les eaux d'exhaure, évacuées maintenant au sein du réseau de distribution, ne pourraient plus alimenter l'aquifère. Ceci expliquerait la différence de débit au puits entre la date des pompages d'essai et maintenant.

Cette hypothèse ne nous paraît pas pouvoir expliquer les très forts rabattements observés récemment pour les débits de pompage mis en œuvre (« 3 à 4 m<sup>3</sup>/h »). En effet, s'il existait (mais rien ne prouve une telle hypothèse) une connexion directe entre le point de rejet des eaux d'exhaure au sein de la ravine du Mroni Antanana (située à environ de 50 m du forage) et l'aquifère capté par le forage, cela devrait se traduire, lors d'un pompage, compte tenu des lois de l'hydrodynamique, des distances et paramètres hydrodynamiques de l'aquifère, par un effet de « limite alimentée », qui ne devrait se faire sentir (diminution de la dérivée de la

brgm antenne Mayotte  
9, centre Amatoula, ZI de Kawéni, BP 1398, 97600 Mamoudzou - Mayotte  
Tél. 02 69 61 28 13 - Fax 02 69 61 28 15

brgm Établissement public à caractère industriel et commercial - RCS 58 b 5614 Paris - SIRET 58205614900419  
[www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

Centre scientifique et technique  
3, avenue Claude-Guillemin, BP 6009, 45060 Orléans Cedex 2 - France  
Tél. 02 38 64 34 34 - Fax 02 38 64 35 18



courbe rabattement =  $f(t)$  et, à terme, stabilisation des niveaux piézométriques) qu'au minimum au bout de plusieurs minutes, voir dizaines de minutes de pompage. Les différents essais que vous avez mis en œuvre n'ayant duré que quelques minutes, ils n'auraient en tout état de cause pu bénéficier de cet effet de limite alimentée. Les différences constatées entre les données obtenues lors du pompage d'essai du 28 juin 2000 et vos essais de 2002 ne peuvent donc être dues à cet éventuel phénomène.

On ne peut non plus imputer cette différence à une pluviométrie importante sur le site et donc à une recharge de la nappe d'accompagnement de la ravine lors de la période pendant laquelle les pompages d'essai ont été réalisés. Le pluviographe Météofrance de Mbouini (site proche du forage) n'indique en effet, pour le mois de juin 2000, qu'une faible pluviométrie cumulée (20,3 mm).

Par ailleurs, la simple analyse de bon sens des données récentes montre la réelle dégradation des propriétés du puits. Il est évident que celui-ci ne pourrait aujourd'hui faire l'objet de pompages de plusieurs heures à un débit de  $15 \text{ m}^3/\text{h}$ , comme cela a été le cas lors des pompages d'essai qui ont suivi sa réalisation, même si le rejet des eaux d'exhaure était réalisé à une distance moindre que ce qui a été réalisé lors de ces essais (60 m environ).

Nous nous tenons donc à votre disposition pour établir le cahier des charges d'une opération qui intégrerait la mise en œuvre du diagnostic et la réhabilitation du forage de Mronabéja.

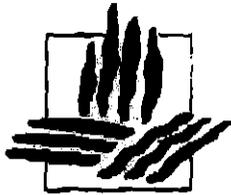
Nous vous prions de bien vouloir agréer, Monsieur, l'expression de notre considération distinguée.

Rémi Mouron  
Responsable de l'Antenne  
de Mayotte du BRGM

23 DEC. 2002



PREFECTURE DE MAYOTTE



MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
DE L'ALIMENTATION  
DE LA PÊCHE ET  
DES AFFAIRES RURALES

Direction de l'agriculture  
et de la forêt

Mamoudzou, le 13/12/02

BRGM

Antenne de Mayotte  
9, centre Amatoula - BP 1938  
97600 MAOUDZOU

Nos réf: SER/ n° 3168

Service : équipements ruraux

Dossier

suivi par : L. Giorgi

Objet : Forage de Mronabéja

Monsieur,

En compléments des données que nous vous avons remises lors de la réunion du 22/11/2002, je vous communique ci joint le dernier enregistrement de niveau d'eau effectué à Mronabéja. La courbe obtenue pourrait être représentative d'un début de recharge pour la sud de Mayotte incluant la zone de Bandrélé, susceptible de modifier de façon significative le débit exploitable du forage.

