



# Mise en place du réseau piézométrique de Mayotte sous maîtrise d'ouvrage du BRGM. Gestion pour l'année 2008

Rapport final

BRGM/RP-56768-FR

Mars 2009



# Mise en place du réseau piézométrique de Mayotte sous maîtrise d'ouvrage du BRGM. Gestion pour l'année 2008

Rapport final

**BRGM/RP-56768-FR**  
Mars 2009

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 08EAUB42

**A. Malard**

**Vérificateur :**

Nom : J.F VERNOUX

Date : 27/02/2009

Signature :

**Approbateur :**

Nom : P.PUVILLAND

Date : 03/03/2009

Signature :



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

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

**Mots clés :** piézomètre, réseau piézométrique, hydrogéologie, eau souterraine, télétransmission, ADES, Mayotte, Comores, France

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

Malard A. (2008) - Mise en place du réseau piézométrique de Mayotte sous maîtrise d'ouvrage du BRGM. Gestion pour l'année 2008. Rapport BRGM/RP-56768-FR. 96 p., 29 ill., 4 tab et 5 ann.

## Synthèse

Le premier réseau de suivi piézométrique à Mayotte a été initié par la Direction de l'Agriculture et des Forêts en 1992 suite à la première campagne de forage de reconnaissance opérée sur l'île en 1990/1991.

Dans le cadre de la convention nationale ONEMA-BRGM (ex MEEDDAT-BRGM) et en application de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau à Mayotte, il a été demandé au BRGM en 2006 de constituer sur l'île de Mayotte un réseau de surveillance quantitative des masses d'eau souterraine comme exigé par la DCE.

Début 2007, le réseau piézométrique du BRGM voit le jour. Il se compose de 5 piézomètres initialement suivis par la DAF. Ce suivi remonte à 1992 pour les plus anciens.

En 2008, suite à des soucis techniques ainsi qu'à des difficultés de mise en place, le réseau ne comporte plus que 4 piézomètres. Ces derniers sont équipés d'une centrale d'acquisition télétransmise. Le réseau est déclaré dans la banque des données des eaux souterraines ADES et les données chargées régulièrement dans la banque.

Fin 2008, le programme d'action prévoit de porter le nombre de piézomètres à 9 avec la création de 5 nouveaux ouvrages afin de couvrir l'ensemble des masses d'eau du territoire mahorais. Les travaux des 5 nouveaux piézomètres ont démarré en décembre 2008 et leur achèvement est prévu pour fin mars 2009.

Début 2009, le réseau piézométrique sous maîtrise d'ouvrage BRGM sera composé de 9 piézomètres équipés de centrales télétransmises. Une partie des points de ce réseau alimentera le réseau de surveillance quantitatif DCE<sup>1</sup> dont la constitution à Mayotte a fait l'objet d'un rapport séparé (cf. rapport BRGM/RP-56772-FR).

---

<sup>1</sup> Le réseau de surveillance quantitatif DCE a été défini en décembre 2008 et 8 des 9 piézomètres du réseau unitaire BRGM en font partie (cf. rapport BRGM/RP-56772-FR)



## Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Contexte général</b> .....	<b>11</b>
2.1. GEOGRAPHIE.....	11
2.2. CLIMAT ET PLUVIOMETRIE .....	12
2.3. ELEMENTS DE GEOLOGIE.....	13
2.4. IMPLICATIONS HYDROGEOLOGIQUES.....	14
<b>3. Historique du réseau de suivi piézométrique de Mayotte</b> .....	<b>15</b>
3.1. 1992-2007 : UN SUIVI PIEZOMETRIQUE ASSURE PAR LA DAF.....	15
3.2. JANVIER 2007 : CREATION DU RESEAU SOUS MAITRISE D'OUVRAGE DU BRGM ET MISE EN PLACE DE LA SURVEILLANCE AUTOMATIQUE .....	16
3.3. JUIN 2008 : ETAT DES LIEUX DU RESEAU PIEZOMETRIQUE MO BRGM... 16	
3.3.1. Le piézomètre Combani 2 .....	20
3.3.2. Le piézomètre Oourovéni 2 .....	26
3.3.3. Le piézomètre Kahani 1 8p.....	31
3.3.4. Le piézomètre Hajangoua .....	38
3.3.5 Le piézomètre Kawéni 1 8p .....	44
3.3.6. Récapitulatif des examens piézométriques .....	50
<b>4. gestion du réseau piézométrique MO BRGM</b> .....	<b>53</b>
4.1. EQUIPEMENT DES PIEZOMETRES POUR LA MESURE AUTOMATIQUE ...	53
4.2. MODALITES DE SUIVI DU RESEAU.....	55
4.2.1. Sur le terrain .....	55
4.2.2. Au bureau .....	56
4.3. DECLARATION DU RESEAU PIEZOMETRIQUE DANS LA BANQUE DE DONNEES ADES ET CATALOGAGE DU RESEAU .....	56
4.3.1. Un réseau unitaire .....	56
4.3.2. Trois métaréseaux DCE .....	57
4.3.3. La bancarisation des données dans la banque ADES .....	57

4.4. LA GESTION DU RESEAU PIEZOMETRIQUE EN 2009 .....	58
4.5. TACHES PARTICULIERES 2009 .....	58
<b>5. Conclusion.....</b>	<b>59</b>
<b>6. Bibliographie .....</b>	<b>61</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Mayotte et l'archipel des Comores.....	11
Illustration 2 : localisation des ouvrages.....	18
Illustration 3: le piézomètre de Combani 2 .....	20
Illustration 4 : coupe technique du piézomètre de Combani 2 (extraite du rapport BRGM 35165 REU 4S 92).....	21
Illustration 5: localisation du site du piézomètre de Combani 2 .....	22
Illustration 6: le repère de mesure de l'ouvrage de Combani 2.....	22
Illustration 7 : chroniques de variations piézométriques de l'ouvrage de Combani 2 .....	23
Illustration 8 : le piézomètre d'Ourovéni 2 .....	26
Illustration 9 : coupe technique du piézomètre d'Ourovéni 2 (extraite du rapport BRGM/RP-53472-FR).....	27
Illustration 10 : localisation du site du piézomètre d'Ourovéni 2 .....	28
Illustration 11 : le repère de mesure du site d'Ourovéni 2.....	28
Illustration 12 : chroniques de variations piézométriques de l'ouvrage d'Ourovéni 2 .....	29
Illustration 13 : le piézomètre de Kahani 1 8p .....	31
Illustration 14 : coupe technique du piézomètre de Kahani 1 8p (extraite du rapport BRGM 35165 REU 4S 92).....	32
Illustration 15 : localisation du site du piézomètre de Kahani 1 8p .....	33
Illustration 16 : le repère de mesure du site de Kahani 1 8p .....	33
Illustration 17 : chroniques de variations piézométriques de l'ouvrage de Kahani 1 .....	34
Illustration 18 : emplacement relatif des piézomètres de Combani 2, Ourovéni 2 et Kahani 1 8p par rapport à la retenue collinaire de Combani.....	36
Illustration 19 : étiage annuel minimal enregistré au piézomètre de Kahani entre 1997 et 2006.....	37
Illustration 20 : le piézomètre d'Hajangoua 2. ....	38
Illustration 21 : localisation du site du piézomètre d'Hajangoua 2 .....	39
Illustration 22 : le repère de mesure du site d'Hajangoua 2.....	39
Illustration 23 : chroniques de variations piézométriques de l'ouvrage d'Hajangoua 2. Suite à une panne matériel, il n'y a pas d'enregistrement après le 10 octobre.....	41

Illustration 24 : le piézomètre de Kawéni 1 8p .....	44
Illustration 25 : coupe technique du piézomètre de Kawéni 1 8p (extraite du rapport BRGM 35165 REU 4S 92) .....	45
Illustration 26 : localisation du site du piézomètre de Kawéni 1 8p .....	46
Illustration 27 : le repère de mesure du site de Kawéni 1 8p.....	46
Illustration 28 : chroniques des variations piézométriques de l'ouvrage de Kawéni 1 8p .....	47
Illustration 29 : détail de l'équipement d'un piézomètre .....	54

## Liste des tableaux

Tableau 1 : points de surveillance du réseau piézométrique MO BRGM. En ce qui concerne le repère de mesure, il s'agit dans tous les cas du bord du tube extérieur.....	16
Tableau 2 : hausse du niveau piézométrique en étiage au piézomètre de Combani 2.....	24
Tableau 3 : récapitulatif des informations hydrogéologiques ouvrage/ouvrage .....	50
Tableau 4 : récapitulatif des informations concernant l'équipement des ouvrages du réseau piézométrique 2007.....	55

## Liste des annexes

Annexe 1 Piézomètres du réseau de suivi DAF 2008 .....	63
Annexe 2 Chroniques des pluviométries enregistrées à Mayotte.....	67
Annexe 3 Exemple de convention portant autorisation d'utilisation d'un forage pour suivi piézométrique sur le village de Kahani (commune de Ouangani) .....	73
Annexe 4 Détails techniques de l'instrumentation des sites.....	83
Annexe 5 Molosse ; les fondamentaux de la bancarisation des données piézométriques à Mayotte.....	87



# 1. Introduction

Au titre de sa mission de service public sur les eaux souterraines, le MEEDDAT<sup>2</sup> (aujourd'hui représenté par l'ONEMA<sup>3</sup> à Mayotte ) a confié au BRGM - fin 2006 - une partie du réseau piézométrique existant à Mayotte dont le suivi était jusqu'alors exclusivement assuré par la DAF<sup>4</sup>. L'objectif principal est de développer, d'optimiser et de moderniser le parc piézométrique mahorais dans le but (i) de produire de la donnée sur les eaux souterraines afin de valoriser les connaissances sur les ressources quantitatives, (ii) de les diffuser au public le plus large et (iii) de mettre en place un réseau de surveillance comme l'impose la Directive Cadre Européenne.

Le programme des années 2007 et 2008 prévoyait de parfaire le fonctionnement, l'optimisation et la modernisation du réseau conformément à la politique conjointe du MEEDDAT/ONEMA et du BRGM, d'initier le catalogage des différents réseaux auprès de la Banque de Données des eaux souterraines (BDES) et d'y déposer les chroniques à jour au sein de la base de données ADES ([www.ades.eaufrance.fr/](http://www.ades.eaufrance.fr/)).

Le rapport 2008 fait état – dans un premier temps - des contextes géologiques, hydrogéologiques et climatiques de Mayotte. Le réseau piézométrique actuel est présenté ci-après dans ses détails et les données acquises depuis le début du suivi par la DAF puis par le BRGM feront l'objet d'une valorisation sur l'ensemble de la chronique - en lien avec les aspects pluviométriques. Cette valorisation permettra de mettre en exergue les modes de fonctionnement des aquifères, définira des comportements et/ou états de référence pour le suivi des années à venir et permettra d'envisager des évolutions tendanciennes. A chaque fois sera discuté de la pertinence du piézomètre étudié dans le réseau quantitatif MO BRGM.

Début 2009 verra la réalisation de 5 nouveaux piézomètres qui viendront compléter le réseau piézométrique MO BRGM<sup>5</sup>.

---

<sup>2</sup> Ministère de l'Environnement, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire

<sup>3</sup> Office Nationale des Eaux et des Milieux Aquatiques

<sup>4</sup> Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Mayotte

<sup>5</sup> Cf. rapports en cours de rédaction : BRGM/RP-56783-FR, BRGM/RP-56782-FR, BRGM/RP-56781-FR, BRGM/RP-56780-FR, BRGM/RP-56779-FR.



## 2. Contexte général

### 2.1. GEOGRAPHIE

Mayotte se situe à mi chemin entre l'Equateur et le tropique du Capricorne, au Nord du canal de Mozambique. Il s'agit de l'île la plus méridionale de l'archipel des Comores dont les quatre principales îles, Grandes Comores, Mohéli, Anjouan et Mayotte, se situent entre 11°30'S, 43°30'E et 13°S, 45°15'E (Illustration 1).



Illustration 1 : Mayotte et l'archipel des Comores

Mayotte présente une superficie de 374 km<sup>2</sup> (une soixantaine de kilomètres du Nord au Sud et une trentaine de kilomètres dans sa plus grande largeur, au Nord). Elle est formée d'une île principale, Grande Terre, entourée de plusieurs îlots dont le plus important, Pamandzi ou Petite Terre (12 km<sup>2</sup>), est le seul à être habité de façon permanente. Cet ensemble est ceinturé, à plusieurs kilomètres au large, par une barrière récifale de 160 km de long, ouverte par plusieurs passes et isolant un lagon de 1100 km<sup>2</sup> environ.

L'île montre une morphologie bien marquée avec des reliefs aux formes aiguës (pentes fortes) et de très rares zones de plaines ou à faible déclivité, en général littorales. Mayotte culmine au Mlima Bénara (660 m NGM) et compte deux autres massifs d'importance, le mont Choungui et le M'tsapéré.

## 2.2. CLIMAT ET PLUVIOMETRIE

Le climat est de type tropical, chaud, humide et maritime. La température moyenne annuelle est de l'ordre de 25°C (maximum 28°C de janvier à mars et minimum 24°C de juillet à septembre). Le climat est caractérisé par l'alternance de deux saisons : sèche de mai à octobre (alizés de SSE à SSW) et saison des pluies de novembre à avril (mousson du NNE à NNW). Les précipitations moyennes interannuelles sont comprises entre 1000 à 1100 mm, au Sud-est de la Grande Terre et sur l'île de Pamandzi, et plus de 2000 mm sur les reliefs du Nord (environ 1500 mm, au Sud, au niveau du mont Choungui<sup>6</sup>

Bien que de taille modeste, l'île de Mayotte est soumise à un régime pluviométrique variable d'une région à l'autre. Cette différence n'est certes pas autant marquée que sur l'île de la Réunion où elle peut atteindre un facteur 10 entre la côte Est et la côte Ouest mais reste sensible et se distingue entre le Nord et le Sud de l'île.

Citons aussi que l'intensité des pluies est importante, elle dépasse très souvent les 10 mm/heure et atteint fréquemment les 40 mm/heure. Sans oublier la présence éventuelle de dépressions ou de cyclones tropicaux certaines années.

La pluviométrie est enregistrée à Mayotte par Météo France sur 9 sites (données depuis 1992) et par la DAF sur 10 sites (données depuis 1996)

En Annexe 2 sont présentées 3 chroniques pluviométriques suivies entre 1996 et le 1<sup>er</sup> semestre<sup>7</sup> 2008 (cumuls mensuels et annuels) dont les stations sont situées à proximité des piézomètres du réseau MO BRGM ; celle de la station de Combani, celle de Convalescence et celle d'Ongoujou. La localisation des stations pluviométriques est présentée en Illustration 2.

- i. La chronique de pluviométrie de la station de **Combani** montre une moyenne annuelle forte de 1643 mm sur toute la durée de la chronique. Les années les moins arrosées sont 1998, 2001 et 1997 avec respectivement 1274,5 – 1277,5 et 1393,4 mm. Les années les plus arrosées sont 2002, 2004, 1996 et 2006, avec respectivement 2089,5 – 2068 - 2048,5 et 1831 mm. Depuis 2004, la tendance des précipitations a manifestement augmenté (moyenne des précipitations entre 2004 et 2007 = 1715 mm contre 1645 mm entre 2000 et 2003). 2008 est une année qui montre aussi des précipitations relativement élevées dans le secteur de Combani, particulièrement en début d'année (1441 mm pour le 1<sup>er</sup> semestre).

---

<sup>6</sup> Les données datent de 1999 (thèse de Lapègue). Il est probable que ce module ait varié depuis.

<sup>7</sup> L'absence des données pluviométriques au second semestre 2008 n'a pas d'incidence majeure en termes de qualité d'interprétation. En ce qui concerne le fonctionnement des systèmes aquifères, seules comptent les précipitations en saisons humides (cf. rapport BRGM/RP-56773-FR).

- ii. La chronique de pluviométrie de la station de **Convalescence** montre une moyenne annuelle de 1462 mm entre 1996 et 2008. Les années les moins arrosées sont 2001, 1997 et 2003, avec respectivement 967,5 – 983,3 et 1071,5 mm. Les années les plus arrosées sont 2006, 1996, 1999 et 2008, avec respectivement 2229,5 – 1834,5 – 1654,5 et 1608 mm (1<sup>er</sup> semestre 2008). Depuis 2006, il est notable que la tendance des précipitations a augmenté (moyenne des précipitations entre 2006 et 1<sup>er</sup> semestre 2008 = 1775 mm contre 1234 mm entre 2001 et 2005). 2008 est une année très arrosée, particulièrement le 1<sup>er</sup> semestre.
- iii. La chronique de pluviométrie enregistrée à la station d'**Ongoujou** montre une moyenne annuelle de 1444 mm entre 1996 et 2008, soit une moyenne plus faible que les 2 stations précédentes situées plus au Nord. Les années les moins arrosées sont 1998, 1997, 1999 et 2001 avec respectivement 993 – 1167,5 – 1252,5 et 1261 mm. Les années les plus arrosées sont sans conteste 2007, 2005, 2006 et 2002, avec respectivement 1932,5 – 1765,5 – 1691 et 1662 mm. Le 1<sup>er</sup> semestre 2008 montre des précipitations très élevées (1542 mm). A la lecture du graphique, il est évident que les précipitations ont eu tendance à augmenter depuis 2005. La moyenne des précipitations entre 2005 et 1<sup>er</sup> semestre 2008 est de 1732 mm contre 1420 mm entre 2001 et 2004).

Sur les trois stations observées, l'augmentation tendancielle des précipitations est commune ces 3 à 4 dernières années comparativement aux années 2000-2001 à 2004-2005 manifestement plus sèches. Il sera discuté dans les chapitres suivants de l'effet de cette augmentation des précipitations sur les niveaux piézométriques suivis.

### 2.3. ELEMENTS DE GEOLOGIE

Deux éléments clés caractérisent la géologie de Mayotte : la quasi ubiquité des formations volcaniques, majoritairement constituées de laves de type basaltique et leur profonde altération, jusqu'à plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, qui se marque fortement dans le paysage. Les formations sédimentaires sont limitées au récif et à quelques plaines côtières.

Deux interprétations majeures permettent d'expliquer la structure de l'île : un vaste volcan bouclier dont le centre, maintenant effondré, se situerait à l'ouest de Mayotte ou bien une possible chaîne de plus petits volcans coalescents. En tout état de cause, Mayotte semble être le résultat d'une évolution volcanologique en 4 phases principales :

1. un bouclier primitif (ou des volcans coalescents), généralisé à l'ensemble de l'île, dont les coulées de base subaériennes sont datées aux environs de 8 Ma. L'âge du volcanisme initial (basanites et basaltes à néphéline, augite, olivine) est estimé entre 10 et 15 Ma. Les dernières éruptions de cette phase consistent en des coulées plus différenciées (néphélinites) mises en place au sein de paléovallées (3,25 Ma),
2. depuis cette époque, des laves plus différenciées se sont épanchées. Ce sont essentiellement des dômes et écoulements phonolitiques dans le centre et le sud de

- l'île, mis en place le long de grands accidents convergeant probablement vers le centre du bouclier, entre 3,3 et 2,5 Ma, avec une dernière récurrence vers 1,5 Ma,
3. le volcanisme basaltique et basanitique du nord-ouest est daté aux alentours de 2 Ma. Il est relié à une zone de rift distensive de type « Hawaïen » de direction N175 (la seule de l'île). Ces coulées nappent les reliefs de l'extrémité nord-ouest de l'île, à partir d'un centre d'émission situé probablement en mer Suit la mise en place du massif du M'tsapére qui, avec son cortège de phonolites intrusives (1,5 à 1,8 Ma), puis de coulées tardives de vallées (1,4 à 1,5 Ma), traverse et occupe la partie méridionale du rift,
  4. une phase trachytique et basaltique très récente avec des structures de type maar bien préservées, en particulier sur Petite Terre (lac Dziani) et au nord de Mamoudzou (cratères de Cavani et Kawéni).

L'île a ensuite été soumise, depuis 1 à 1,5 Ma au moins, à une subsidence d'au moins 70 m qui explique la présence du récif frangeant. Les plaines sédimentaires côtières actuelles correspondent principalement au comblement récent de vallées entaillées lors des bas niveaux marins de l'Holocène (postérieur à 100 Ka). Les vallées de la Kwalé et de Tsararano en sont des exemples.

## 2.4. IMPLICATIONS HYDROGEOLOGIQUES

Compte tenu de la nature essentiellement volcanique des terrains qui composent son sous-sol et du caractère hétérogène de ce type de formations, Mayotte ne présente pas de grands aquifères continus, aux limites facilement identifiables. Le relief accusé ainsi que les effets de l'altération accentuent cette variabilité spatiale.

Les aquifères de Grande Terre et de Petite Terre, qu'ils soient conséquents ou non, sont limités par des structures géologiques mises en évidence par cartographie (épisodes volcaniques, limites de faciès, chronologie relative, ....) et partiellement validées par des reconnaissances en profondeur (investigations géophysiques, sondages divers et forages plus ou moins profonds).

A titre d'exemple, l'aquifère de Kwalé 1, le plus productif de l'île, a une taille estimée à 1,5 km<sup>2</sup> (cf. rapport BRGM/RP-56438-FR).

Le fonctionnement de chaque aquifère est conditionné par la structuration intime des terrains volcaniques, les limites du réservoir hydrogéologique et la pluviométrie responsable de la recharge.

Ainsi les eaux souterraines de Mayotte sont donc fortement dépendantes :

- de la géométrie des terrains sur laquelle vont s'empiler et/ou se juxtaposer les coulées de laves, les accumulations de roches pyroclastiques, etc.
- des caractéristiques hydrauliques assignées aux formations ;
- de la chronologie de mise en place des formations sur des topographies modelées par les périodes de calmes volcaniques favorisant altération et érosion.

## **3. Historique du réseau de suivi piézométrique de Mayotte**

### **3.1. 1992-2007 : UN SUIVI PIEZOMETRIQUE ASSURE PAR LA DAF**

Avant 2007, le suivi de l'unique réseau piézométrique de Mayotte était assuré par la cellule hydrométrique du service Eau de la DAF. Ce réseau, composé au maximum de 22 points est suivi depuis 1992 pour les ouvrages les plus anciens (il est rappelé que seules 5 campagnes de forage ont été réalisées à Mayotte et que la première campagne date seulement de 1991-1992, cf. rapport BRGM 35165 REU 4S 92). Il est important de noter que chaque ouvrage foré à Mayotte dont l'exploitation n'a pas été poursuivie a été presque instantanément intégré au réseau DAF, à l'exception toutefois des ouvrages présentant des défauts de réalisation (type M'tsangamouji-Massimoni).

Après rétrocession, la DAF garde, quant à elle fin 2008, un réseau de suivi piézométrique qui compte 14 piézomètres (liste des piézomètres DAF 2008 en Annexe 1).

Les niveaux piézométriques de chaque ouvrage sont relevés manuellement par des techniciens qualifiés et selon les années, ces relevés sont mensuels ou bimensuels et enfin hebdomadaires depuis avril 2002 sur l'ensemble du parc.

Les mesures sont compilées chaque année depuis 1992 dans les annuaires DAF et rendues publiques. Depuis le début de l'année 2008, un bulletin hydrologique mensuel faisant état de la situation piézométrique des nappes suivies est édité par la DAF sous format numérique et largement diffusé sur demande au service EAU de la DAF.

Il est à noter qu'une lacune dans les chroniques de mesure est commune à tous les piézomètres et concerne le premier semestre 2003. Cette lacune est la conséquence de la réorganisation des services de la DAF au cours de laquelle les données auraient été perdues. Par ailleurs, bien que le suivi ait été assuré de manière assidue, il est fréquent que certaines mesures aient été mal recalées, notamment du fait de l'absence de nivellement précis. Il conviendra donc d'être prudent lors de l'utilisation des chroniques en valeurs absolues, et ce particulièrement avant les années 2000.

La DAF s'est équipée en 2008 d'un outil de gestion des données piézométriques (outil SIES®) et a déclaré son réseau unitaire de suivi auprès de la banque ADES des données sur les eaux souterraines. Début 2009, la DAF sera en mesure de procéder à la bancarisation de toutes ses données.

### 3.2. JANVIER 2007 : CREATION DU RESEAU SOUS MAITRISE D'OUVRAGE DU BRGM ET MISE EN PLACE DE LA SURVEILLANCE AUTOMATIQUE

En 2006, la convention ONEMA-BRGM prévoit la rétrocession de 5 ouvrages au BRGM dans le cadre du réseau unitaire sous maîtrise d'ouvrage BRGM de suivi piézométrique et de la constitution du réseau de surveillance DCE.

Il est prévu d'équiper en 2007 ces ouvrages de sondes ATM/N de chez STS (ce matériel est vendu à Mayotte et sa maintenance est assurée). La télégestion des données sera assurée par du matériel BRIO de fabrication NAPAC et la transmission par GSM.

En 2006, le matériel de suivi a été commandé pour un coût de 13 809 €HT (il n'y a pas de TVA à Mayotte). Ce prix comprend fourniture et pose ainsi que le logiciel (prévu pour 5 sites mais extensible gratuitement à 10) de récupération des données. La livraison et la pose ont été prévues début novembre 2006.

En réalité ces piézomètres seront instrumentés le 20 janvier 2007 à raison d'un pas de temps de mesure horaire et la télégestion mise en service simultanément.

### 3.3. JUIN 2008 : ETAT DES LIEUX DU RESEAU PIEZOMETRIQUE MO BRGM

Les 5 points qui constituent le réseau piézométrique MO BRGM depuis 2007 sont les suivants (cf. Tableau 1). Ces ouvrages sont ensuite localisés et présentés dans le détail.

Stations	Indice BSS	X (m Cmb50)	Y (m Cmb50)	Z sol (m NGM)	Z <sub>repère</sub> /Z <sub>sol</sub> (m)
Combani 2	12306X0010/COMB2	0514346	8585793	117,98	+ 1,04
Ourovéni 2	12306X0012/OURO02	0514170	8583912	55	+ 0,64
Kahani 1 8p	12312X0030/KAHA1	0514081	8582433	116,179	+ 0,51
Hajangoua 2	12313X0031/HAN2	0521927	8577293	12	+ 0,96
Kawéni 1 8p	12307X0011/KAWE1	0523747	8588654	13,093	+ 0,74

Tableau 1 : points de surveillance du réseau piézométrique MO BRGM. En ce qui concerne le repère de mesure, il s'agit dans tous les cas du bord du tube extérieur.

Ces 5 piézomètres ont été forés pendant la campagne de reconnaissance 1990-1991 à l'exception d'Ourovéni 2 dont l'exécution date de 2004.

Les coordonnées sont relevées au GPS sur site et appartiennent au système Combani 50 en vigueur à Mayotte. Les altitudes au sol sont définies à partir de la carte topographique au 25000 et vérifiées sur le MNT à l'exception des piézomètres de Combani 2 ; Kawéni 1 8p et Kahani 1 vraisemblablement nivelés lors de leur réalisation (cf. rapport BRGM 35165 REU 4S 92) mais dont il est difficile de retrouver les côtes exactes (confusion des noms, des repères, etc.).

Pour chacun des forages, dont la localisation est précisée plus bas, la coupe technique de l'ouvrage complétée des informations synthétiques existe - à l'exception d'Hajangoua 2 pour lequel il n'existe vraisemblablement pas d'informations directes relatives à sa création. Cet ouvrage est supposé avoir été réalisé en même temps que le forage d'Hajangoua 1 (12313X0020).

Initialement suivis par la DAF (souvent depuis leur date de réalisation) les ouvrages possèdent tous une chronique de mesures comme suit :

- Combani 2 : de novembre 1992 à février 2007
- Orovéni 2 : de juin 2005 à février 2007
- Kahani 1 8p : de novembre 1992 à février 2007
- Kawéni 1 8p : de novembre 1992 à février 2007
- Hajangoua 2 : de mars 1993 à février 2007

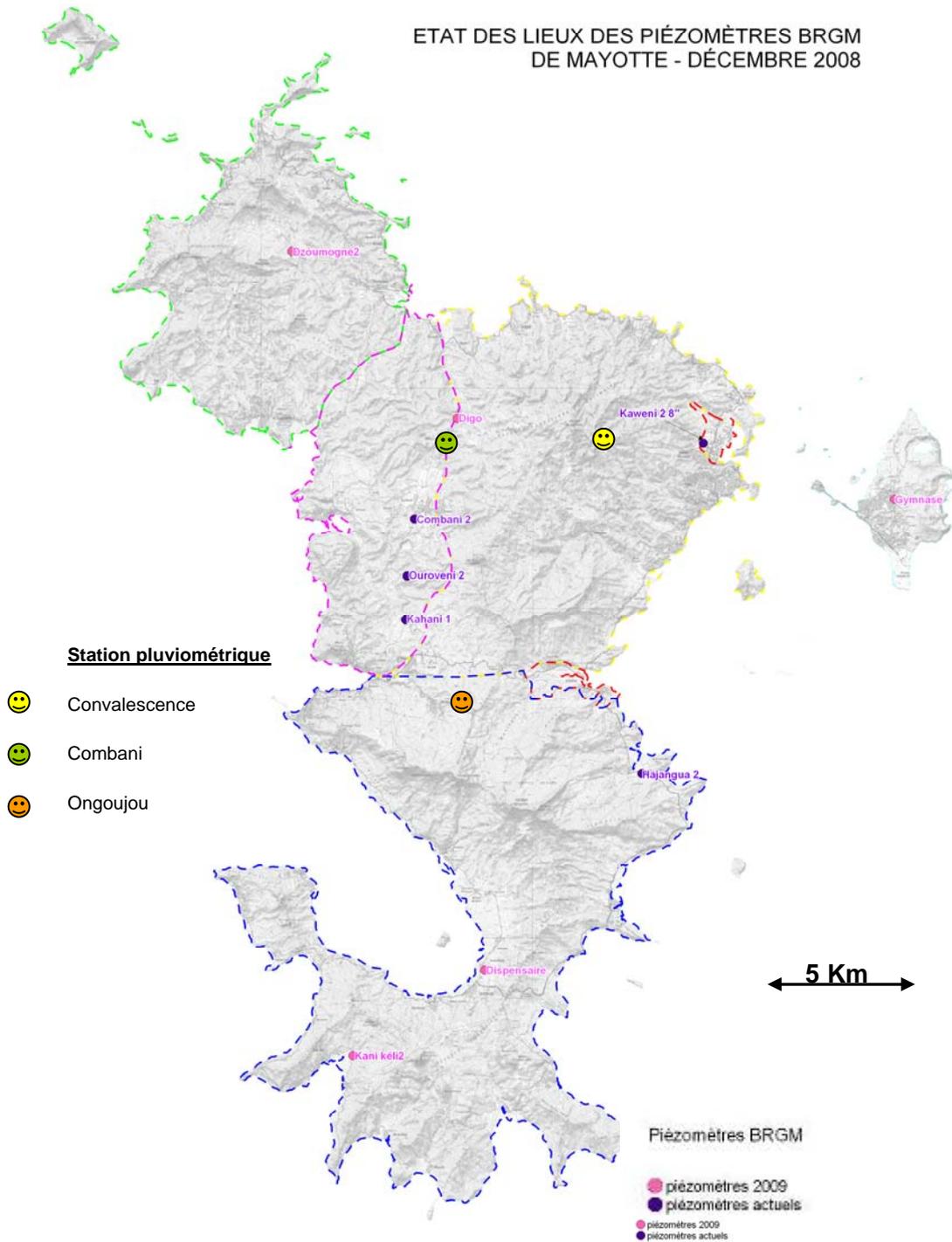


Illustration 2 : localisation des ouvrages.

*5 piézomètres du réseau actuel MO BRGM, des 5 piézomètres de la campagne 2008-2009 ONEMA/BRGM, des 3 stations pluviométriques du § 2.2 et délimitation des masses d'eau souterraine (cf. Consolidation de l'état des lieux du SDAGE, nov 2008). En tireté bleu, la masse d'eau du Complexe du Sud 9604, en tireté rouge la masse d'eau des Alluvions 9603, en tireté jaune la masse d'eau du massif de M'tsapéré 9602a, en tireté rose la masse d'eau du massif de Digo 9602c, en tireté bleu clair la masse d'eau de Petite terre 9602b et en tireté rouge la masse d'eau du complexe du Nord 9601*

L'examen des données recueillies entre la date de mise en service du réseau BRGM de Mayotte (20 janvier 2007) et le 5 juin 2008 s'est révélé médiocre. Il s'avère que les stations n'ont pas ou plus fonctionné à compter d'une certaine date. Il existe bien quelques valeurs, mais ces dernières sont souvent hors-plage, incomplètes, etc.

Dans le doute et par mesure de précaution, il a été décidé de ne pas considérer ces valeurs et de ne pas les charger dans la banque ADES.

Les raisons qui ont entraîné ces lacunes et ces mauvais enregistrements depuis janvier 2007 sont multiples et sont la conséquence d'un défaut de suivi du réseau:

- erreurs dans le paramétrage des centrales d'acquisition.
- défaut de gestion des appareils et absence de tournées de maintenance ou de vérification du bon fonctionnement des stations.
- défaillance informatique du superviseur en cours d'année, fonctionnement conflictuel du superviseur avec la structure du parc informatique.
- restructuration du bureau et du parc informatique
- vandalisme des sites de mesure
- matériel visiblement peu adapté au contexte de Mayotte (climat tropical humide)

L'examen sur site de juin 2008 a permis de dresser un état des lieux du parc de piézomètres, ouvrage par ouvrage (cf. ci-dessous) et de remettre en service le plus rapidement possible un réseau de mesure opérationnel (débroussaillage des sites de mesure, paramétrage des stations d'acquisition, etc.).

### 3.3.1. Le piézomètre Combani 2

#### a) Description

Indice BSS : 12306X0010/COMB2

X : 0514346 m

Y : 8585793 m

Z : 118 m NGM (référence des mesures)

**Masse d'eau** : Massif de Digo : 9602c

Le piézomètre de Combani 2 est issu de la campagne de forage de 1991-1992 (cf. rapport BRGM R35165 REU 4S 92). En empruntant la route direction Kahani, le forage est situé sur la droite en sortant du village de Combani, 300 m environ après avoir dépassé le dispensaire. L'ouvrage est visible depuis la route



*Illustration 3: le piézomètre de Combani 2*

L'ouvrage de Combani 2 est implanté sur une parcelle de la Collectivité Départementale de Mayotte de référence suivante : section AW, parcelle 37, titre 80.

Hydrogéologiquement, la nappe captée par le forage de Combani 2 se développe dans des horizons épais d'altérite. Manifestement la nappe n'est pas captive à cet endroit mais recouverte de 5 m d'argile étanche en surface (cf. Illustration 4). La nappe suivie appartient à la masse d'eau du Massif du Digo et représente les formations aquifères du plateau de Combani (cf. rapport BRGM/RP-56772-FR).

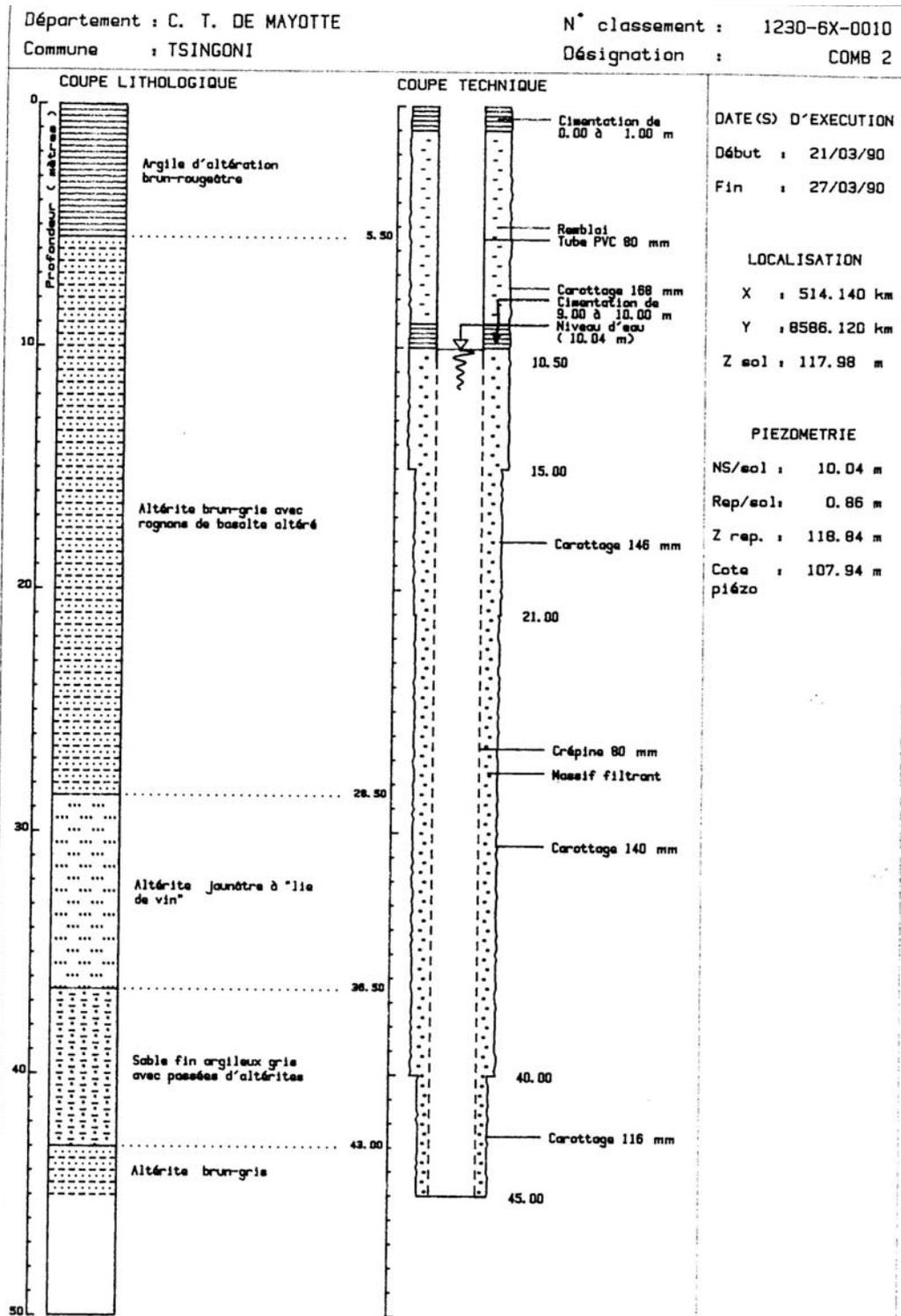


Illustration 4 : coupe technique du piézomètre de Combani 2 (extraite du rapport BRGM 35165 REU 4S 92)

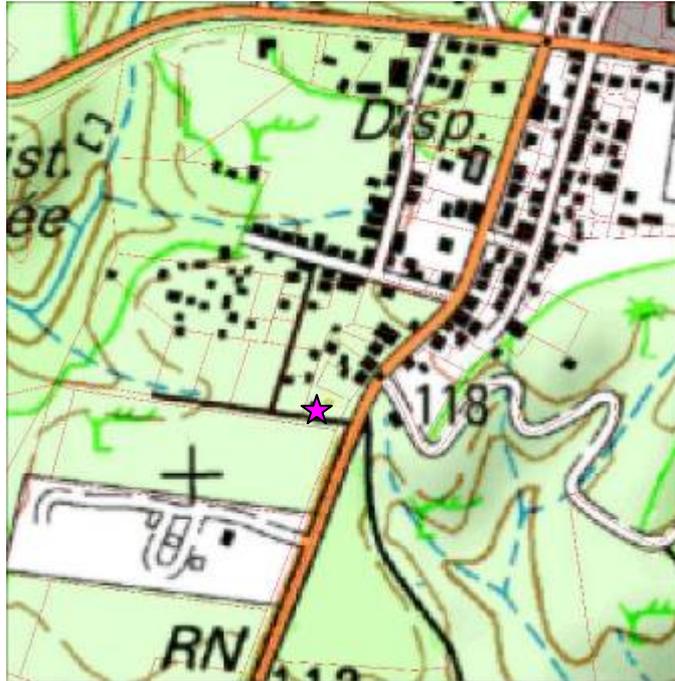


Illustration 5: localisation du site du piézomètre de Combani 2

Le piézomètre a été vandalisé courant 2007. Le capot qui fermait l'orifice a été dégradé et les vis qui le maintenaient ont disparu. L'ouvrage a été rempli de déchets divers (piles, débris végétaux, bris de fer, boîtes conserves) sur une longueur estimée à environ 8 à 10 m (longueur estimée par différence du câble du capteur qu'il est impossible de ressortir).

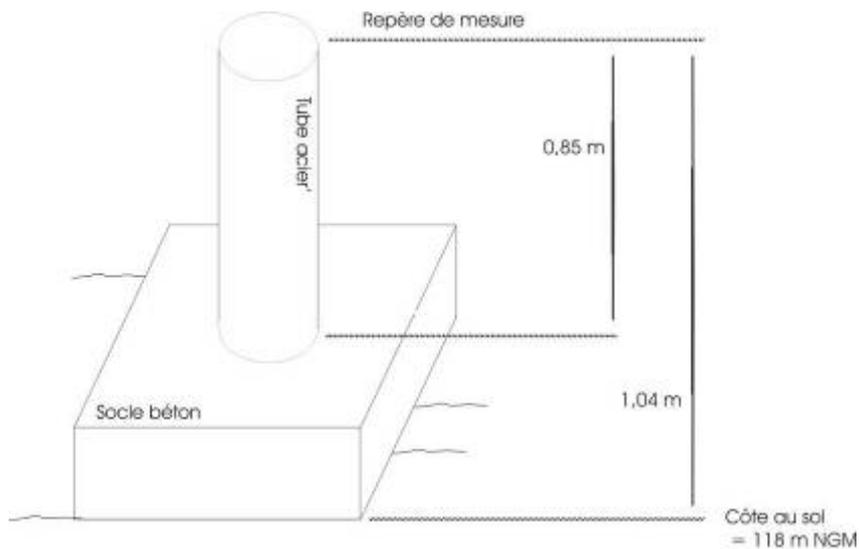


Illustration 6: le repère de mesure de l'ouvrage de Combani 2

Il a seulement été possible de dégager le premier mètre de déchets. Il est impossible de réaliser à une mesure manuelle dans l'état actuel des choses, ni même de retirer le capteur.