Un essai de pompage effectué le 10/12/2002 à Mronabéja au débit envisageable par le dispositif de pompage n'a pas permis de fonctionner pendant un temps significatif au débit de 3 à 4 m<sup>3</sup>/heure (essai effectué en présence de l'exploitant SOGEA représenté par monsieur Pascal Chaperon).

Pendant le cours temps de pompage (inférieur à 1 minute) l'eau avait une forte odeur de H<sup>2</sup>S (cela paraît à première vue normal compte tenu de l'inactivité de la station). La conductivité vous sera communiqué ultérieurement une fois celle ci contrôlée.

Ceci pourrait confirmer l'hypothèse émise par mes services que l'eau rejetée dans la rivière située à une soixantaine de mètre du forage aurait pu contribuer à réalimenter le forage.

Je vous demande donc de bien vouloir m'indiquer les essais complémentaires à effectuer pour infirmer cette hypothèse avant de se lancer dans des travaux onéreux de reprise de forage, dans lesquels la responsabilité de votre organisme risque d'être mise en cause.

Je vous prie de bien vouloir agréer, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

Pour le directeur de l'agriculture et de la forêt,  
Le chef du service équipements ruraux

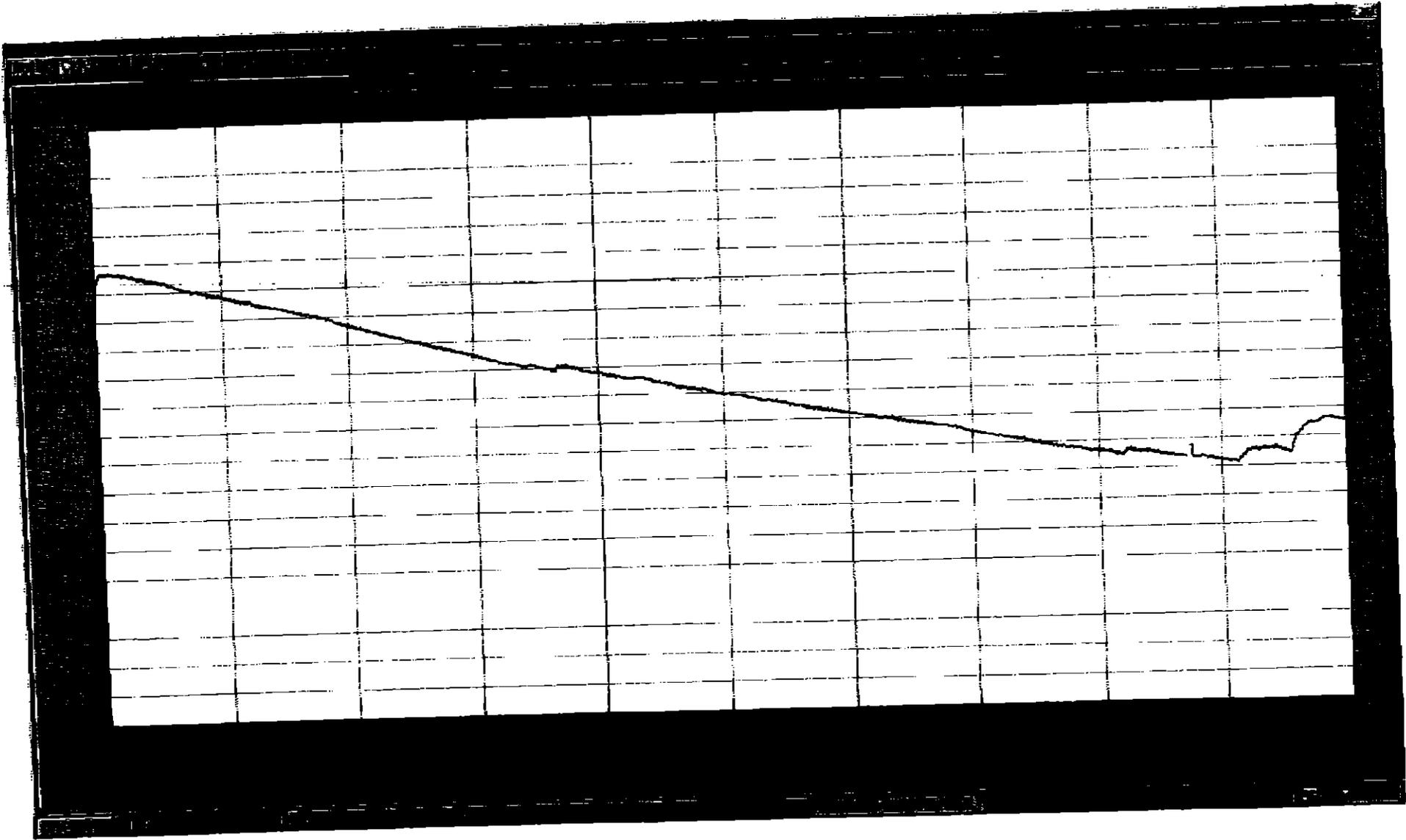
M. MAILLIN



Direction de l'agriculture et de la forêt de Mayotte

BP 103 - 97600 Mamoudzou Mayotte - Tél : 0269 61.12.13 - Fax : 0269 61.10.31 - Email : daf.mayotte@brgm.fr

L:\Anne-Marie\courrier à traiter\Rep BRGM Mronabéja.doc



Direction de l'agriculture et de la forêt de Mayotte  
BP 103 - 97600 Mamoudzou Mayotte - Tél : 0269 61.12.13 - Fax : 0269 61.10.31 - E-mail : [daf.mayotte@wanadoo.fr](mailto:daf.mayotte@wanadoo.fr)  
D:\Rep BRGM Mromabéja bis.doc



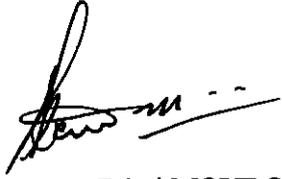
Mamoudzou, le 25 novembre 2002

Direction de l'Agriculture et de la Forêt  
Service des Equipements Ruraux  
B.P. 103  
97600 MAMOUDZOU

9, centre Amatoula, Z.I. de Kawéni  
B.P. 1398  
97600 MAMOUDZOU  
Tél. : 02 69 61 28 13  
Fax : 02 69 61 28 15

Nos réf. : RM/02-267

## BORDEREAU DE TRANSMISSION

DÉSIGNATION	NOMBRE	OBSERVATIONS
<p><b>Objet : Protection et optimisation de la ressource en eau souterraine à Mayotte.</b></p> <p>- Interprétation des données recueillies par la DAF au forage de Mronabéja (1230-6X-0032) le 02 juillet 2002</p> <p> Rémi MOURON Responsable de l'Antenne Mayotte du BRGM</p>	1	Pour attribution