Se pose aussi le problème de la propriété du terrain. Après vérification auprès du cadastre, le terrain appartient bien à la Collectivité départementale de Mayotte mais est occupé par un exploitant agricole qui construit un banga<sup>8</sup> à quelques mètres du piézomètre et a planté une série de bananiers autour.

Etant donné qu'il est impossible de procéder au retrait du capteur pour l'étalonner et de valider le niveau par une mesure manuelle, la station d'enregistrement a été retirée du site en juin 2008. Le piézomètre est depuis déclaré comme hors d'usage.

b) Valorisation des données piézométriques et éléments de fonctionnement hydrogéologique

La chronique du piézomètre de Combani 2 débute le 13 novembre 1992 et s'arrête le 19 février 2007 (cf. Illustration 7) et ne comporte pas moins de 320 enregistrements.

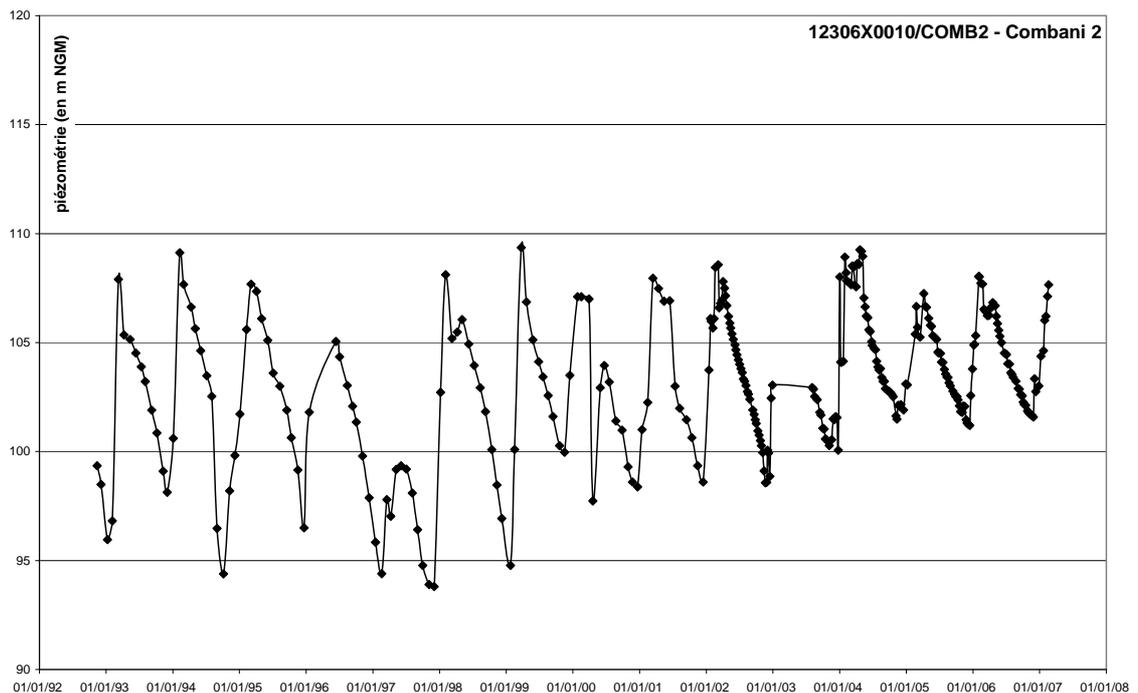


Illustration 7 : chroniques de variations piézométriques de l'ouvrage de Combani 2

<sup>8</sup> Habitat sommaire de tôles, bois et terre que l'on trouve à Mayotte

A la lecture de l'illustration 7, le piézomètre de Combani 2 montre les caractéristiques suivantes :

Le signal piézométrique se situe en moyenne entre 95 m NGM et 110 m NGM, sa position médiane est plus souvent autour de 100 m NGM, ce qui place l'aquifère du plateau de Combani parmi les plus hauts en altitude de l'île. Ces amplitudes de variation de l'ordre de 10 à 15 m sont parmi les plus fortes enregistrées à Mayotte (plus souvent de l'ordre de 1 à 2 m au maximum).

Les cycles piézométriques se découpent de la façon suivante entre saison sèche et saison humide :

- une période de remontée des niveaux aquifères entre décembre et mars, cette remontée est de l'ordre de 10 à 20 cm/jour en moyenne ;
- une période de tarissement des niveaux aquifères entre mars/avril et décembre. La vitesse de vidange est de l'ordre de 2 à 5 cm/jour

En ce qui concerne la tendance moyenne du signal, il s'avère que jusqu'à la date de 1998/1999, les cyclicités piézométriques présentaient une allure voisine d'une année sur l'autre. En revanche, depuis 1999, il s'avère que les niveaux d'étiage sont de plus en plus élevés d'une année sur l'autre (cf. Tableau 2)

Etiage	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Niveau aquifère (en m NGM)	94,77	97,74	98,38	98,6	98,6	100,06	101,49	101,2	101,6

Tableau 2 : hausse du niveau piézométrique en étiage au piézomètre de Combani 2

Cette hausse des niveaux piézométriques ne se traduit pas en saison humide (les niveaux piézométriques maximum atteint d'une année sur l'autre ne montrent pas de progression significative entre 1993 et aujourd'hui)

De plus, on peut remarquer une différence d'allure en ce qui concerne les courbes de tarissement à partir de 1998. En effet, alors que les courbes montraient une concavité tournée vers le bas les années précédentes, à partir de 1998 cette concavité est inversée et se remarque très bien en 2004, 2005 et 2006.

La station pluviométrique la plus proche étant celle de Combani, l'augmentation des niveaux piézométriques pourrait être – en partie - la conséquence de l'augmentation de la pluviométrie dans ce secteur depuis 2004 (cf. § 2.2.i.). Par ailleurs, 2004 est une année à pluviométrie maximale, ce qui se retranscrit sur la courbe par des niveaux de hautes eaux et d'étiage parmi les plus élevés jamais enregistrés.

Par ailleurs, ces changements pourraient traduire l'influence de la mise en place en amont hydraulique de la retenue collinaire de Combani (remplissage en 1998, cf. Illustration 18). La mise en place de la retenue a pour conséquence directe l'alimentation pérenne du cours d'eau de l'Ourovéni et l'augmentation notable de son débit (soutien à l'étiage). Comme signalé dans les rapports de forage (cf. rapports BRGM R35165 REU 4S 92 et BRGM/RP-50428-FR), il est très probable que les

infiltrations opérées dans le lit de l'Ourovéni alimentent directement les aquifères du plateau de Combani. Ces infiltrations ont pu augmenter et alimenter significativement ces aquifères (notamment en période d'étiage, ce qui expliquerait les tarissements moindres).

Par conséquent, on remarque aujourd'hui un niveau d'étiage moyen qui se situe 6 à 7 m au dessus des niveaux d'étiage moyens antérieurs à la réalisation de la retenue. Ces observations sont intéressantes en termes de réévaluation de la potentialité de la ressource et cette hypothèse mériterait d'être vérifiée par une étude approfondie.

En ce qui concerne le fonctionnement hydrogéologique de l'aquifère observé par le piézomètre, il est possible d'avancer que :

- cet aquifère est réactif comme en témoignent (i) les variations piézométriques marquées et (ii) la variabilité importante du signal d'une année sur l'autre et (iii) les fortes pentes de remontée et de vidange. Il semblerait que l'aquifère soit relativement ouvert et bien drainé pour illustrer de tels comportements ;
- cet aquifère est soumis à une modification hydrogéologique importante depuis la mise en place de la retenue collinaire de Combani en 1998. Par conséquent, le potentiel en eau souterraine exploitable du plateau de Combani pourrait être revu à la hausse
- ce piézomètre était un excellent indicateur qu'il convient de remplacer aussi rapidement que possible. Pour information, le piézomètre de Combani 1 (12306X0009) situé à moins de 300 m est suivi par la DAF depuis sa création en 1991 et témoigne des mêmes variations (cf. rapport BRGM/RP-56772-FR). A l'heure actuelle, il n'est pas prévu de remplacer le piézomètre de Combani 2 par celui de Combani 1 ni par un nouvel ouvrage.

### 3.3.2. Le piézomètre Ourovéni 2

#### a) Description

BSS: 12306X0012/OURO02

X : 0514170 m

Y : 8583912 m

Z : altitude variable dans la littérature (aux alentours de 50 ou 55 m, de préférence 55 m, la carte IGN est relativement peu précise dans la boucle du virage)

**Masse d'eau** : Massif de Digo : 9602c

Le piézomètre d'Ourovéni 2 est issu de la campagne de forage de reconnaissance de 2004 (cf. rapport BRGM/RP-53472-FR). Il s'agit d'un forage de 100 m de profondeur initialement prévu pour l'exploitation en eau potable. Cet ouvrage non équipé est aujourd'hui utilisé en tant que piézomètre (coupe technique en Illustration 9). Le piézomètre est un ancien forage de gros diamètre (250 mm) tubé en PVC dont l'orifice est un tube acier recouvert d'un capot boulonné assurant ainsi une relative

sécurité vis-à-vis des actes de vandalisme.



Illustration 8 : le piézomètre d'Ourovéni 2

L'ouvrage d'Ourovéni 2 est implanté sur une parcelle privée de référence suivante : section AV, parcelle 148, titre 1644.

L'ouvrage est situé en bordure de la route nationale reliant Combani à Kahani. De la RN en venant de Combani direction Kahani, traverser le Mro Oua Ourovéni au niveau de l'ancien pont et emprunter la 1<sup>ère</sup> piste sur la gauche. Le forage est quelques dizaines de mètres en amont, dans l'extrados du second virage en épingle.

Sur un plan hydrogéologique, il est signalé dans le rapport de forage que la nappe recoupée par le forage d'Ourovéni 2 est la mise en communication de 3 venues d'eau, la première issue d'un horizon d'alluvions, la seconde d'un horizon de basaltes fracturés, la troisième d'un horizon d'alluvions sableux. Ces venues d'eau sont captives et séparées par des argiles ou des horizons de basalte massif.

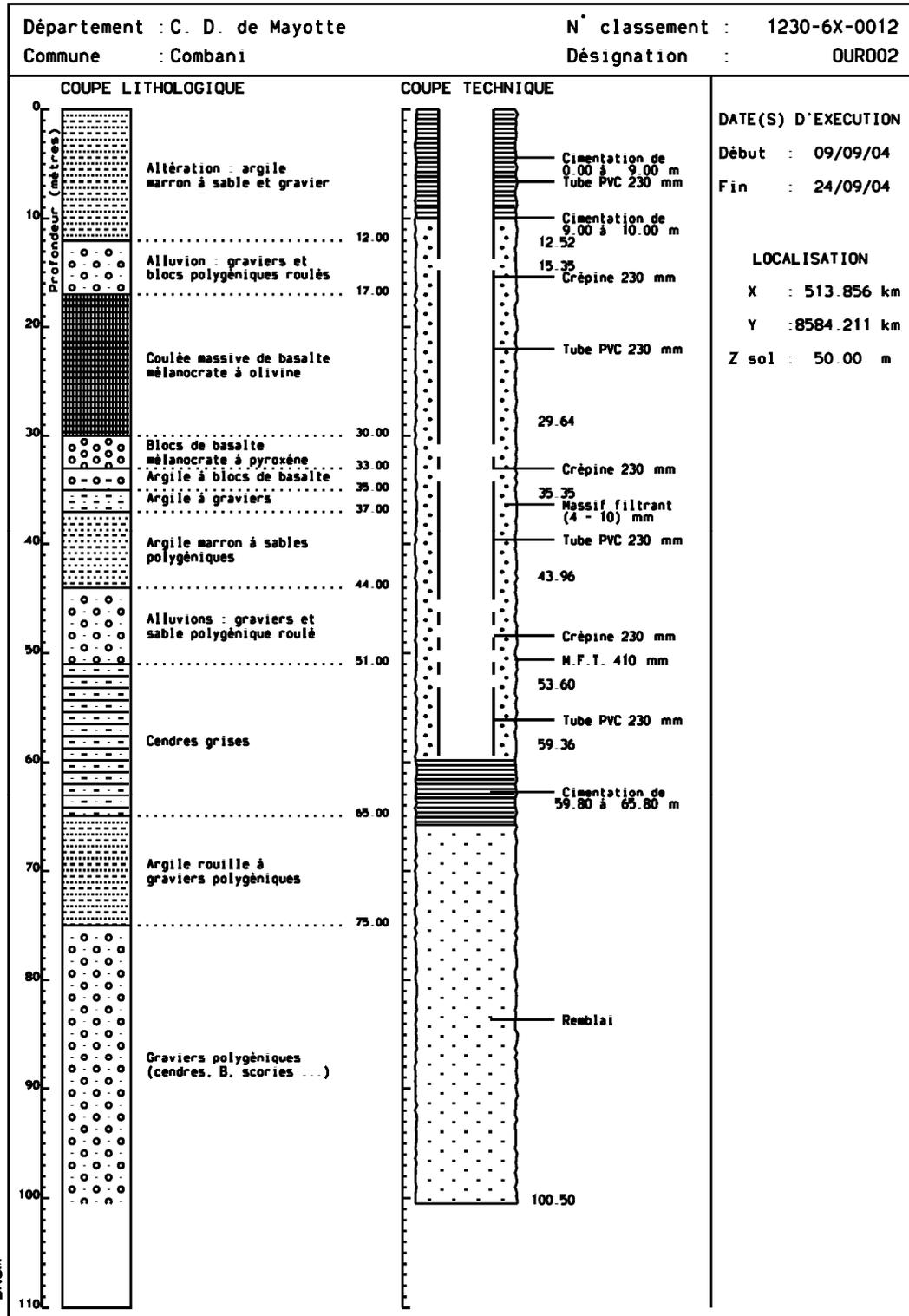


Illustration 9 : coupe technique du piézomètre d'Ourovéni 2 (extraite du rapport BRGM/RP-53472-FR)

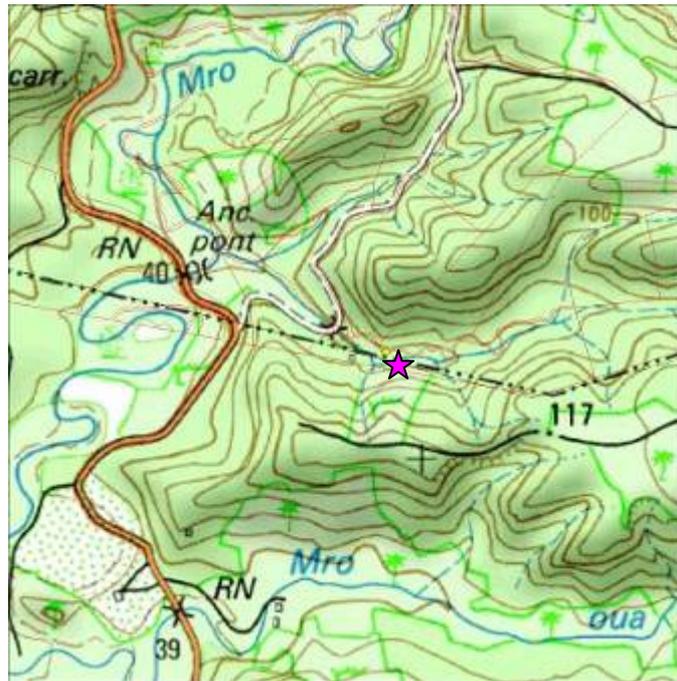


Illustration 10 : localisation du site du piézomètre d'Orovéni 2

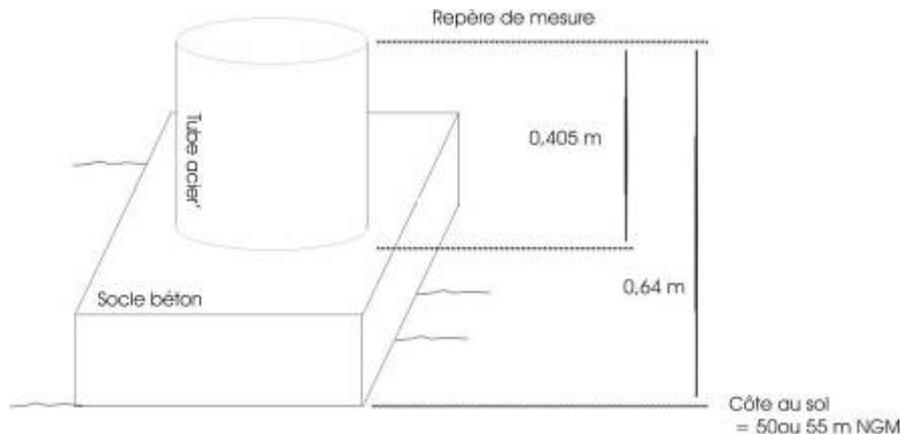


Illustration 11 : le repère de mesure du site d'Orovéni 2

L'examen sur site du 16 juin confirme le bon état du piézomètre et l'inutilité des travaux de réhabilitation.

La centrale d'acquisition a été réinstallée sur site et elle est actuellement en cours d'enregistrement. La centrale d'acquisition est à l'abri, les environs du piézomètre ne semblent pas présenter de risques particuliers et la mesure manuelle est aisée. A la différence des autres sites, la station d'acquisition du piézomètre d'Orovéni 2 n'est pas enterrée. Le diamètre du tube extérieur permet de glisser la station dans l'enceinte

du forage et de le maintenir en équilibre sur le tubage intérieur en le fixant sur un jeu de croisillon.

b) Valorisation des données piézométriques et éléments de fonctionnement hydrogéologique

La chronique des variations piézométriques enregistrées entre le 2 juin 2005 et le 5 janvier 2009 au forage d'Ourovéni (soit 84 mesures avant 2008 et une mesure horaire depuis juin 2008) est présentée en Illustration 12.

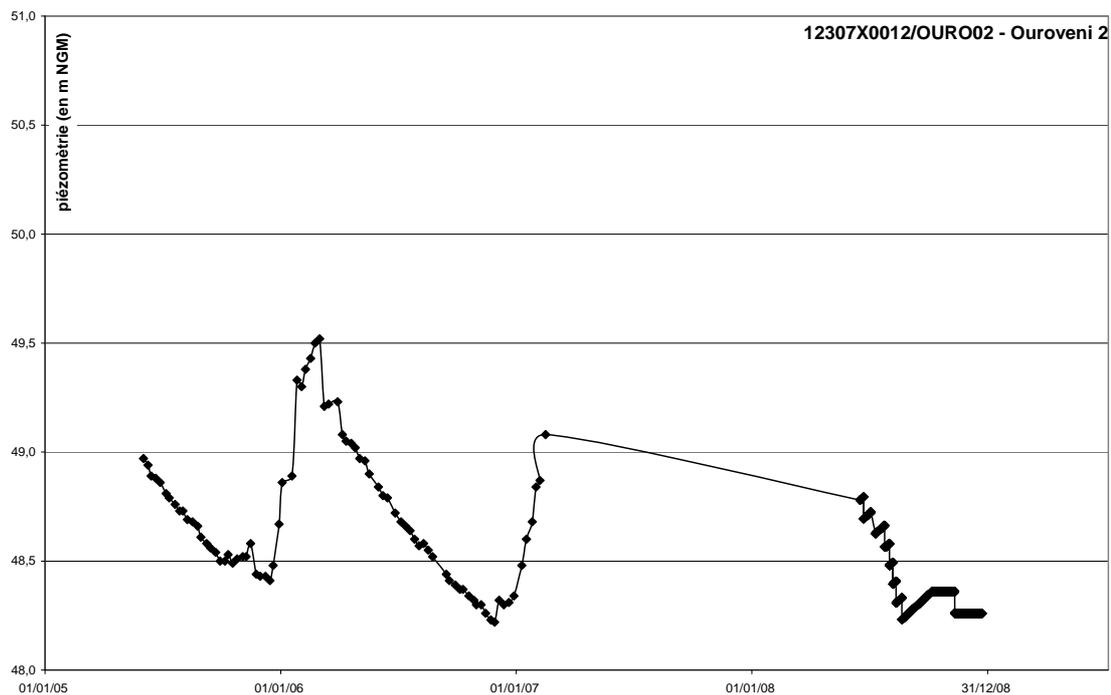


Illustration 12 : chroniques de variations piézométriques de l'ouvrage d'Ourovéni 2

Bien que le nombre de cycles hydrogéologiques soit trop faible pour donner quelques interprétations statistiques, il est possible d'avancer quelques observations élémentaires.