## **PROTECTION ET OPTIMISATION DE LA RESSOURCE EN EAU SOUTERRAINE A MAYOTTE**

### **Interprétation des données recueillies par la DAF au forage de Mronabéja (1231-6X-0032) le 2 juillet 2002**

Ref : RM/02-267

#### ***Objet***

Le forage de Mronabéja (1231 – 6X – 0032) a été réalisé lors de la première campagne (1999-2000) d'exploration et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte (Rapport BRGM RP-50428-FR) et équipé, d'après la DAF/SER, selon les préconisations indiquées au sein du même rapport (profondeur et caractéristiques de la pompe en particulier).

Lors d'un essai de prélèvement d'un échantillon d'eau à fin d'analyse réalisé le 2 juillet 2002 en présence, en particulier, de l'hydrogéologue de la DAF/SER, la pompe aurait montré des signes de dénoiement (« bruit d'air ») qui auraient conduit les personnes présentes sur place à diminuer immédiatement le débit de pompage et à stopper celui-ci au bout de quelques minutes.

Des données ont été recueillies lors de cet événement. Elles ont été transmises au BRGM par la DAF/SER le 22/11/02.

La présente note constitue une interprétation préliminaire de ces données dans la perspective :

- de l'établissement d'un diagnostic de l'anomalie observée, et,
- si nécessaire, de la proposition d'actions à mettre en œuvre pour remédier à l'éventuelle anomalie et/ou confirmer ce diagnostic.

#### ***Description et commentaire des données communiquées par la DAF***

Les données communiquées par la DAF/SER au BRGM correspondent à une impression papier des enregistrements du dispositif d'acquisition de données dont est équipé le forage et qui est destiné au suivi des paramètres d'exploitation :

- paramètres mesurés : débit de pompage (m<sup>3</sup>/h), niveau piézométrique (m), conductivité électrique des eaux (µS/cm),
- période d'observation : 2/07/02 de 10h04 à 10h18 environ,

BRGM – Antenne de Mayotte,  
9 centre Amatoula, B.P. 1398 97600 MAMOUDZOU  
Tel : 02.69.61.28.13, Fax : 02.69.61.28.15, E-mail : [brgm.mayotte@wanadoo.fr](mailto:brgm.mayotte@wanadoo.fr)

- fréquence d'acquisition : non communiquée, estimée à une mesure toutes les 2,5 s environ sur la base des données de débit.