Sur les dernières années, la piézométrie de l'ouvrage fluctue entre 48 et 50 m NGM environ entre saison humide et saison sèche :

- la remontée des niveaux aquifères se produit entre décembre et mars à la vitesse moyenne de remontée est de l'ordre de 1 à 1,5 cm/jour, parfois moins.
- En ce qui concerne la vidange de l'aquifère, elle se déroule entre mars/avril et décembre selon un profil pseudo exponentiel. La vitesse de vidange de l'aquifère est très peu rapide, de l'ordre de 3 à 4 mm/jour.

En termes de comportement hydrogéologique, il est évident que les formations aquifères recoupées ne sont pas comparables à celles recoupées plus en altitude sur le plateau de Combani mais appartiennent plutôt à des formations anciennes, probablement contemporaines ou peu postérieures au volcanisme du bouclier septentrional assimilé au substratum local (cf. rapport BRGM/RP-56772-FR). Sur le fonctionnement, les faibles oscillations piézométriques et la régularité du signal (bien que le nombre de cycles ne soit pas encore assez représentatif) tendent à montrer un milieu aquifère peu réactif, aux cinétiques d'alimentation et de vidange peu rapides, probablement confiné, voire aux zones d'alimentation éloignées.

L'absence de mesures antérieures à 2005 ne permet pas de soupçonner une influence de la création de la retenue collinaire, influence qui semble peu probable en raison (i) de l'éloignement du piézomètre par rapport à la retenue, (ii) de sa profondeur et (iii) du fait que les alimentations proviendraient davantage des contreforts Est (Milma Combani) que des reliefs Nord (Mlima Digo) où se situe la retenue collinaire (cf. Illustration 18). En ce qui concerne l'évolution tendancielle des niveaux piézométriques, il est délicat de définir une tendance sur un historique de données aussi court. Néanmoins, il est possible – dans une relative mesure – d'avancer qu'au regard de l'augmentation sensible de la pluviométrie du pluviomètre le plus proche (celui de Combani, cf. Annexe 2 et § 2.2.i), une hausse des niveaux piézométriques moyens n'est pas à exclure ces 3 à 4 dernières années.

Cette ouvrage est un bon piézomètre et - en termes d'action – il conviendrait de procéder :

- au nivellement de ce piézomètre afin de recalibrer plus précisément la chronique piézométrique. Cette action pourra être prévue rapidement dans le cadre de la mise en place du réseau de surveillance DCE.
- à la régularisation foncière du piézomètre. En effet, après vérification cadastrale, la parcelle sur laquelle l'ouvrage est implanté est privée. A ce jour aucune convention relative à l'autorisation d'utilisation du piézomètre n'a été passée avec le propriétaire et augmente le degré de vulnérabilité de l'ouvrage.

Le piézomètre d'Ourovéni 2 a été retenu comme piézomètre indicateur au sein du réseau de surveillance DCE de l'état de la masse d'eau du massif de Digo (code MESO 9602c) dans ses formations basales ancienne, contemporaines du bouclier septentrional (cf. rapport BRGM/RP-56772-FR).

### 3.3.3. Le piézomètre Kahani 1 8p

#### a) Description

BSS: 12312X0030/KAHA1  
X : 0514081 m  
Y : 8582433 m  
Z : 116 m NGM (référence des mesures)

**Masse d'eau** : Massif de Digo : 9602c

Le piézomètre de Kahani 1 8p est issu de la campagne de forage de 1991-1992 (cf. rapport BRGM R35165 REU 4S 92). Le forage se trouve sur une parcelle clôturée qui accueillait auparavant un bâtiment aujourd'hui en ruine. La parcelle a été abandonnée et reconvertie en plantations de bananiers. Pour trouver et approcher le piézomètre, il est nécessaire d'enjamber un portail cadenassé. L'ouvrage se trouve à l'ombre d'une bamboueraie à 20 m du coin de la petite maison blanche et à une dizaine

du croisement situé derrière la bamboueraie. La coupe technique de l'ouvrage est donnée en Illustration 14.



*Illustration 13 : le piézomètre de Kahani 1 8p*

L'ouvrage de Kahani 1 8p est implanté sur une parcelle communale appartenant à la commune d'Ouangani et de référence suivante : section AT, parcelle 4, titre 3676.

Une convention permettant l'utilisation du forage comme piézomètre a été passée avec la mairie d'Ouangani en novembre 2008. Cette convention autorise le libre accès à la parcelle clôturée, permet de disposer des clefs d'entrée et fixe d'être tenu informé de l'utilisation future de la parcelle (cf. Annexe 3), notamment si des aménagements venaient à être décidés.

La tête du piézomètre est recouverte d'un clapet métallique retenu par une vis. La dégradation de l'ouvrage est faible si ce n'est la rouille qui dégrade les abords du tubage et le clapet. Le coffrage est en bon état et a été récemment dégagé.

Hydrogéologiquement, le rapport de forage indique que la nappe de Kahani 1 8p se développe dans des basaltes fins zéolitisés et fracturés. La nappe est localement captive sous une vingtaine de mètres d'argile et/ou d'altérites.

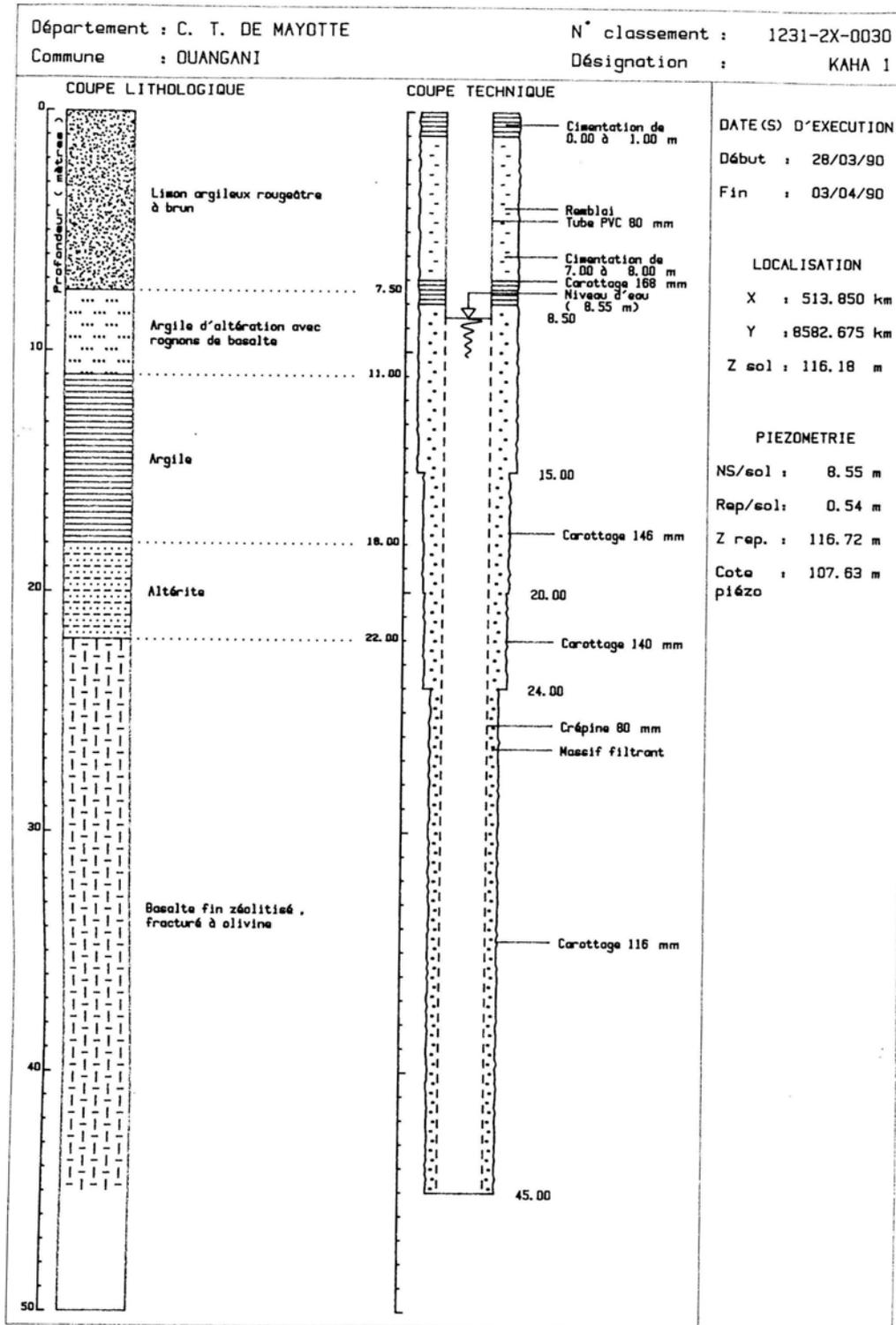


Illustration 14 : coupe technique du piézomètre de Kahani 1 8p (extraite du rapport BRGM 35165 REU 4S 92)

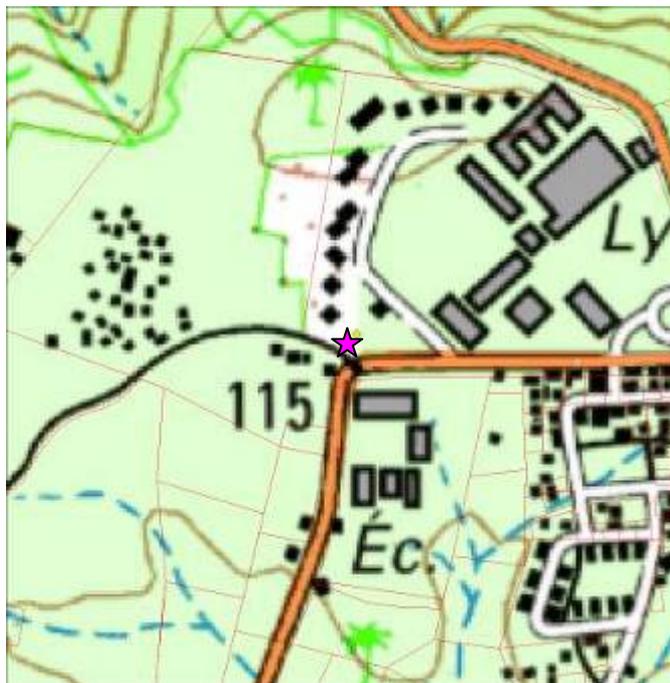


Illustration 15 : localisation du site du piézomètre de Kahani 1 8p

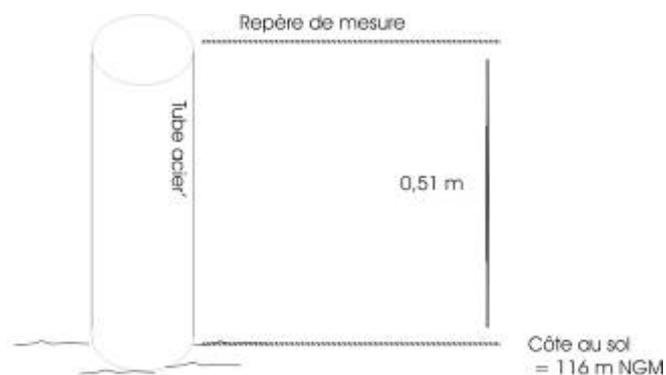


Illustration 16 : le repère de mesure du site de Kahani 1 8p

La centrale d'acquisition est enterrée au pied de l'ouvrage. La mesure manuelle est facilement réalisable.

La centrale d'acquisition a été réinstallée sur site le 16 juin 2008, elle est actuellement en cours d'enregistrement.

A noter que l'intensité du signal du réseau GSM est faible à cet endroit. Le fait d'enterrer la centrale peut rendre plus difficile la transmission des SMS.

b) Valorisation des données piézométriques et éléments de fonctionnement hydrogéologiques

La piézométrie de l'ouvrage de Kahani 1 entre le 13 novembre 1992 et le 5 janvier 2009 (soit 312 mesures avant 2008 et une mesure par heure depuis juin 2008) est présentée en Illustration 17.

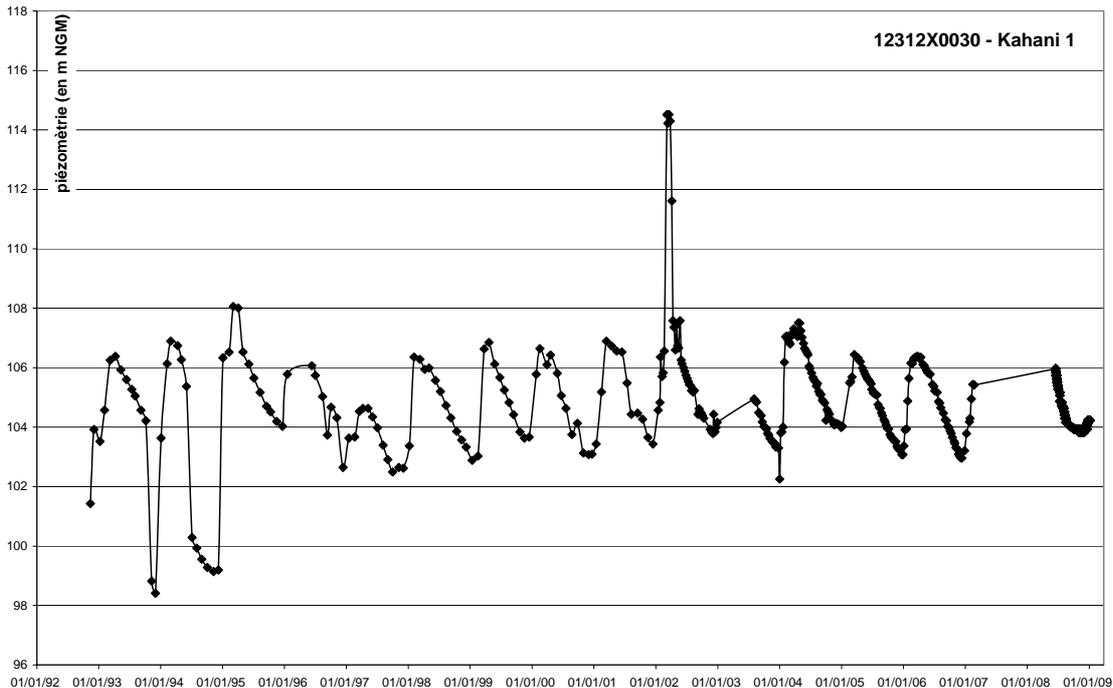


Illustration 17 : chroniques de variations piézométriques de l'ouvrage de Kahani 1

La piézométrie de l'aquifère suivi par le piézomètre de Kahani 1 fluctue entre 101 et 108 m NGM et les niveaux médians se situent plus souvent entre 103 et 105 m NGM. Le niveau moyen de l'aquifère est - par conséquent - très comparable à celui enregistré au piézomètre de Combani. Les fluctuations annuelles sont de l'ordre de 3,5 à 4 m environ et donc sensiblement inférieures à celles enregistrées au piézomètre de Combani 2 (cf. b).

Une réserve peut néanmoins être apportée sur la véracité des niveaux des deux premiers étiages enregistrés (93 et 94). L'allure de la pente de vidange ainsi que les faibles niveaux enregistrés seraient davantage la conséquence d'une erreur de mesure (ou de calage) que d'un phénomène naturel. D'autant qu'il n'existe pas de points intermédiaire qui pourraient apporter un crédit à ces valeurs. L'absence de pompage à proximité écarte aussi toute hypothèse de prélèvement. Ces deux étiages ne seront pas considérés dans les analyses ci-dessous.

De la même manière, les niveaux piézométriques > 114 m NGM enregistrés pendant la saison humide de 2002 sont bien supérieurs aux valeurs communément enregistrées à cette période (delta > 3 m) et par conséquent suspectes aussi. Par comparaison avec la chronique piézométrique de Combani 2 (Illustration 7) considérée comme très proche sur le plan du fonctionnement hydrogéologique (cf. ci-dessous), cette dernière ne témoigne pas d'un pic aussi prononcée à cette période. Ce qui laisse entendre qu'il s'agit une fois encore d'une erreur de mesure ou d'un artefact local qui ne sera pas pris en compte dans les examens ci-dessous.

Les cycles piézométriques enregistrés à l'ouvrage se découpent de la façon suivante entre saison sèche et saison humide :

- une période de remontée des niveaux aquifères entre décembre et mars. Cette remontée relativement rapide est de l'ordre de 3 à 5 cm/jour en moyenne ;
- une période de tarissement pseudo-exponentielle des niveaux aquifères entre mars/avril et décembre. La vitesse de vidange est de l'ordre de 1 à 1,5 cm/jour

En ce qui concerne la tendance moyenne de la piézométrie depuis le début des enregistrements, elle ne traduit pas de comportement particulier de type baisse ou hausse. Il semblerait néanmoins que les niveaux d'étiage aient augmenté progressivement entre 1997 et 2004 (maximum en 2002 et 2004) et diminué par la suite (cf. Illustration 19). Il en est visiblement de même pour les niveaux maximums en hautes eaux.

Le pluviomètre le plus proche étant celui de Combani, il est possible de rattacher les maximums de hautes eaux aux maximums de précipitations de 2002 et de 2004 (cf. § 2.2.i. et chroniques en Annexe 2). La diminution moyenne des niveaux piézométriques en 2005, 2006 et 2007 peut être la conséquence d'un léger déficit des précipitations par rapport à 2004. Ces observations montrent une fois de plus que le piézomètre de Kahani 1 est très réactif.

En revanche, il est peu probable que le piézomètre de Kahani 1 subisse l'influence de la retenue collinaire comme on peut le vérifier à Combani, ce qui se comprend dans le sens où (i) la distance séparant l'ouvrage de la retenue est plus importante, (ii) le Mro Oua Orovéni où l'on procède à une alimentation artificielle en saison sèche est en aval hydraulique de l'ouvrage (vers 40 m NGM), donc les infiltrations dans le lit du cours d'eau ne peuvent en aucun cas participer au redressement du niveau piézométrique d'étiage de l'ouvrage (cf. Illustration 18).

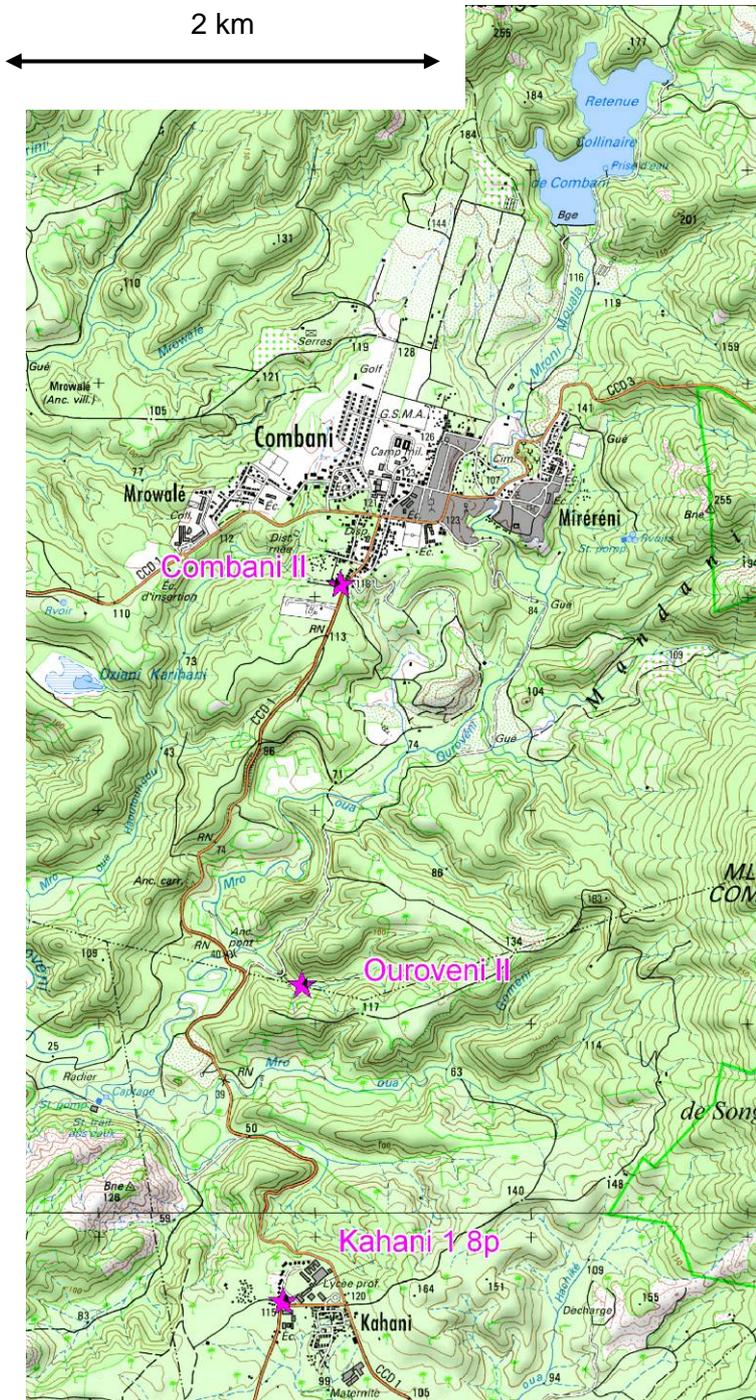
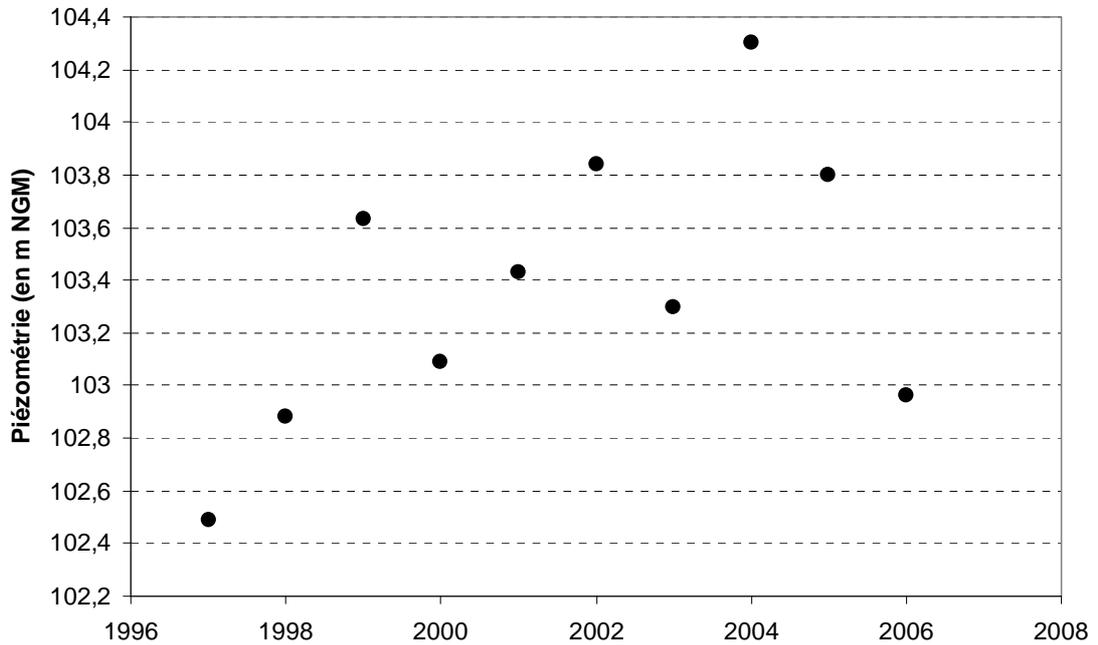


Illustration 18 : emplacement relatif des piézomètres de Combani 2, Oouroveni 2 et Kahani 1 8p par rapport à la retenue collinaire de Combani.



*Illustration 19 : étiage annuel minimal enregistré au piézomètre de Kahani entre 1997 et 2006.*

Cet ouvrage est un piézomètre de bonne qualité. Dans le souci d'assurer sa pérennité, il conviendrait de procéder à quelques menues réparations, particulièrement en ce qui concerne le clapet et le tube extérieur. Il est important de noter que cet ouvrage a été intégré dans le réseau de surveillance DCE (cf. rapport BRGM/RP-56772-FR) comme indicateur de l'état quantitatif de la masse d'eau du Massif de Digo (code MESO 9602c)

### 3.3.4. Le piézomètre Hajangoua

#### a) Description

BSS: 12313X0031/HAN2  
X : 0521927 m  
Y : 8577293 m  
Z : 12 m NGM (référence des mesures)

**Masse d'eau :** Complexe du Sud : 9603

Le piézomètre d'Hajangoua 2 a été réalisé durant la campagne de forage de 1991-1992 en même temps que le piézomètre d'Hajangoua 1 dont il est espacé d'une centaine de mètres environ. Ce piézomètre n'a pas fait l'objet de rapport contrairement à Hajangoua 1 et bien qu'il date de la même campagne, les informations à son sujet sont malheureusement fragmentaires.

Ainsi il n'est pas possible de connaître : (i) la profondeur initiale de l'ouvrage (estimée environ à 20 - 30 m pour expliquer les manifestations hydrogéologiques), (ii) les unités lithologiques traversées - bien que la succession doit être proche de celle

rencontrée lors de la réalisation du forage d'Hajangoua 1 – (iii) ainsi que les horizons aquifères



*Illustration 20 : le piézomètre d'Hajangoua 2.*

L'ouvrage d'Hajangoua 2 est implanté sur une parcelle privée de référence suivante : section BD, parcelle 64, titre 3682

Le piézomètre d'Hajangoua 2 est situé au centre d'un terrain en friche en bordure sud-ouest de la route nationale sur le segment au sud d'Hajangoua, 1 km environ après la sortie du village et 500m après avoir traversé le pont. L'accès par véhicule est difficile en raison de l'épaisse végétation recouvrant la friche et des inondations fréquentes. La localisation du piézomètre peut aussi s'avérer difficile à cause de la végétation.

Le point de repère est le cocotier isolé sensiblement à l'écart des autres. Le piézomètre se situe environ à une trentaine de mètres à l'est de ce cocotier, à quelques mètres au sud d'un bouquet de bananiers.

Hydrogéologiquement, l'horizon aquifère recoupé serait captif, encaissé dans des formations basaltiques altérées et fracturées recouvertes par une quinzaine de mètres de limons argileux.

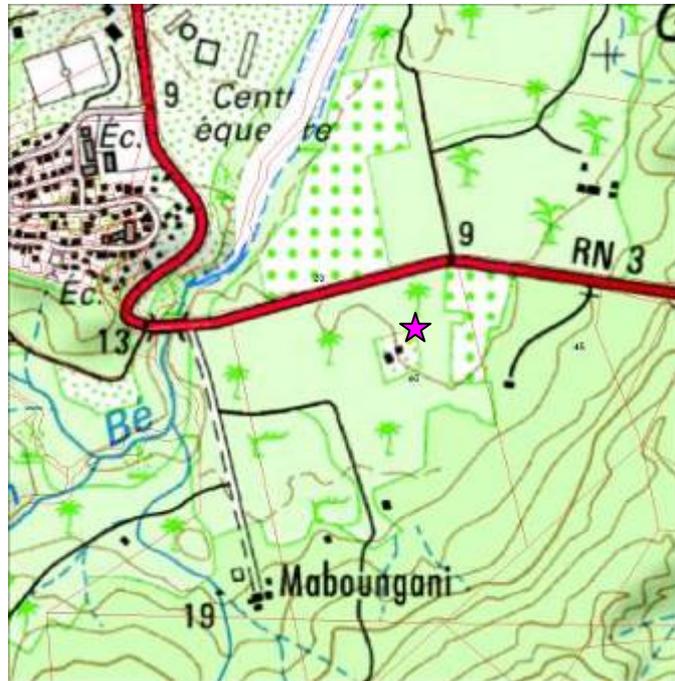


Illustration 21 : localisation du site du piézomètre d'Hajangoua 2

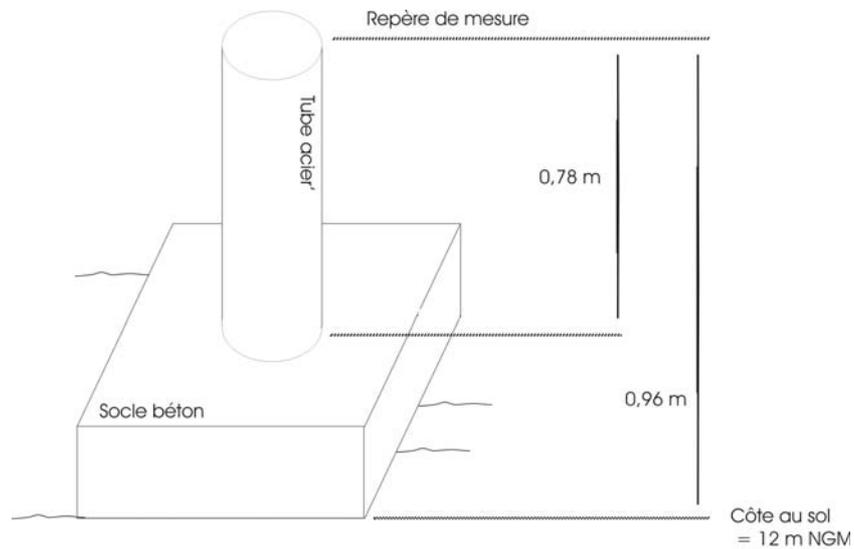


Illustration 22 : le repère de mesure du site d'Hajangoua 2

La centrale d'acquisition est enterrée au pied de l'ouvrage. La mesure manuelle est facilement réalisable.

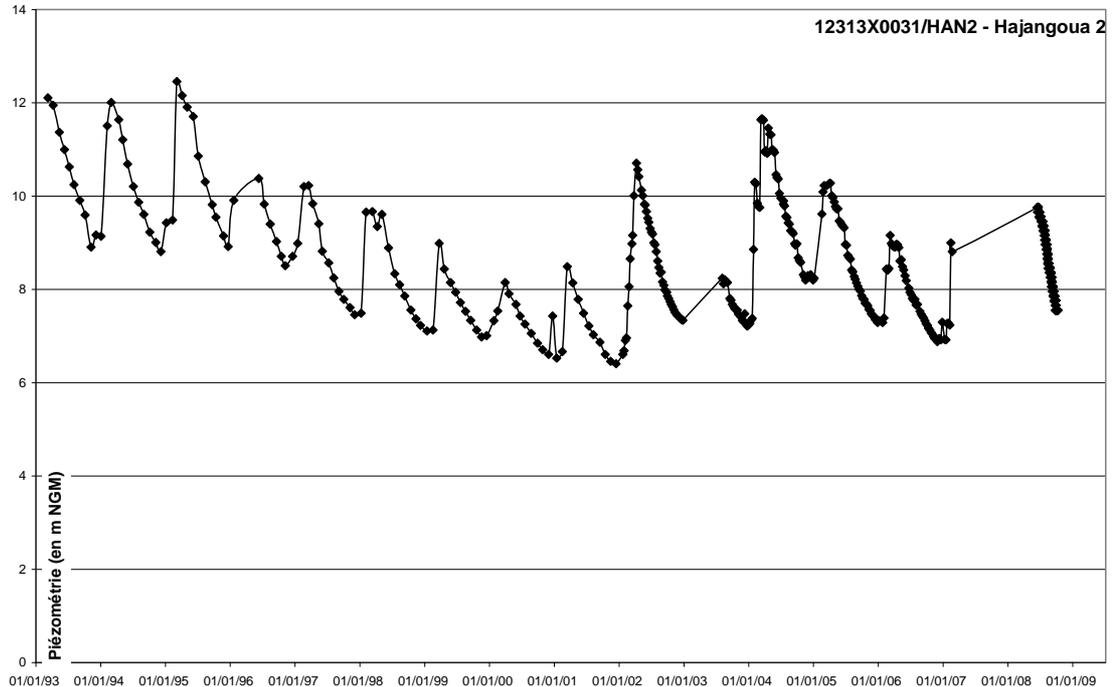
L'examen du piézomètre le 16 juin 2008 a pu mettre en évidence la profondeur de la colonne de forage par descente de la sonde à très exactement 11,25 m/repère. Il est délicat de dire si cette profondeur est celle d'origine, ou bien si l'ouvrage s'ensable progressivement par la crépine ou à la faveur d'autres interstices (jointures PVC, bouchon de pied, etc.), ce qui expliquerait à la fois qu'elle soit faible et que le fond soit rempli de matériaux vaseux. .

Il faut noter que le piézomètre n'est pas très stable, le tubage est branlant et le coffrage s'est désolidarisé du sol. Les abords du piézomètre sont creusés et il est possible que des infiltrations de surface viennent perturber le signal de la nappe. L'examen de la chronique des niveaux statiques d'Hajangoua 2 fait état de débordements artésiens (notamment en 1993, 1994 et 1995, du moins d'après les profondeurs mesurées, inférieures par rapport à la partie dégagée de la tête de forage. Il semblerait qu'en fin de saison des pluies, le niveau remonte d'une dizaine voire d'une vingtaine de centimètres dans la colonne. Compte tenu de l'inondabilité avérée de la parcelle, il serait intéressant de vérifier si l'artésianisme mesuré est bel et bien un effet de nappe ou simplement un remplissage de la colonne en saison des pluies par les eaux de surface lors de la création d'une petite mare (avérée) autour du piézomètre. Dans ce dernier cas, il est impératif de n'accorder qu'un très faible crédit à ce piézomètre et particulièrement en saison des pluies.

La centrale d'acquisition a été réinstallée sur site le 16 juin 2008 et déséquipée le 13 novembre 2008 pour des raisons techniques. Compte tenu des arguments avancés dans le paragraphe précédent, il a été décidé de ne pas rééquiper le piézomètre.

#### b) Valorisation des données piézométriques et éléments hydrogéologiques

Les fluctuations du piézomètre d'Hajangoua 2 entre le 10 mars 1993 et le 13 novembre 2008 (318 mesures avant 2008 et une mesure par heure depuis juin 2008) sont représentées en Illustration 23.



*Illustration 23 : chroniques de variations piézométriques de l'ouvrage d'Hajangoua 2. Suite à une panne matériel, il n'y a pas d'enregistrement après le 10 octobre.*

Les fluctuations piézométriques se situent entre 8 et 10 m NGM entre 1993 et aujourd'hui. L'amplitude maximale est de 5,5 m, mais d'une année sur l'autre elle se cantonne entre 2 et 4 m. Le comportement hydrogéologique de l'aquifère capté au niveau du piézomètre se traduit par :

- une période de remontée du signal entre décembre et mars/avril qui traduit la recharge de l'aquifère en saison humide. Durant cette période, l'aquifère se recharge à la vitesse moyenne de 2 à 4 cm/jour ;
- une période de régression du signal entre mars/avril et décembre qui correspond à la vidange de l'aquifère en saison sèche. La vitesse de vidange est relativement stable, autour de 0,9 à 1,2 cm/jour.

En termes de fonctionnement, l'aquifère capté par le piézomètre montre une réactivité importante lors de la recharge (pente prononcée) et moindre lors du tarissement (pente plus faible) ce qui laisse supposer que les systèmes de drainage en aval de ces aquifères sont limités en termes de perméabilité (hypothèse à vérifier).

En ce qui concerne l'évolution globale du signal, il semblerait que les cycles hydrogéologiques soient stables de 1993 à 1997 (entre 9 et 12 m NGM).

De 1997 à 2002, les niveaux piézométriques de hautes eaux et d'étiage diminuent d'une année sur l'autre, et ce de l'ordre de -0,3 à -0,5 cm/an. La régularité des cycles hydrogéologiques pendant cette période laisse croire à un déficit d'alimentation générale (en saison des pluies) plutôt qu'à une modification du fonctionnement

aquifère (qui se traduirait par des divergences soit dans les pentes, soit dans l'évolution des signaux des hautes eaux en désaccord avec les signaux à l'étiage.

L'analyse des chroniques pluviométriques du pluviomètre le plus proche, c.à.d. la station d'Ongoujou (cf. Annexe 2 et § 2.2.iii.). Les précipitations ont effectivement diminué entre 1996 et 1998 - ce qui explique en partie la baisse progressive des niveaux piézométriques - puis ont augmenté tout aussi progressivement par la suite jusqu'à atteindre des valeurs très élevées en 2005, 2006 et 2007.

De 2002 à 2005 les niveaux aquifères ont tendance à remonter, bien que la qualité du signal en 2003 (lacune) et 2004 (pics parasites, voir § précédent) ne soit pas la meilleure pour distinguer ces variations. Cette hausse se traduit plus particulièrement en ce qui concerne les niveaux d'étiage (encore qu'il est difficile de l'affirmer). Les niveaux en hautes eaux sont aussi très élevés et les valeurs de 2003, si elles existaient, aurait pu nous en apprendre davantage. Manifestement, il est possible d'attribuer la remontée générale de ces niveaux piézométriques à une augmentation de la pluviométrie – cette dernière étant en augmentation progressive sur cette période sans toutefois afficher de cumulés annuels très élevés - plutôt qu'à une modification du fonctionnement aquifère (cf. plus haut). Bien que cette hausse soit significative, les cycles hydrogéologiques n'ont pas retrouvé leurs niveaux de 1993/1997.

Bien au contraire, de 2005 à 2007, les niveaux piézométriques ont tendance à chuter, sur le modèle de la transition de 2002 (à peu près aux mêmes altitudes, c'est-à-dire vers 8,5 m NGM). Cette baisse concerne à la fois les niveaux de hautes eaux et d'étiage. Il est important de signaler que si la baisse des niveaux piézométriques entre 1996 et 1998 est comparable à la diminution des précipitations, la hausse de ces dernières entre 2005 et 2007 n'a pas d'influence comparable sur les niveaux piézométriques correspondants qui sont manifestement en régression.

En ce qui concerne 2008, seul le suivi de l'étiage a pu être réalisé (cf. 3.3). Il semblerait que la tendance de la courbe d'étiage 2008 soit sensiblement la même qu'en 2005 et 2006 (valeurs piézométriques similaires d'une année sur l'autre et vitesse de vidange très comparable) voire avec une valeur minimale d'étiage plus élevée que lors des années précédentes en raison des précipitations importantes enregistrées en 2007 et au premier semestre 2008 (le cumul des 5 premiers mois est équivalent à la moyenne annuelle depuis 1996). Toutefois, il aurait été nécessaire d'attendre la valeur seuil de l'étiage de 2008 pour affiner les comparaisons avec les autres années.

En conclusion, il est visiblement délicat de corréliser exclusivement niveaux piézométriques et précipitations. Les variations piézométriques du piézomètre d'Hajangoua 2 semblent être composites d'autres phénomènes dont les modalités ne sont pas encore identifiées (prélèvements agricoles, modifications des comportements hydrogéologiques, etc.). Pour 2009, il conviendrait de vérifier la bonne cohérence des mesures piézométriques de l'ouvrage, particulièrement en saison des pluies. Par ailleurs il n'existe – à ce jour – aucune convention relative à l'utilisation du piézomètre avec le propriétaire du terrain (après vérification cadastrale, il s'agirait d'un propriétaire

qu'il est difficile de retrouver). Il serait donc nécessaire de procéder à la régularisation de l'ouvrage.

### 3.3.5. Le piézomètre Kawéni 1 8p

#### a) Description

BSS: 12307X0011/KAWÉ1

X : 0523747 m

Y : 8588654 m

Z : 13 m NGM (référence des mesures)

**Masse d'eau** : Alluvions : 9604

Le piézomètre de Kawéni 1 8p a été réalisé pendant la campagne de forage de 1991-1992 (cf. rapport BRGM R35165 REU 4S 92). Profond de 50 m (coupe technique en Illustration 25), ce forage recoupe, dans ses niveaux inférieurs, des horizons au potentiel hydrogéologique élevé. Horizons qui constituent la ressource stratégique de l'île de Mayotte et qui sont exploités non loin de là, au niveau des forages de Kawéni F1 et F2.



*Illustration 24 : le piézomètre de Kawéni 1 8p*

L'ouvrage de Kawéni 1 8p est implanté sur une parcelle appartenant à la Collectivité Départementale de Mayotte de référence suivante : section AO, parcelle 39, titre 4145.

Le piézomètre de Kawéni 1 8p est situé en bordure d'un garage automobile, à l'endroit même où sont entassés les véhicules hors d'usage.

Hydrogéologiquement, le rapport de forage du piézomètre de Kawéni 1 8p fait mention du fait qu'il recoupe la formation volcano-alluvionnaire semi-captive à captive du cratère de Kawéni qui se développe dans des horizons détritiques de sable et de galets basaltiques (en ce qui concerne la géologie de détail, cf. rapport BRGM/RP-56773-FR et rapports précédents).

Le clapet métallique qui ferme le forage est maintenu par un boulon, ce qui assure une protection – encore que faible - contre les risques de pollution volontaire de la nappe (rejet d'huiles, d'acide de batteries, de carburants usagés) fréquents dans ce type d'endroit. De plus, il n'est pas rare que les débardages des matériaux en tous genres recouvrent en partie le piézomètre (pièces auto, planches de bois de la menuiserie voisine, etc.).