D'après la DAF, le forage n'est pas équipé d'ouverture permettant la réalisation de mesures piézométriques manuelles ; les indications de niveau fournies par le dispositif d'acquisition n'ont donc pas pu être contrôlées. Par ailleurs, les temps, débits et conductivités électriques n'ont eux aussi pas été contrôlés. Par ailleurs, le forage ayant été équipé selon les paramètres figurant au sein du rapport RP-50428, la pompe serait placée à 20 m de profondeur au sein du puits.

La chronique de **débit** montre plusieurs phases successives :

1. du début de l'enregistrement à 10h06'00'' environ, des variations apparemment erratiques du débit comprises entre 3,5 et 6 m<sup>3</sup>/h environ,
2. de 10h06'00'' à 10h06'27'' environ, une forte augmentation du débit, jusque vers 15 m<sup>3</sup>/h environ, suivie d'une forte diminution ramenant le débit vers 4 m<sup>3</sup>/h environ,
3. de 10h06'27'' à 10h11'40'' environ, une période de débit très légèrement décroissant, avec une valeur médiane aux alentours de 4,25 m<sup>3</sup>/h environ,
4. de 10h11'40'' à 10h11'50'' environ, une nouvelle augmentation du débit, jusqu'à une valeur approchant les 8 m<sup>3</sup>/h environ,
5. de 10h11'50'' à 10h12'10'' environ, une diminution en plusieurs phases du débit jusqu'à une valeur inférieure à 1 m<sup>3</sup>/h,
6. de 10h12'10'' à la fin de l'enregistrement, des variations erratiques comprises entre 3 et 10 m<sup>3</sup>/h environ.

La chronique de **niveau piézométrique** montre plusieurs phases successives :

1. du début de l'enregistrement à 10h05'57'' environ, une lente montée du niveau piézométrique. Le niveau piézométrique montre des valeurs légèrement inférieures à 4 m,
2. de 10h05'57'' à 10h11'40'' environ, une forte baisse du niveau piézométrique (de 9 m environ, jusqu'à 10h06'30'' environ) suivie d'une période de baisse très modérée (de 1,8 m environ),
3. de 10h11'40'' à 10h11'50'' environ, une nouvelle baisse significative (2,3 m environ),
4. de 10h11'50'' à la fin de l'enregistrement, une remontée du niveau piézométrique, rapide dans un premier temps, plus lente ensuite.

Le niveau piézométrique « au repos », légèrement inférieur à 4 m, suggère que le dispositif d'acquisition a été calibré sur la cote du niveau piézométrique exprimée en m NGM (l'annexe 12 au rapport RP-50428 montrant une cote similaire).

La chronique des **conductivités électriques** s'étend sur la période 10h06'30'' – 10h12'00'' environ. Elle montre une quasi stabilisation des conductivités électriques à une valeur légèrement supérieure à 600 µS/cm.

L'interprétation conjointe des données piézométriques et de débit suggère que :

1. le forage a pu faire l'objet de pompages préalables à la chronique disponible, les niveaux piézométriques montrant une (re)montée progressive d'environ 0,4 m entre le début de l'enregistrement et 10h06'00'' environ (soit une moyenne de 0,2 m/mn). Au cours de cette période, les données de débit disponibles ne semblent pas fiables ; la pompe doit donc pouvoir être considérées comme arrêtée,
2. la pompe a été mise en fonctionnement à 10h06'00'', à un débit difficile à apprécier compte tenu du temps de réaction apparent du dispositif d'acquisition des débits, mais qui pourrait être voisin de 15 m<sup>3</sup>/h environ. Cette mise en route de la pompe a engendré un début de baisse du niveau piézométrique,
3. d'après la DAF, en raison de la mise en évidence de bruits suspects (« bruits d'air » suggérant un dénoyage de la pompe), le débit de la pompe a été rapidement réduit par les personnes présentes sur place au moyen du variateur de fréquence dont est dotée la pompe (variateur à « 25% » environ).

La chronique suggère que cette réduction est intervenue vers 10h06'25'' et que le pompage s'est

poursuivi à un débit de l'ordre de  $4,25 \text{ m}^3/\text{h}$  environ jusqu'à 10h11'40'' environ. La légère décroissance du débit au cours de cette période peut s'expliquer par l'augmentation progressive des rabattements (augmentation de la hauteur manométrique),

- de 10h11'40'' à 10h11'50'' environ, le débit a été augmenté, jusqu'à une valeur approchant les  $8 \text{ m}^3/\text{h}$  environ, ce qui s'est traduit par une recrudescence immédiate de la baisse des niveaux piézométriques,
- la pompe semble avoir été arrêtée à 10h11'50'', les fluctuations de débit observées ensuite n'étant pas significatives (aucune incidence sur les niveaux piézométriques).

### **Interprétation des données**

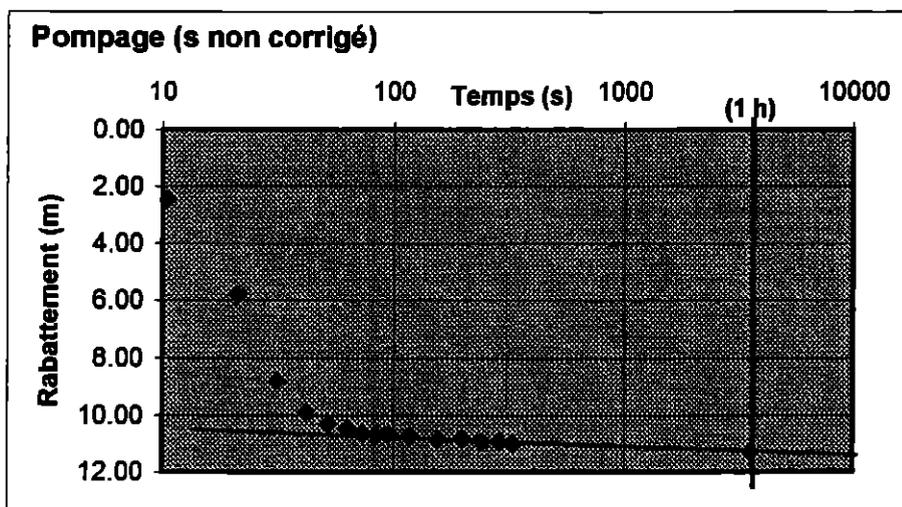
1. Si le dispositif d'acquisition a bien été calibré sur la cote du niveau piézométrique exprimée en m NGM, la cote du niveau piézométrique au sein du forage n'a pas varié significativement depuis les mesures réalisées en 2000 lors de la réalisation du forage (Rapport RP-50428-FR).

2. Si les données présentées ci-dessus sont fiables et, en particulier, si la pompe a été placée à 20 m de profondeur, **aucun dénoyage de la pompe ne devrait avoir été observé au cours du pompage.** En fin de pompage, le niveau piézométrique était à environ 3 m au dessus de la pompe.

Au moment où le débit aurait été réduit par les techniciens présents sur place, le niveau piézométrique était à environ 13 ou 14 m au dessus du niveau de la pompe. Le « bruit d'air » entendu à ce moment là ne devrait donc a priori pas correspondre à un indice de dénoyage de la pompe.

### **3. Interprétation du pompage**

Le pompage réalisé à partir de 10h06'00'' environ a été interprété comme un pompage d'essai (de très courte durée, à peine plus de 5 minutes), après digitalisation de la courbe du niveau piézométrique (cf. Figure ci-dessous).



Les rabattements obtenus sont très significativement plus forts que ceux qui avaient été déduits des pompages d'essai. Ainsi, le rabattement au bout d'une heure, extrapolé sur la base de la partie linéaire de la courbe, est évalué à 11,4 m, soit un rabattement spécifique de  $2,7 \text{ m}/(\text{m}^3/\text{h})$ , très supérieur à celui déterminé lors du pompage d'essai par paliers de débit du 27/06/00 :  $0,35$  à  $0,4 \text{ m}/(\text{m}^3/\text{h})$  (rapport BRGM RP-50428-FR).

L'interprétation de la partie linéaire de la courbe de rabattement (en coordonnées semi-logarithmiques ; cf. figure ci-dessus) au moyen de la méthode de Jacob ( $\Delta s = 0,42$  m) permet d'évaluer la transmissivité de l'aquifère à  $5,1 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s. Cette valeur est très proche de celle déduite de l'essai de nappe réalisé le 28/06/00 ( $5,5 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s).

Cette interprétation préliminaire suggère que :

- logiquement, la transmissivité de l'aquifère n'a pas évolué depuis la réalisation du forage,
- sur la base de cette similitude de transmissivité, le dispositif d'acquisition de données mis en place par l'exploitant apparaît comme bien étalonné, tant pour ce qui concerne les mesures de débit que de niveau piézométrique (au moins en valeur relative pour ce dernier paramètre).