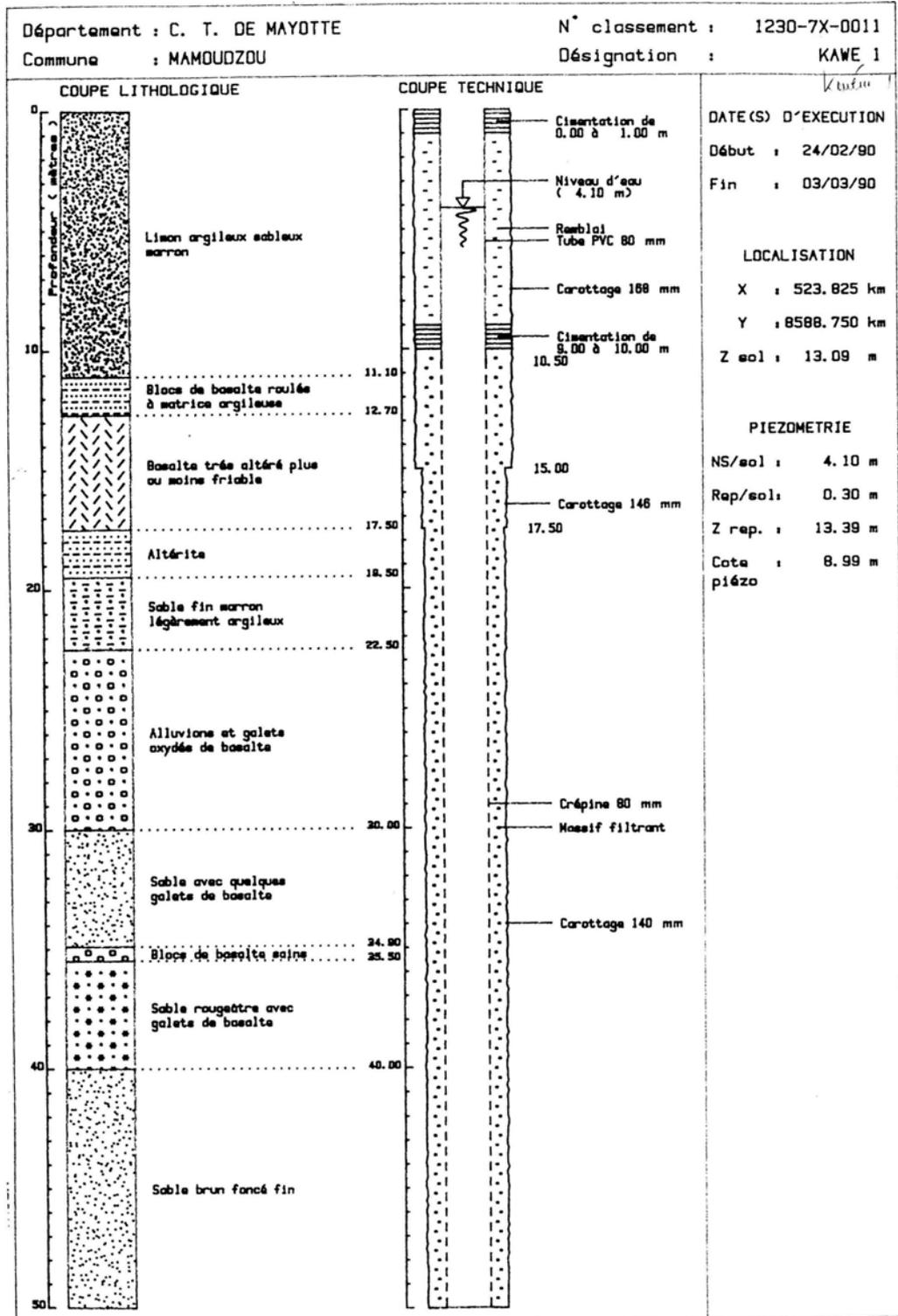


Illustration 25 : coupe technique du piézomètre de Kawéni 1 8p (extraite du rapport BRGM 35165 REU 4S 92)

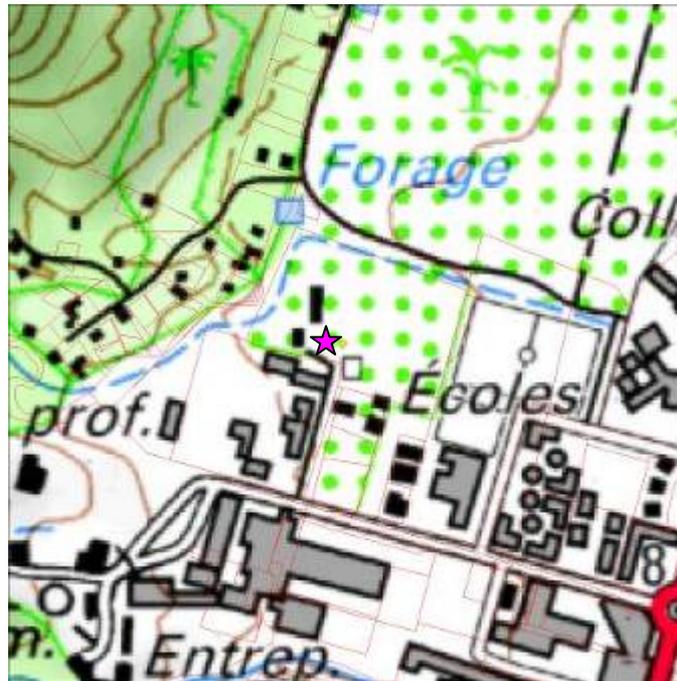


Illustration 26 : localisation du site du piézomètre de Kawéni 1 8p

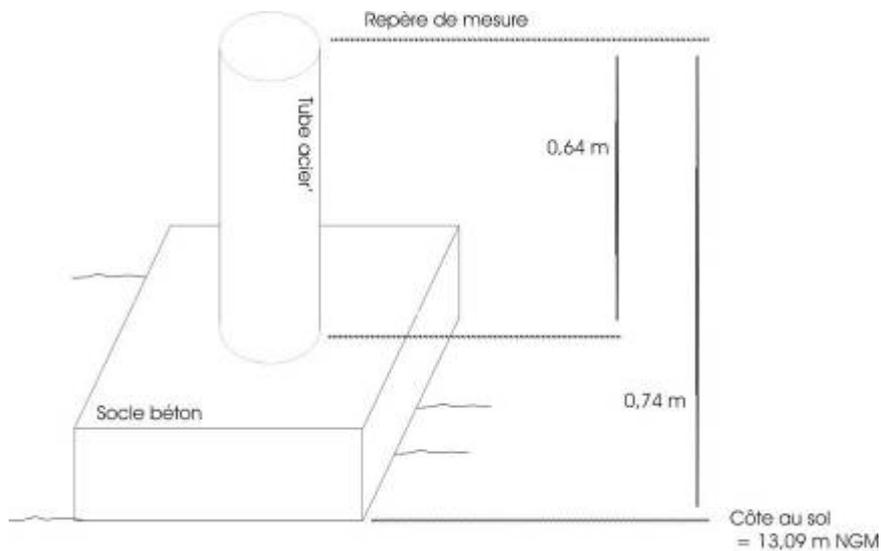


Illustration 27 : le repère de mesure du site de Kawéni 1 8p

La centrale d'acquisition est enterrée au pied de l'ouvrage. La mesure manuelle est facilement réalisable.

L'état général du piézomètre est relativement correct mais son exposition à la dégradation est forte. Le risque d'écrasement par des véhicules, de recouvrement ou

de terrassement lors d'une extension future du garage est réellement à prendre en compte.

Suite à sa reprogrammation, la centrale d'acquisition a été réinstallée sur site le 16 juin 2008 et est actuellement en cours d'enregistrement.

b) Valorisation des données piézométriques et éléments hydrogéologiques

Les données piézométriques relevées au piézomètre de Kawéni 1 8p entre le 18 novembre 1992 et le 5 janvier 2009 (soit 320 mesures avant 2008 et une mesure par heure depuis juin 2008) sont présentées en Illustration 28.

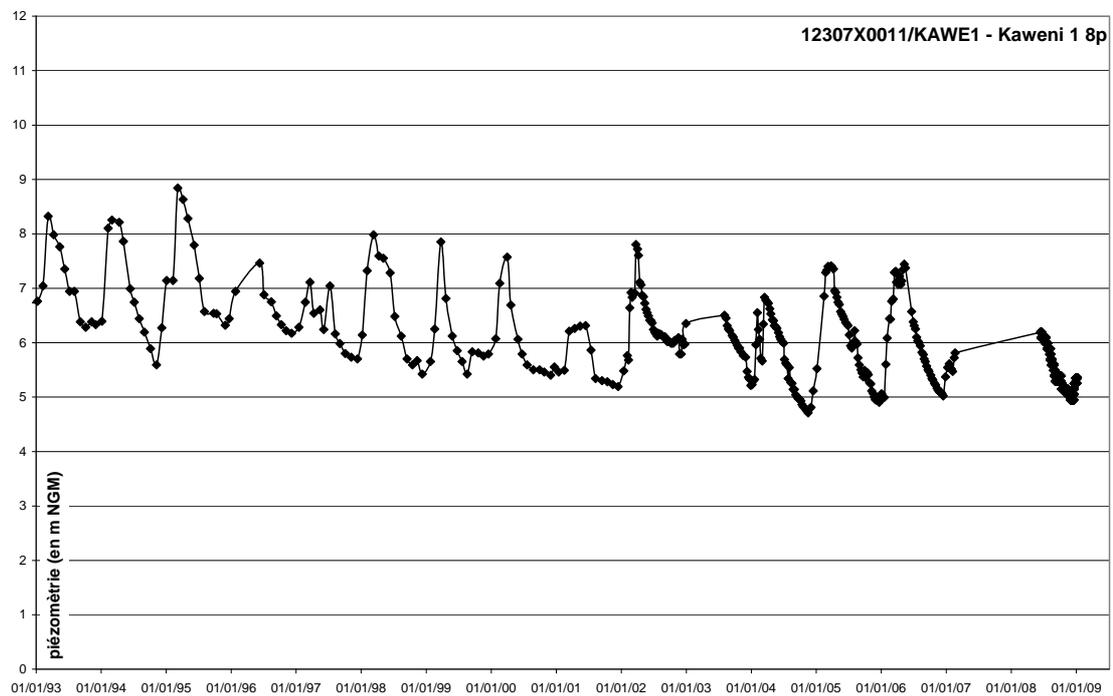


Illustration 28 : chroniques des variations piézométriques de l'ouvrage de Kawéni 1 8p

L'examen des chroniques piézométriques de Kawéni 1 8p a fait l'objet d'un chapitre complet et détaillé dans le rapport BRGM/RP-56773-FR. Les éléments majeurs sont répétés ici.

Il est important de noter qu'à la lecture des variations, on remarque que le signal est quelque peu incohérent par endroit. Ainsi, les niveaux de hautes eaux relevés en 2001 sont vraisemblablement des erreurs de mesure (trop faibles en valeurs absolues) et il en est de même pour les niveaux de hautes eaux de 2004.

En ce qui concerne ces variations, on remarque que le niveau piézométrique moyen se situe entre l'altitude 5,5 et 6,5 m NGM. Le signal est marqué par une amplitude de variations annuelles de 2 m à 2,5 m en moyenne entre la saison humide et la saison

sèche mais qui peut atteindre 4 m (1995 par exemple). Cette amplitude est variable d'une année sur l'autre en raison de l'importance de la recharge.

Dans le détail, la cyclicité hydrogéologique peut se découper comme suit :

- une période de remontée des niveaux aquifères entre décembre et mars/avril qui correspond à la période de recharge de l'aquifère. Cette remontée est rapide et franche. La vitesse de remontée varie peu d'une année sur l'autre, elle est de l'ordre de 2 à 2,5 cm/jour et les niveaux de hautes eaux sont atteints en 100 jours environ.
- une période de régression des niveaux piézométriques entre mars/avril et décembre et qui correspond à la phase de vidange annuelle de l'aquifère. Pendant cette période, l'aquifère se vidange en présentant une allure pseudo exponentielle à la vitesse de 1 à 1,1 cm/jour. Cet épisode de tarissement peut se prolonger par un épisode de pseudo-stabilisation des niveaux piézométriques (chute très modérée du niveau piézométrique pendant quelques mois) avant l'arrivée de la saison des pluies.

L'allure et l'amplitude de ces variations traduisent des modalités de recharge et de vidange plutôt rapides.

L'évolution tendancielle des variations piézométriques annuelles de 1993 à aujourd'hui traduit à la fois une baisse des niveaux moyens, des niveaux en hautes eaux et en basses eaux (cf. rapport BRGM/RP-56773-FR) c.à.d. une baisse générale des niveaux piézométriques. D'après l'illustration 28, le niveau moyen de l'aquifère est passé de 7 m NGM entre 1993 et 1997 à 5,5 m NGM aujourd'hui. La baisse des niveaux piézométriques est plus prononcée pour les niveaux en basses eaux qu'en hautes eaux. Cette observation semble traduire le fait que l'aquifère se vidange davantage qu'avant en saison sèche et ne traduit vraisemblablement pas un déficit de recharge comme cause exclusive de cette baisse. En ce qui concerne la tendance 2008, la vidange de l'aquifère est comparable (en termes de valeurs et de géométrie de la courbe) aux années 2006 et 2007 précédentes.

Bien qu'il manque les valeurs de 2007, il semblerait que depuis 2005, les niveaux d'étiage se stabilisent autour de la valeur des 5 m NGM, voire remontent sensiblement.

Au regard des précipitations, la station la plus proche est celle de la Convalescence, située en amont du bassin versant alimentant l'aquifère de Kawéni. Comme signalé au § 2.2.ii. la tendance des précipitations est à la hausse depuis 2006 (la moyenne annuelle établie sur les cumuls de précipitations entre 1996 à 2007 est largement dépassée en 2006 et au 1<sup>er</sup> semestre 2008 et sensiblement plus haute en 2007). Ces observations corroborent le fait qu'il n'y a manifestement pas de déficit d'alimentation de l'aquifère ces dernières années et l'importance de ces précipitations ont pour effet de rehausser – dans une moindre mesure – les niveaux aquifères entre 2005 et 2008.

En ce qui concerne la baisse généralisée des niveaux piézométriques sur l'ensemble de la chronique, il est alors possible d'envisager deux facteurs comme responsables de cette baisse ;

- un abaissement du niveau de base d'où l'augmentation des paramètres de drainage de l'aquifère qui conduit à un meilleur transfert de la nappe vers son exutoire et se traduit par des variations piézométriques plus faibles en amplitude et une baisse conséquente du niveau d'étiage. Cette hypothèse a été corrélée avec la baisse sensible des niveaux marins enregistrée sur la même période (cf. rapport BRGM/RP-56773-FR)
- l'impact des prélèvements hydrauliques par les forages F1, F2 et Kawéni 3 10". Il faut rappeler ici que les prélèvements de la nappe à hauteur de 30 m<sup>3</sup>/h entre 1990 et 2002 ont été augmentés à 60 m<sup>3</sup>/h lors de la mise en service du forage de Kawéni 3 10" en 2002. Il est probable que ce facteur soit le plus important dans la baisse des niveaux d'étiage de la nappe. Cette influence sera calculée en 2009 dans le cadre du projet des modalités d'exploitation et de protection de l'aquifère de Kawéni.

Les tendances évolutives de l'aquifère de Kawéni sont traitées en partie dans le rapport BRGM/ RP-56773-FR de décembre 2008 ainsi que pendant l'étude qui sera réalisée en 2009, tous deux relatifs aux modalités d'exploitation et de protection de l'aquifère de Kawéni.

Bien qu'influencé, cet ouvrage est un piézomètre important (et qui plus est, le seul encore en activité sur le secteur) représentatif de l'état général de la nappe de Kawéni fortement sollicitée par les prélèvements. Il convient de pérenniser cet ouvrage, d'autant plus qu'il est intégré au sein du réseau DCE comme indicateur de référence de l'état quantitatif de la masse d'eau alluvionnaire (MESO 9604, cf. rapport BRGM/RP-56772-FR). Pour ce faire, il est important de procéder rapidement (i) à la régularisation de sa situation en passant une convention relative à son utilisation avec la Collectivité Départementale de Mayotte et (ii) à quelques menus travaux de réhabilitation.

### 3.3.6. Récapitulatif des examens piézométriques

Stations	Piézométrie moyenne (en m NGM)	Amplitude des variations annuelles (en m)	Vitesse de remontée (cm/jour)	Vitesse de vidange (cm/jour)	Tendance Piézométrique
Combani 2	Entre 95 et 110	10 à 15	10 à 20	2 à 5	Niveaux d'étiage en hausse depuis 1998 suite à la création de la retenue collinaire et au renforcement des précipitations ces dernières années
Ourovéni 2	Entre 48 et 50	1 à 1,5	1 à 1,5	0,5	Pas de tendance significative
Kahani 1 8p	Entre 103 et 105	3,5 à 4	3 à 5	1 à 1,5	Niveaux d'étiage en hausse entre 1997 et 2004 puis en légère diminution aujourd'hui
Hajangoua 2	Entre 8,5 et 10	2 à 4	2 à 4	0,9 à 1,2	Niveaux moyens stables de 1993 à 1997, en baisse de 1997 à 2002, en hausse de 2002 à 2005 et en baisse aujourd'hui
Kawéni 1 8p	Entre 5,5 et 6,5	2 à 2,5	2 à 2,5	1 à 1,1	Baisse généralisée du niveau des eaux depuis le début des enregistrements ; surtout à l'étiage ! les niveaux semblent s'être stabilisés voire ont légèrement remonté depuis 2005

Tableau 3 : récapitulatif des informations hydrogéologiques ouvrage/ouvrage

L'examen des chroniques piézométriques des 5 piézomètres du réseau MO BRGM a permis de définir qualitativement des traits de comportement de chacun des aquifères suivis.

Les résultats et discussions (cf. § précédents et Tableau 3) ont en effet démontré que les aquifères possédaient tous un comportement hydrogéologique particulier et une tendance piézométrique très différente. Ainsi, si l'aquifère suivi à Combani par l'ouvrage Combani 2 voit ses niveaux d'étiage augmenter en raison du fonctionnement de la retenue collinaire, l'aquifère de Kawéni, suivi par l'ouvrage de Kawéni 1 8p voit, quant à lui, ses niveaux considérablement diminuer depuis le début du suivi (1993). Cette observation met en exergue la diversité des comportements hydrogéologiques à Mayotte, c.à.d. en contexte d'île volcanique de petite échelle (les deux forages sont

espacés au plus d'une dizaine de km). D'où la nécessité de suivre aux mieux ces unités aquifères de petite taille.



## **4. gestion du réseau piézométrique MO BRGM**

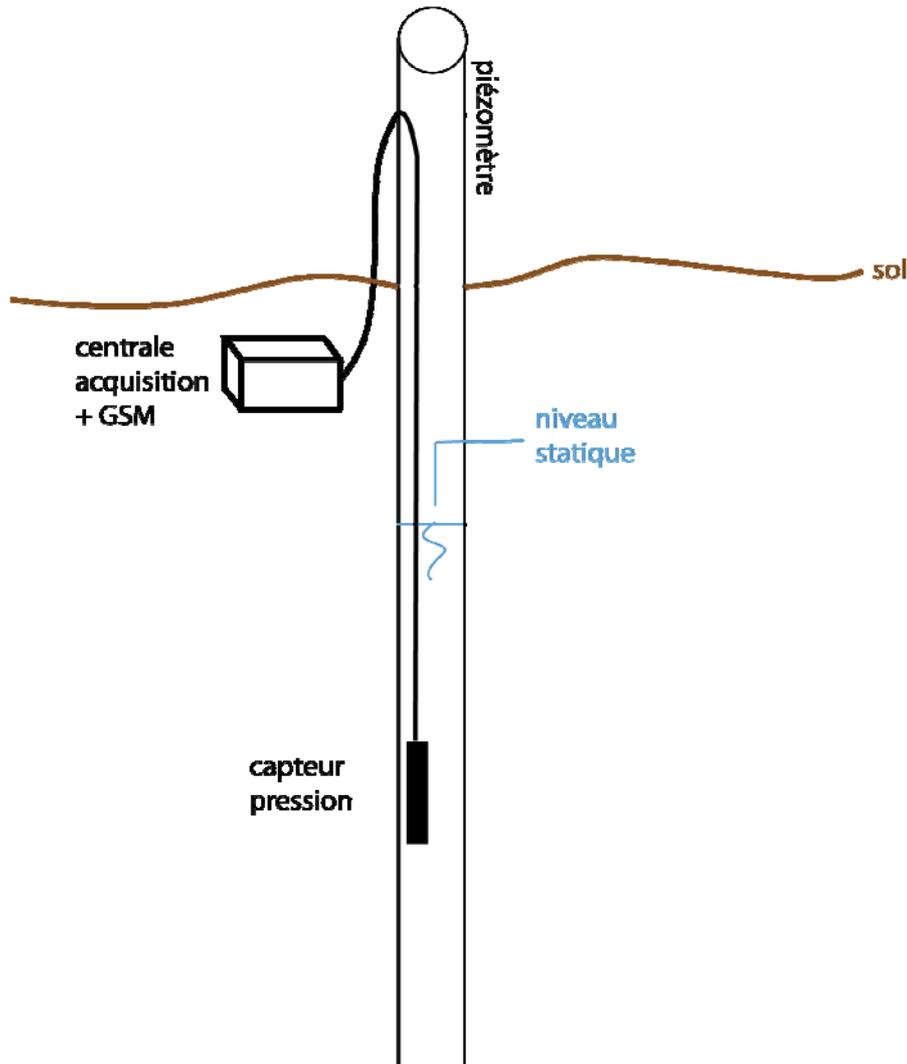
### **4.1. EQUIPEMENT DES PIEZOMETRES POUR LA MESURE AUTOMATIQUE**

Techniquement, les capteurs de pression de type 4-20 mA sont directement plongés dans la colonne et dans sa partie supérieure ils courent dans une gaine flexible avant de se raccorder à la station (cf. Illustration 29).