### **Diagnostic**

**L'essai du 2/07/02 ne devrait pas avoir conduit à un dénoyage de la pompe.**

**Néanmoins, le forage de Mronabéja a subi une dégradation très significative de ses propriétés hydrauliques entre la date des derniers pompages d'essai (juin 2000) et le pompage réalisé en juillet 2002.**

**Cette dégradation semble porter sur les propriétés hydrauliques de la partie captante du puits (colmatage probable) et non sur une évolution des propriétés hydrodynamiques de l'aquifère.** Aucune information n'est disponible sur la nature et les causes de ce colmatage (surpompage intempestif lors de l'installation de la pompe, développements bactériens, encroûtements, etc. ?). Selon la DAF, les eaux pompées récemment au forage montreraient néanmoins une turbidité significative.

**Compte tenu de ce colmatage, le forage ne peut être exploité en l'état aux conditions définies au sein des rapports BRGM RP-50428 et RP-51603.**

Le présent diagnostic est basé sur les seules données présentées plus haut qui sont relativement limitées : faible durée de l'essai, qui peut être perturbé par des effets de capacité, par les pompages qui avaient pu être mis en œuvre antérieurement, etc.. Il devra être validé et complété par des investigations complémentaires.

### **Proposition d'actions**

Dans la perspective de confirmer ce diagnostic et, le cas échéant, de remédier au colmatage du puits, les actions suivantes pourraient être mises en œuvre :

1. essai de puits (pompage d'essai par paliers de débit) afin de confirmer le diagnostic de colmatage (caractérisation des MES) et de le quantifier plus précisément (interprétation de l'essai), mais aussi de rechercher l'origine du "bruit d'air". Cet essai devra être précédé, entre autres, par une vérification de certaines caractéristiques du puits et de son équipement (profondeur de la pompe par exemple),
2. si le diagnostic est confirmé, nettoyage et développement hydraulique du puits, soit au moyen de la pompe en place, soit en démontant celle-ci et en la remplaçant par une autre, ou un dispositif d'air lift si les caractéristiques du bâtiment du captage le permettent.

Dans l'optique où le développement serait réalisé avec la pompe présente actuellement au sein du forage, la descente de la pompe à une profondeur plus importante qu'actuellement sera sans doute nécessaire si les débits maximaux obtenus ne sont pas suffisants pour effectuer le développement. Par ailleurs, dans cette hypothèse, la nature des matières en suspension remontées devra être caractérisée afin d'une part de préciser le diagnostic (origine des MES) et d'autre part de s'assurer que leur pompage ne risque pas d'endommager la pompe.

L'efficacité du développement hydraulique devra être régulièrement contrôlée au cours de celui-ci,

3. si les MES produites par le puits étaient de nature argileuse, le développement hydraulique pourrait être complété par un développement chimique (défloculants par exemple),
4. en l'absence de résultat, un diagnostic plus approfondi devrait être mis en œuvre (inspection vidéo par exemple),
5. essai de puits (pompage d'essai par paliers de débit) afin de déterminer les nouvelles caractéristiques de l'ouvrage et de vérifier la qualité du développement effectué,
6. proposition d'actions, spécifiques au type de colmatage mis en évidence, visant à limiter le risque de développement d'un nouveau colmatage.

Mayotte, le 23/11/02

**BRGM**  
Antenne de Mayotte  
9, centre Amatoula  
BP. 1398  
97600 MAMOUZOU

Rémi MOURON  
Responsable de l'antenne  
de Mayotte du BRGM

**ANNEXE 2 : Rapport de pompage "air lift"  
(Entreprise COFOR).**



**RAPPORT DE NETTOYAGE DU FORAGE  
DE MRONABEJA**

**Début des travaux le 18/04/2003  
Fin des travaux le 24/04/2003**

**Lors de notre arrivée sur le site nous avons constaté que la pompe immergée sortie du puits était propre et sans dépôt.**

**L'équipement du forage réalisé en PVC de 3 mm d'épaisseur nous a paru fragile, et nous avons fait le choix de ne pas utiliser d'agents chimiques pour nettoyer l'ouvrage.**

**Un pompage à l'air lift a été fait sur toute la hauteur des crépines, l'eau a toujours été claire, sans dépôts, ni odeurs.**

**Le fond du forage était de 63,50 m au départ, et nous avons poursuivi jusqu'à 64 m après avoir remonté un morceau de ciment et un peu de gravier filtre. La remontée de gravier s'étant interrompu dès la fin du curage, nous pouvons en conclure que la crépine n'est pas endommagée.**

**Des enregistrements ont été effectués simultanément dans le forage et le piézomètre du 23/04 à 15h jusqu'au 24/04 à 12h30 par les capteurs de la DAF.**

**Le niveau statique du forage était de -1,80 m et celui du piézomètre de -0,18m.**

**Il est à noter que la rivière coulait à environ 50 m<sup>3</sup>/h, que le débit à l'air lift était de 13 m<sup>3</sup>/h, et que le niveau dynamique du puits était à - 9m et - 0,37 m pour le piézomètre.**

**Mamoudzou le 12 mai 2003**

**ANNEXE 3 : Résultats des interprétations des pompages  
d'essai sous ISAPE (juillet et août)**



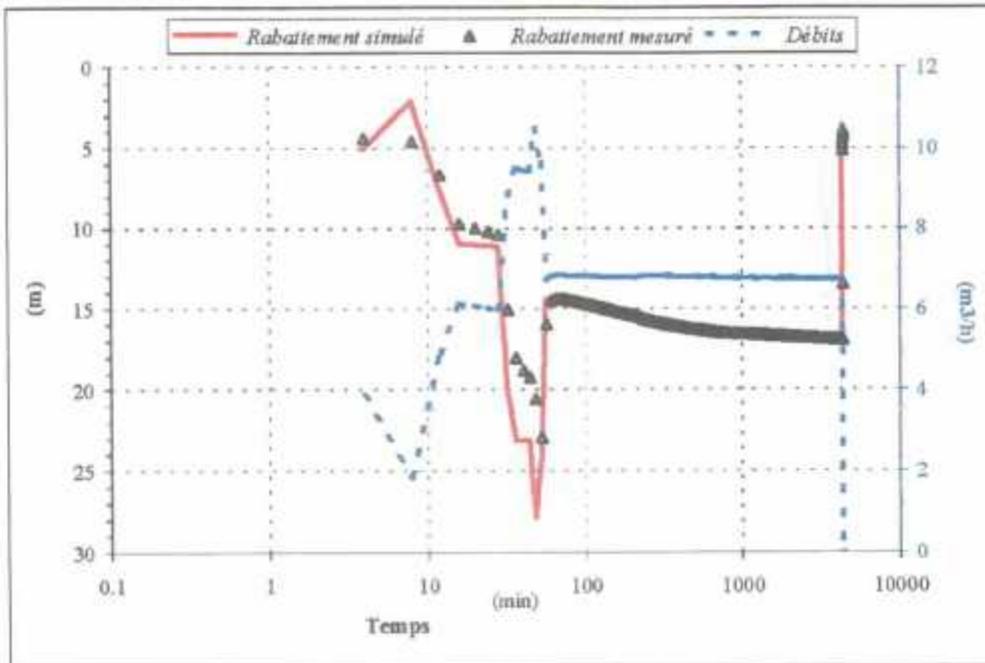
Affaire Protection / optimisation eaux souterraines  
 Client Collectivité départementale de Mayotte

POMPAGE D'ESSAI  
 Mronabeja

Logiciel ISAPE Version 6.1

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Fichier traité	MRO_JUIL_ISA	Date de début de pompage	25 juillet 2003
Numéro de pompage	12316X0032	Niveau hydrostatique initial	3 m
Aquifère testé		Rabatement Maximum	22.92 m
Nom du forage	Mronabeja	Diamètre du forage	159 mm



PARAMETRES DE L'AJUSTEMENT

Méthode d'interprétation : THEIS

Transmissivité (m <sup>2</sup> /s)	Coefficient d'emmagasinement	Rayon d'observation (m)	Coefficient de P.d.C quadratiques (s <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Skim
2.15E-04	3.00E-02	8.00E-02	2.2E+06	