Les stations de mesure sont de type « 4 voies », étanches et alimentées par pile lithium.

L'enregistrement comprend date / mesure de profondeur et tension de la batterie. Une alarme est programmée sur le superviseur et se déclenche lorsque la tension de la batterie est considérée comme faible.

Par précaution la centrale d'acquisition est enterrée directement dans le terrain naturel au pied du piézomètre à l'exception du forage d'Ourovéni 2 où la centrale est placée directement dans l'espace entre le tube PVC et le capot. Il s'avère que c'est solution la plus simple à mettre en œuvre à l'égard du vandalisme mais pas obligatoirement la plus judicieuse pour le suivi des sites et la maintenance à long terme. En effet, l'enterrement prolongé des stations accélère leur dégradation (humidité et engorgement des sols pendant la saison des pluies, colonisation des stations par des insectes parasites, etc.) et rend malaisé l'examen des données. Par ailleurs, en ce qui concerne les stations isolées, le fait de les enterrer nuit considérablement à la transmission du signal GSM.



*Illustration 29 : détail de l'équipement d'un piézomètre*

Les centrales d'acquisition sont paramétrées pour envoyer hebdomadairement - via réseau GSM – des SMS récapitulant la chronique des profondeurs enregistrées sur chacun des ouvrages à pas de temps horaire. Les données de la semaine sont alors récupérées le lundi matin.

Sur chacun des ouvrages les profondeurs sont mesurées par rapport à l'extrémité du tube pris comme côte de référence et rapportés au sol au sein de la banque ADES.

En 2007 et 2008, le réseau GSM mahorais n'est pas encore pourvu du réseau DATA qui permet le dialogue et l'échange de données. La communication avec les stations n'est pas possible à distance pour le changement de programmation ou le questionnement à temps voulu de l'état des données, etc.

Seuls sont possibles les transferts de SMS par la station d'acquisition à intervalles réguliers. Le réseau DATA devrait faire son apparition sur l'île très prochainement (fin 2008). En 2009 nous devrions pouvoir équiper les prochaines stations (modèle Orphéus OTT) de puces DATA.

Il est donc obligatoire de se rendre sur place lors de changement de programmation, paramètre qu'il est nécessaire de prendre en compte dans la gestion du réseau de surveillance.

L'acquisition, la centralisation et l'exploitation des données est assuré par le logiciel Kerwin®, superviseur dont la mise en place a été réalisée fin janvier 2007. En ce qui concerne les nouvelles centrales 2009, l'accession à la puce DATA permettra de s'affranchir du superviseur.

Stations	Sonde et centrale d'acquisition	Long. câble
Combani 2	Sonde ATM / N avec câble et module de transmission de donnée par GSM	30 m
Ourovéni 2	Sonde ATM / N avec câble et module de transmission de donnée par GSM	40 m
Kahani 1 8p	Sonde ATM / N avec câble et module de transmission de donnée par GSM	30 m
Hajangoua 2	Sonde ATM / N avec câble et module de transmission de donnée par GSM	20 m
Kawéni 1 8p	Sonde ATM / N avec câble et module de transmission de donnée par GSM	30 m

*Tableau 4 : récapitulatif des informations concernant l'équipement des ouvrages du réseau piézométrique 2007.*

Les détails techniques servant à la programmation des centrales et des GSM sont donnés en Annexe 4.

## **4.2. MODALITES DE SUIVI DU RESEAU**

Le programme de suivi du réseau piézométrique comprend à la fois des tournées de maintenance sur site et des contrôles fréquents des mesures après télétransmission au bureau.

### **4.2.1. Sur le terrain**

Le programme de suivi comprend 4 tournées de maintenance préventive par an. Ces tournées sont l'occasion de vérifier le bon fonctionnement du système d'acquisition mais aussi d'aviser les riverains que l'ouvrage a une utilité et n'est pas laissé à l'abandon. A chacune de ces tournées, les interventions suivantes sont réalisées :

- a) Entretien du site, débroussaillage des abords du piézomètre, vérification de l'état du piézomètre et des équipements en place

- b) Mesure manuelle du niveau piézométrique
- c) Collecte des données automatiques et vérification de la cohérence entre la dernière mesure automatique et la mesure manuelle. Les dérives des appareils de mesure étant fréquents, surtout avec l'âge, il convient de corriger le capteur sur la base de la mesure manuelle
- d) Vérification de l'état des batteries (oxydation, état de charge, etc.)

#### **4.2.2. Au bureau**

Le programme de suivi impose de contrôler de manière assidue et fréquente le bon déroulement du transfert des données une fois/ semaine, le lundi matin afin de pouvoir organiser une visite de terrain dans la semaine si un problème subvenait sur l'une des stations.

Lors de la réception des données, il est impératif de contrôler la cohérence des mesures, des courbes et la tension des batteries.

Une fois les mesures validées, il convient de procéder de façon régulière à la bancarisation de ces données dans ADES (banque des données sur les eaux souterraines)

Après chaque tournée de terrain, les données précédemment collectées sont réajustées par rapport à la mesure de terrain.

#### **4.3. DECLARATION DU RESEAU PIEZOMETRIQUE DANS LA BANQUE DE DONNEES ADES ET CATALOGAGE DU RESEAU**

Les réseaux eaux souterraines ont été créés sur Mayotte afin d'alimenter la base DISC'EAU nationale. La bancarisation des données associées dans la base ADES a été initiée courant 2008.

Fin 2007, le catalogage de 4 réseaux avait été initié puisqu'il n'existait pas à ce jour de point de contact DISC'EAU pour les réseaux sur Mayotte et donc de responsable des validations de ces réseaux (le préfixe 11 a été ajouté par l'équipe SANDRE pour les réseaux du district Mayotte):

Les 4 premiers codes ont donc été choisis de façon séquentielle :

##### **4.3.1. Un réseau unitaire**

Il s'agit du réseau suivant : « **1100000001 RDESOUPMAYOTTE Réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines de Mayotte (MO BRGM)** »

Ce réseau est constitué actuellement de 5 points (dont Combani 2, vandalisé et hors d'usage) Lors du catalogage de la fiche du réseau, il est en outre précisé que ce réseau était initialement suivi par la DAF.

La bancarisation des données piézométriques relatives à ces 5 points est mise à jour toutes les 2 semaines environ à l'aide du logiciel CONDOR et de la base locale MOLOSSE, outils développés par le BRGM. Parmi les chroniques de chaque piézomètre, seul le maximum journalier est retenu et implémenté sous ADES.

L'ensemble des données renseignées sont consultables sur Internet auprès du site suivant « [www.adès.eaufrance.fr](http://www.adès.eaufrance.fr) ».

Ce réseau quantitatif sera complété en 2009 de 5 nouveaux points sous MO BRGM. Tous ou une partie de ces points seront intégrés ensuite dans le métaréseau de surveillance DCE.

#### **4.3.2. Trois métaréseaux DCE**

Il s'agit des réseaux suivants :

- 1100000002 FRMSOP Surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines du bassin Mayotte ;
- 1100000003 FRMSOS Surveillance de l'état chimique des eaux souterraines du bassin Mayotte
- 1100000004 FRMSOO Contrôles opérationnels de l'état chimique des eaux souterraines du bassin Mayotte

En ce qui concerne le réseau DCE de surveillance de la quantité des eaux souterraines, 11 points (8 du réseau de suivi MO BRGM et 3 du réseau DAF) ont été proposés et approuvés (cf. rapport BRGM/RP-56772-FR). Ces réseaux sont en cours d'initialisation et de définition au second semestre 2008. Ils seront donc catalogués lorsque les points seront définis et identifiés (1<sup>er</sup> semestre 2009).

Le réseau DCE de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines de Mayotte se compose de 10 points de mesure : 5 forages AEP, 2 piézomètres, 2 sources et 1 forage industriel. Le réseau a été défini au 1<sup>er</sup> semestre 2009 (cf. rapport BRGM/RP-56774-FR) et la première campagne « basses eaux » est prévue en septembre – octobre 2009.

#### **4.3.3. La bancarisation des données dans la banque ADES**

La centralisation et le transfert vers la banque ADES des données piézométriques s'opère via l'outil Molosse®, base de données locale installée en Juin 2008. Les informations relatives aux points d'eau ont été renseignées directement au sein de la base et sont mises à jour automatiquement dans la banque à l'occasion des transferts de données piézométriques.

L'Annexe 5 donne les principaux modes opératoires, indispensables au fonctionnement de l'outil Molosse®.

#### **4.4. LA GESTION DU RESEAU PIEZOMETRIQUE EN 2009**

L'ajout des 5 nouveaux piézomètres au réseau MO BRGM en 2009 portera à 9 le nombre d'ouvrages suivis au titre du réseau unitaire et du méta-réseau DCE.

En termes de modalités techniques, les 4 piézomètres actuels garderont leur équipement de mesure durant l'année 2009 et la gestion de l'instrumentation sera assurée sur le modèle actuel par TELEGYSS, prestataire local du BRGM en matière d'instrumentation.

Les 5 nouveaux ouvrages seront équipés du matériel de mesure OTT dès la réception de ce dernier – matériel de mesure préconisé par le BRGM dans le cadre d'un marché avec OTT - et la gestion des données sera exclusivement suivie par le BRGM. Dans le cas où le fonctionnement de ces appareils est jugé comme satisfaisant dans le contexte de Mayotte, il sera envisagé rapidement d'équiper les points du réseau actuel avec le même matériel.

A terme, et cela se définit probablement comme l'horizon 2010, l'ensemble du parc piézométrique MO BRGM sera homogène en matière d'instrumentation et de gestion de données.

Le suivi de ces piézomètres en 2009 permettra de disposer des informations nécessaires, qui après examen confirmeront où non la reconduite du réseau de suivi sur chacun des piézomètres.

#### **4.5. TACHES PARTICULIERES 2009**

En ce qui concerne la pérennité du réseau piézométrique actuel, il est nécessaire de procéder en 2009 aux tâches suivantes :

- i. A la régularisation de la situation des piézomètres auprès des propriétaires par le biais d'une convention portant sur l'autorisation de l'utilisation du piézomètre (modèle en Annexe 3). Cette démarche doit être réalisée sur les piézomètres (i) de Kawéni 1 8p auprès de la Collectivité départementale qui est propriétaire de la parcelle, (ii) d'Hajangoua 2 et d'Ourovéni 2 auprès des propriétaires particuliers des parcelles respectives.
- ii. A la réhabilitation des ouvrages, notamment tubage extérieur et capot, en ce qui concerne les ouvrages de Kahani 1, Hajangoua 2 (notamment l'instrumentation) et prioritairement Kawéni 1 8p. Ce dernier piézomètre est le seul en fonctionnement dans le secteur de Kawéni, secteur que l'on sait sensible (cf. rapport BRGM/RP-56773-FR).
- iii. Au nivellement des têtes d'ouvrage (une fois ceux-ci réhabilités) afin de recalculer au mieux les chroniques piézométriques.

## 5. Conclusion

La mise en place du réseau piézométrique sous maîtrise d'ouvrage du BRGM fin 2006, constitué initialement de 5 piézomètres, et le suivi régulier des points a nécessité presque 2 années en raison de la difficulté d'instrumentation, du vandalisme, de l'état de dégradation du parc piézométrique de Mayotte, du défaut de gestion des appareils et de l'absence de tournées de surveillance adéquates.

Mi 2008, l'état des lieux du réseau piézométrique BRGM montre que les ouvrages sont dégradés (Combani 2), probablement ensablés ou mal cimentés (Hajangoua 2) voire très vulnérables (Kawéni 1 8p), ce qui n'est pas sans incidence sur la mesure comme en témoigne vraisemblablement le piézomètre d'Hajangoua 2.

4 piézomètres sont actuellement instrumentés. Un réseau unitaire quantité a été renseigné sous ADES et les mesures piézométriques sont bancarisées à un pas de temps régulier.

L'étude des comportements hydrogéologiques de chacun des points du réseau MO BRGM montre des modalités différentes représentatives des différents types d'aquifère qu'il est possible de rencontrer sur l'île.

En termes de fonctionnement annuel, les aquifères de Mayotte possèdent quelques traits communs :

- Les périodes de recharge annuelle débutent entre novembre et décembre. Le pic piézométrique de hautes eaux est enregistré autour de mars/avril, date à partir de laquelle on enregistre une longue période de tarissement jusqu'en novembre/décembre (étiage piézométrique).
- Les mécanismes de recharge/vidange sont étroitement contrôlés par les interactions nappes/rivières. En saison des pluies, les régimes hydrologiques importants des rivières ont pour conséquence directe de favoriser la recharge des aquifères alors qu'en saison sèche, la vidange des aquifères se concentrent dans le lit aval des cours d'eau et contribue à maintenir le débit d'étiage.
- La vitesse de recharge des aquifères est élevée, comparativement à celle de vidange (entre 2 et 4 fois plus élevée)
- L'amplitude des variations piézométriques annuelles est relativement faible, entre 1 et 4 m en moyenne, exception faite toutefois de l'ouvrage de Combani 2 où l'on enregistre souvent plus de 10 m d'amplitude interannuelle.

En plus des fonctionnements annuels, l'étude de ces comportements hydrogéologiques fait apparaître des évolutions tendancielle sur plusieurs années différentes, à la hausse ou à la baisse selon les cas. Cette diversité témoigne de la forte variabilité des comportements hydrogéologiques en contexte insulaire volcanique et par conséquent de l'intérêt de suivre chacun de ces piézomètres avec attention afin

de cerner au plus près l'évolution quantitative de la ressource en eau souterraine à Mayotte.

La mise en place de 5 piézomètres supplémentaires (dont l'implantation et la réalisation feront l'objet d'un rapport prochain) permettra à la fois de grossir le parc piézométrique MO BRGM, d'en améliorer la qualité moyenne et de disposer d'un choix d'ouvrages plus conséquent pour la constitution du réseau de surveillance DCE (métaréseau composé des points des réseaux unitaires de suivi piézométrique DAF et MO BRGM, cf. rapport BRGM/RP-56772-FR).

## 6. Bibliographie

Guilbert M., Dewandel B., Lachassagne P., en collaboration avec Malard A. (2008) – Protection et optimisation de la ressource en eau souterraine à Mayotte. Année 4 – BRGM/RP-56438-FR, 105 p., 38 ill., 6 ann.

Lapègue J. – 1999 – Aspects quantitatifs et qualitatifs de la pluviométrie dans deux enjeux majeurs de la problématique de l'eau à Mayotte. Thèse de l'Université de la Réunion.

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

Malard A., Vaudour K., Winckel A. (2008) – Modalités d'exploitation et de protection de l'aquifère de Kawéni – Année 3 – BRGM/RP-56773-FR, 116 p., 33 ill., 7 ann.

Petit V., Euchet G. (2004) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte – Campagne 2004 – Forage 1230-6X-0012 (Ourovéni 02). BRGM/RP-53472-FR, 61 p., 11 illustrations, 4 ann.

Programme des forages de reconnaissance des eaux souterraines à Mayotte – Campagne 1991-1992 –BRGM 35165 REU 4S 92



## **Annexe 1**

### **Piézomètres du réseau de suivi DAF 2008**



Réseau piézométrique de Mayotte. Gestion pour l'année 2008

CAMPAGNE	NUMERO BSS	NOM	X	Y	COMMUNE	ETAT	UTILISATION	Suivi piezo actuel	Historiques Donnees	Période suivi par la DAF	toujours suivi en 2008 Station ouverte en vert
1990/1991	12306X0009	Combani 1	514435.6	8586734.7	Tsingoni	Couvercle détérioré	Piézomètre	DAF	1992-2008	du 13/11/1992 au 06/06/2008	
1990/1991	12312X0031	Kahani 2	514293.9	8582100.9	Ouangani	Moyen	Piézomètre	DAF	1992-2008	du 13/11/1992 au 05/02/2008	
1990/1991	12313X0018	Dembeni 1	518889.9	8580702.2	Dembeni	Vandalisé Bouché	Piézomètre	DAF	1992-2007	du 10/11/1992 au 26/09/2007	
1990/1991	12313X0019	Dembeni 2 / tsararano 8"	518719.7	8580935.8	Dembeni	Vandalisé (tête de forage explosée)	Piézomètre	DAF	(1992-2001)	du 17/11/1992 au 15/10/2001	
1990/1991	12313X0020	Hajangoua 1	521500.3	8577429.7	Dembeni	Moyen	Piézomètre	DAF	1992-2008	du 10/11/1992 au 05/06/2008	
1990/1991	12316X0031	Mronabeja 1	513561.3	8565708.8	Kani-Keili	Moyen	Piézomètre	DAF	1992-2008	du 10/11/1992 au 06/06/2008	
1990/1991	12306X0011	Misangamouji 8"	509466.0	8590064.6	Misangamouji	Moyen	Piézomètre	DAF	1992-2008	du 13/11/1992 au 03/06/2008	
1990/1991	12306X0013	Tsingoni	511715.6	8586928.9	Tsingoni	Couvercle détérioré	Piézomètre	DAF	1992-2008	du 13/11/1992 au 03/06/2008	
1990/1991	12312X0032	Poroani 8"	515694.0	8575278.9	Chiroungui	Forage perdu/ Vandalisé	Piézomètre	DAF	1992-2001	du 10/11/1992 au 15/12/2001	
1990/1991	12312X0033	M'Rereni	516876.4	8573385.5	Chiroungui	Moyen	Piézomètre	DAF	1992-2008	du 10/11/1992 au 05/06/2008	
1999/2000	12307X0020	Kaweni 2 10"	524060.0	8589260.0	Mamoudzou	Le propriétaire n'autorise plus l'accès	Piézomètre	DAF	2003-2004	Données à retrouver si existantes	
1999/2000	12306X0014	Beja 1	511444.6	8590220.0	Misangamouji		Piézomètre	DAF	2000-2008	du 26/09/2000 au 05/06/2008	
1999/2000	12307X0023	Kwale 2	519181.8	8585037.6	Mamoudzou		Piézomètre	DAF	2000-2008	du 27/09/2000 au 05/06/2008	
1999/2000	12313X0021	Tsararano 1	518529.6	8580799.9	Dembeni	Crépine détérioré	Piézomètre	DAF	2000-2008	du 27/09/2000 au 05/06/2008	
1999/2000	12312X0034	M'reni 1	517010.0	8573370.0	Tsingoni		Piézomètre	DAF	2000-2008	du 26/09/2000 au 05/06/2008	
2001/2003	12317X0050	Poroani 10"	515710.0	8575300.0	Chiroungui		Piézomètre	DAF	2003-2008	du 19/11/2003 au 05/06/2008	
2001/2003	12313X0033	Bandrele Dagoni	520216.3	8572982.8	Bandrele		Piézomètre	DAF	2003-2008	du 03/03/2003 au 05/06/2008	
2005/2006	12313X0034	Dembeni Haut	517340.0	8579630.0	Dembeni	Le propriétaire veut une contrepartie	Piézomètre	DAF	2006-2007	du 17/05/2006 au 05/06/2008	