Effet de vidange : Non

Effet de capacité : Non

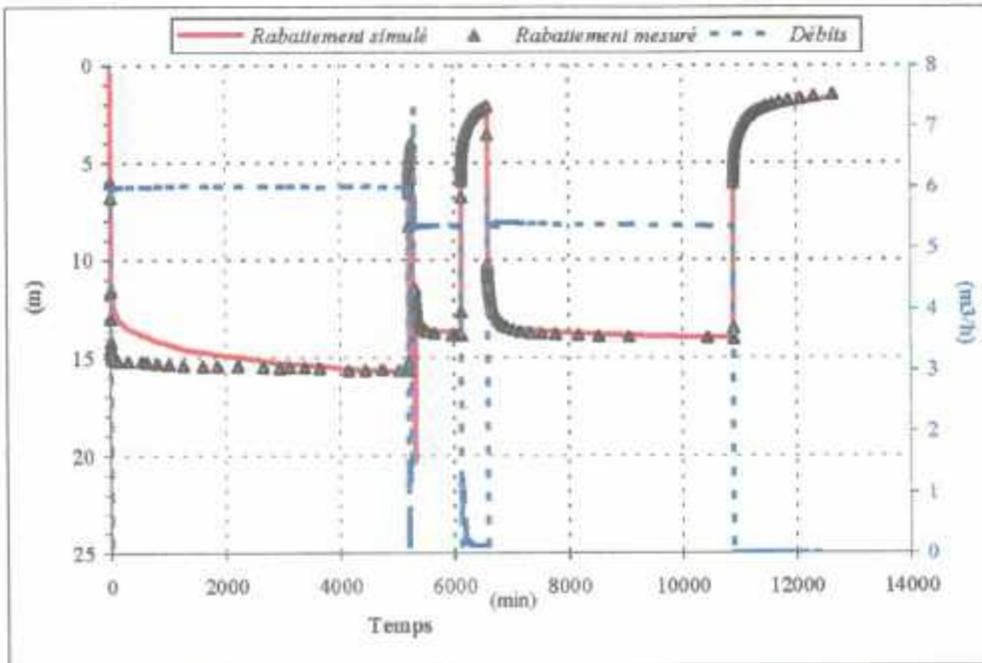
LIMITE L1	
L1	Etanche
Distance au puits de pompage (m)	5
Temps d'influence (min)	100

LIMITE L2	
L2	Alimentée
Distance au puits de pompage (m)	10
Temps d'influence (min)	400

Logiciel ISAPE Version 1

**INFORMATIONS GENERALES**

<i>Fichier traité</i>	MRO_AO-31SA	<i>Date de début de pompage</i>	11 août 2003
<i>Noméro de pompage</i>	12316X0032	<i>Niveau hydrostatique initial</i>	3 m
<i>Aquifère testé</i>		<i>Rabatement Maximum</i>	15.65 m
<i>Nom du forage</i>	Mronbeja	<i>Diamètre du forage</i>	159 mm



**PARAMETRES DE L'AJUSTEMENT**

Méthode d'interprétation : THEIS

Transmissivité (m <sup>2</sup> /s)	Coefficient d'emmagasinement	Rayon d'observation (m)	Coefficient de P.d.C quadratiques (s <sup>2</sup> /m <sup>5</sup> )	Skin
2.50E-04	3.00E-02	8.00E-02	2.8E+06	

Effet de vidange : Non

Effet de capacité : Non

LIMITE L1	
L1	Etanche
Distance au puits de pompage (m)	11
Temps d'influence (min)	400

LIMITE L2	

**ANNEXE 4 :**  
**Préconisations de mise en exploitation du forage de**  
**Bandrélé-Dagoni (cf. rapport BRGM RP52104FR).**

# Conclusions - Recommandations

Sur la base des données acquises au forage de Bandrélé - Dagoni, 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 39 m de profondeur** et capable de produire dans une **gamme de débits de 7.5 à 12.5 m<sup>3</sup>/h**, pour une **hauteur manométrique maximale de 36 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 vis-à-vis d'une intrusion saline de mettre ce forage en fonctionnement à un débit de 7.5 m<sup>3</sup>/h environ pendant une durée de 3 mois et de procéder en parallèle à :
  - un suivi en continu des paramètres d'exploitation (débit, niveaux, conductivité, etc.) ;
  - une caractérisation complémentaire du forage (rattachement au NGM en particulier) ;
  - caractérisation de l'aquifère (géologie, géophysique, etc.) afin de préciser sa structure et son fonctionnement, en particulier du côté littoral et, si jugé utile à ce stade, de dimensionner un dispositif géophysique de suivi de l'éventuelle évolution du biseau salé.

Sur la base de ces informations, les présentes prévisions et recommandations pourront être révisées au cours des premières semaines ou premiers mois de pompage ;

5. lors de la première année hydrologique de pompage (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, 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 Bandrélé – Dagoni.

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..