## **Annexe 2**

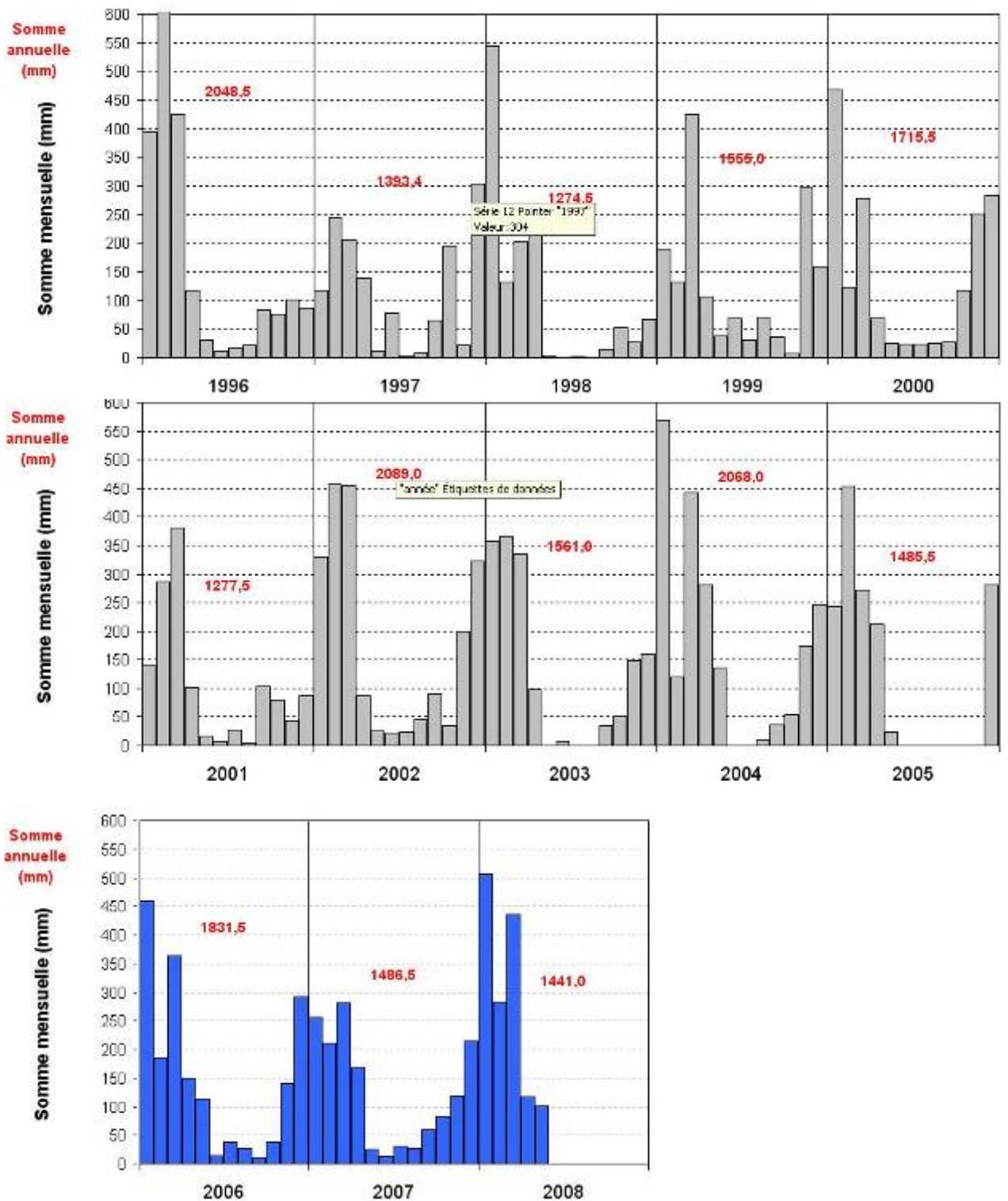
# **Chroniques des pluviométries enregistrées à Mayotte**

Station de Combani

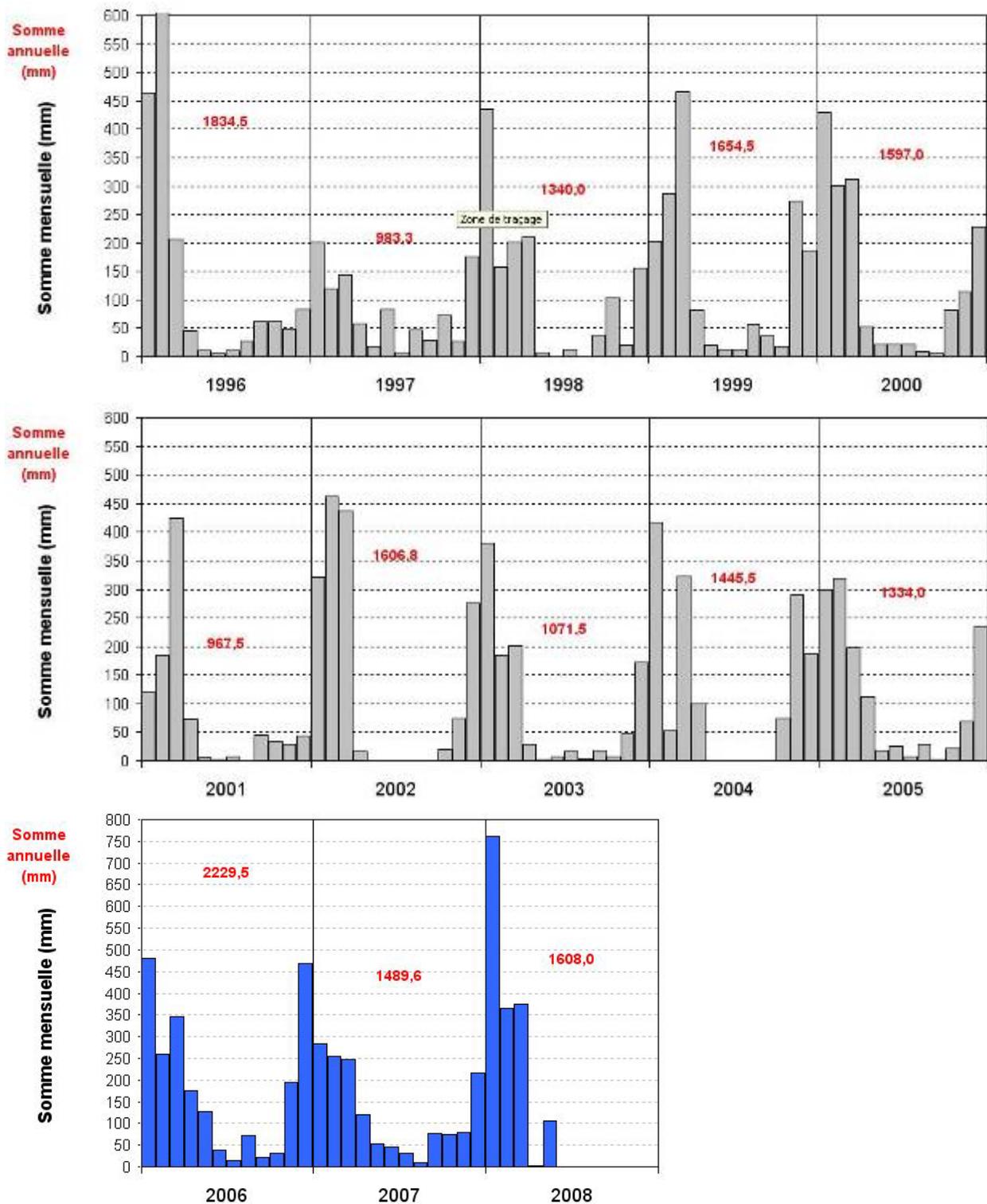
Station de Convalescence

Station de Ongoujou

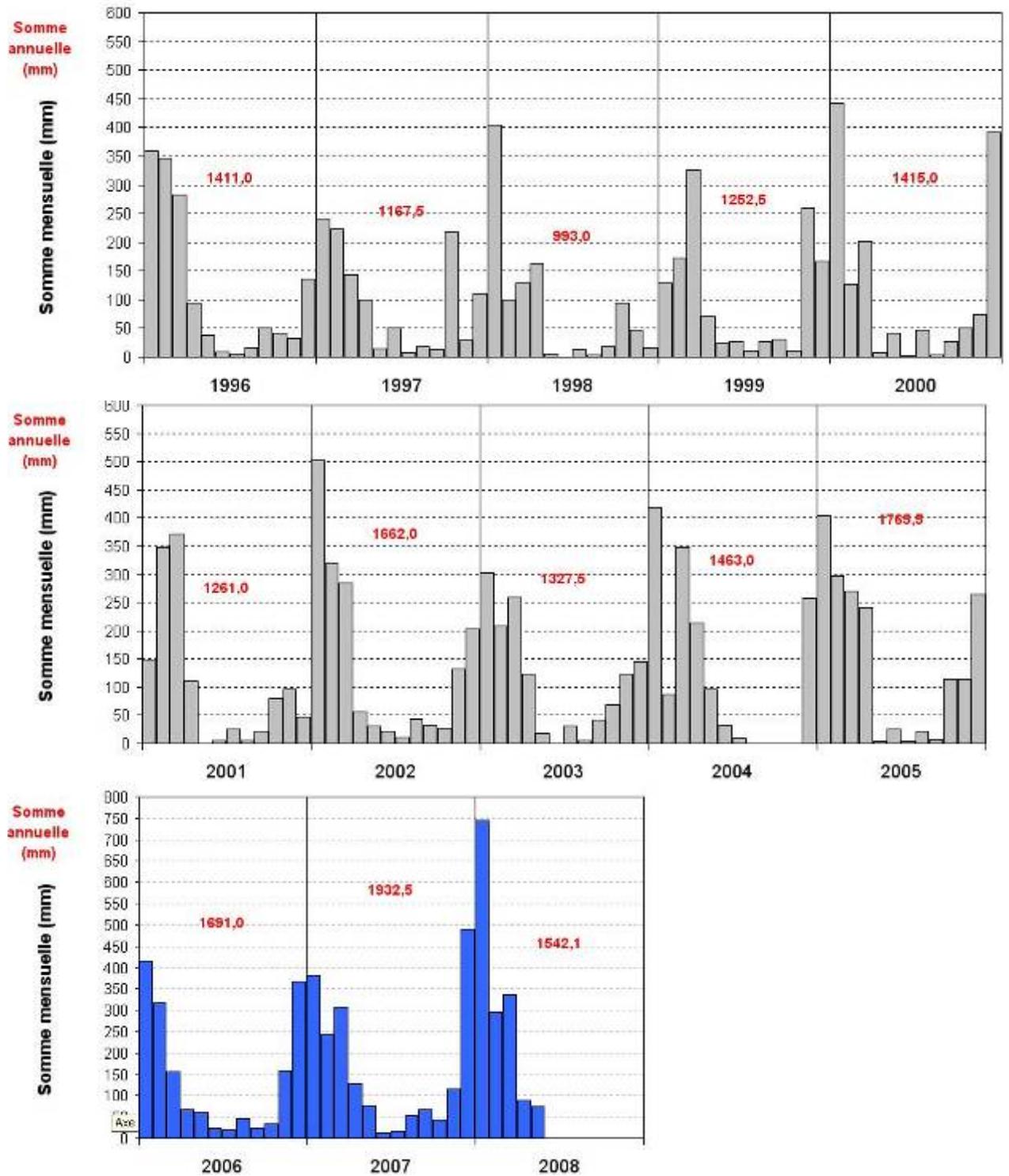




Chronique de pluviométrie enregistrée à la station de Combani (source DAF)



Chronique de pluviométrie enregistrée à la station de Convalescence (source DAF)



Chronique de pluviométrie enregistrée à la station d'Ongoujou (source DAF)



## **Annexe 3**

# **EXEMPLE DE CONVENTION PORTANT AUTORISATION D'UTILISATION D'UN FORAGE POUR SUIVI PIEZOMETRIQUE SUR LE VILLAGE DE KAHANI (COMMUNE DE OUANGANI)**



**CONVENTION PORTANT AUTORISATION  
D'UTILISATION D'UN FORAGE  
POUR SUIVI PIEZOMETRIQUE SUR LE VILLAGE DE  
KAHANI (COMMUNE DE OUANGANI)**

**ENTRE**

Monsieur Ahmed-Combo Ali, **maire de la commune de Ouangani**, dont l'adresse est :  
Place Zakia Madi – 97670 OUANGANI

Ci-après dénommé le «**Propriétaire** »

**D'une part**

**ET**

Le **Bureau de Recherches Géologiques et Minières**, établissement public à caractère industriel et commercial, enregistré au Registre du Commerce et des Sociétés n° 58B5614 Paris, dont le siège se trouve Tour Mirabeau, 39-43 Quai André Citroën, 75379 Paris cedex 15, représenté à Mayotte par le directeur de l'antenne du BRGM, 9 centre Amatoula, ZI Kawéni BP1398, 97600 MAMOUDZOU en la personne de Pascal Puvilland ayant tous pouvoirs à cet effet.

Ci-après dénommé le "**brgm**",

Le Propriétaire, et le brgm étant ci-après désignés individuellement par Partie et collectivement par les PARTIES.

## **RAPPEL**

- A.** Le brgm est un établissement public national chargé d'une mission de recherche et de diffusion des connaissances, dans le domaine des sciences de la Terre. Il a notamment été désigné par le Ministère de l'Écologie pour gérer le réseau piézométrique national de surveillance des nappes d'eau souterraines.
- B.** Afin de constituer ce réseau piézométrique, le brgm doit disposer d'un certain nombre de piézomètres. Chacun de ces piézomètres nécessite la réalisation ou l'utilisation d'un forage ou d'un puits existant, l'installation de matériel de mesure et, éventuellement, de télé transmission par ligne filaire (RTC) ou ondes hertziennes (GSM.)
- C.** Le Propriétaire est propriétaire d'un terrain dont les caractéristiques hydrogéologiques du sous-sol permettent l'implantation d'un ou plusieurs piézomètres scientifiquement exploitable(s).
- D.** Aussi, les Parties ont convenu de fixer par la présente Convention les termes et conditions de leur accord.

**CECI ETANT RAPPELE, IL EST ARRETE ET CONVENU CE QUI SUIT :**

## **OBJET :**

La présente Convention a pour objet de fixer les termes et conditions par lesquels le Propriétaire met à disposition du brgm un puits ou un forage afin que ce dernier l'utilise comme piézomètre.

## **DOCUMENTS CONTRACTUELS**

Les Parties attestent avoir reçu les documents ci-après qui constituent l'intégralité de leurs engagements :

- A. La présente Convention ;
- B. L'Extrait cadastral comprenant l'emplacement de l'ouvrage utilisé et le chemin d'accès.

### **PRISE D'EFFET, DUREE**

La présente Convention prend effet à compter de sa signature par la dernière des Parties.

La présente Convention est signée pour une durée de 5 ans renouvelable par tacite reconduction par période de 5 années.

Elle peut être dénoncée par l'une des Parties à chaque date anniversaire moyennant préavis notifié par courrier recommandé avec accusé de réception dans un délai de trois mois.

### **BIEN LOUE**

L'ouvrage objet de la présente Convention a les caractéristiques suivantes :

- Situation : commune de **Ouangani**, village de **Kahani**
- Nature du terrain : constructible
- Références cadastrales de la parcelle de terrain concernée : Section **AT**, Parcelle n°4, Titre **3676**

### **OBLIGATION DU PROPRIETAIRE**

Le Propriétaire s'engage à mettre gracieusement à disposition du brgm le bien visé à l'article 4 pendant toute la durée de la présente Convention.

Le Propriétaire garantit le brgm d'une jouissance libre et paisible. Il garantit notamment le brgm contre toute éviction de droit ou de fait, de lui même ou des tiers aux présentes.

Le Propriétaire concède au brgm, à ses préposés et sous-traitants, pendant toute la durée de la présente Convention, un droit d'accès permanent au bien loué. Ce droit d'accès porte sur le passage délimité en Annexe B.

Le Propriétaire s'engage à ne pas porter atteinte aux installations et équipements composant le piézomètre.

### **OBLIGATIONS DU BRGM**

Le brgm s'engage à user du Bien en bon père de famille et à ne pas y exercer d'autres activités que celles prévues à la présente Convention.

Le brgm s'engage à ne pas créer de nuisance à la propriété du Propriétaire ainsi qu'au voisinage, notamment en n'exerçant aucune activité pouvant présenter des dangers ou inconvénients pour la santé, la sécurité, la salubrité, pour l'agriculture, pour la protection de la nature et de l'environnement.

Le brgm s'engage à remettre le site en état au terme de son bail.

Le brgm s'engage à souscrire une assurance couvrant sa responsabilité civile.

### **DROIT DE PRIORITE**

Dans l'hypothèse où pour des raisons à ce jour inconnues, le Propriétaire serait amené à vendre le Bien objet de la présente Convention, le Propriétaire s'engage à présenter prioritairement au brgm une offre de vente sérieuse au regard du marché pertinent.

### **NOTIFICATION ET ÉLECTION DE DOMICILE**

Toute notification faite au titre du présent Accord est considérée comme valablement faite si elle est effectuée par écrit aux adresses suivantes :

<b>Pour le brgm :</b>  M. Pascal Puvilland  <i>BRGM</i> <i>Antenne de Mayotte</i> 9, centre Amatoula, ZI de Kawéni BP1398 – 97600 MAMOUDZOU  Tel. : 02.69.61.28.13 Fax : 02.69.61.28.15 E-mail : p.puvilland@brgm.fr	<b>Pour le Propriétaire:</b>  M. Ahmed-Combo Ali  <i>Maire de Ouangani</i>  Mairie de Ouangani Place Zakia-Madi 97670 OUANGANI  Tel. : 02.69.62.15.30 Fax : 02.69.62.09.36 E-mail : mairie-ouangani@orange.fr
---	---

Fait à

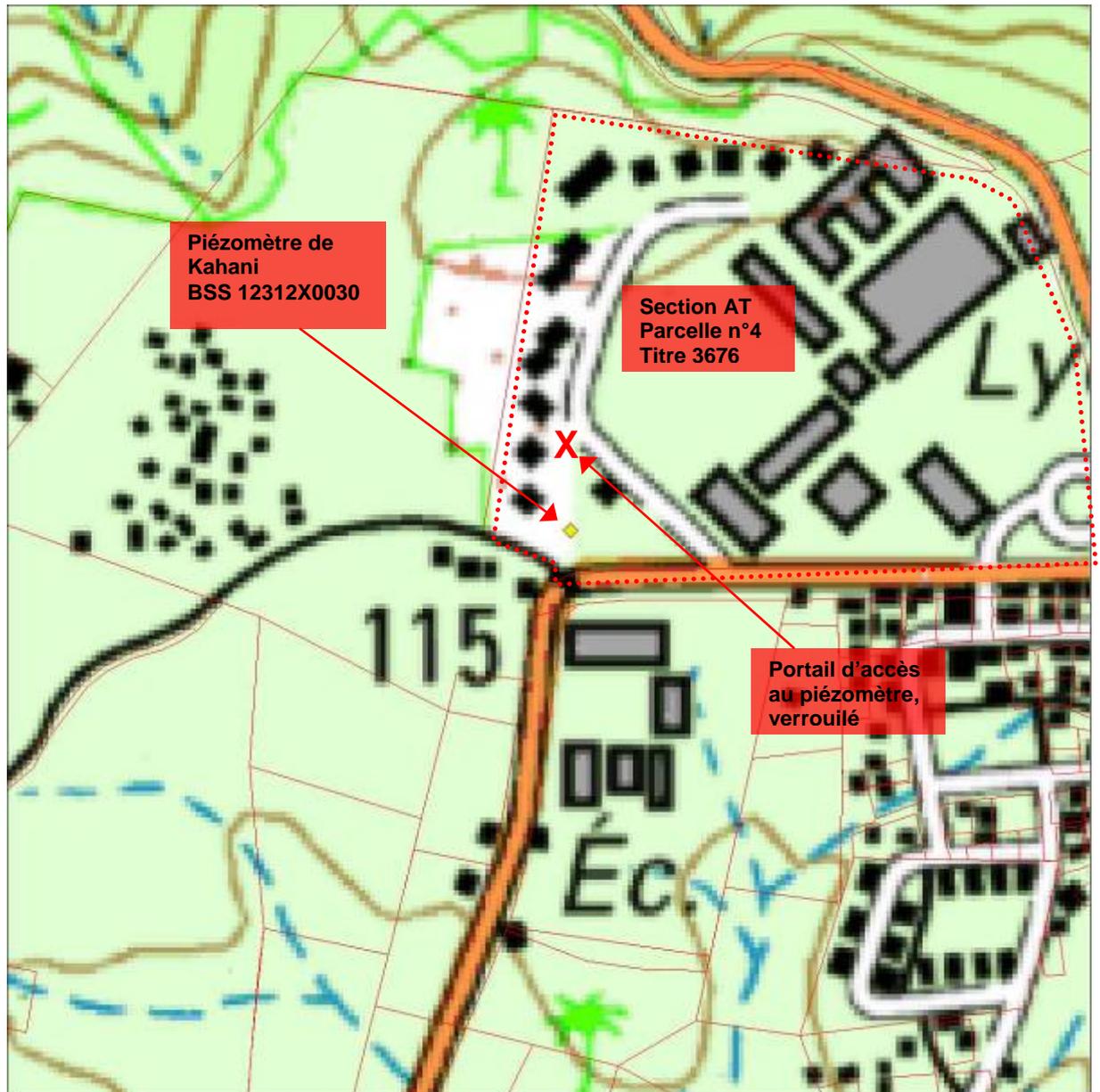
en deux exemplaires le

**Pour le Propriétaire**  
*Ahmed-Combo Ali*

**Pour le brgm**  
*Pascal Puvilland*

# **EXTRAIT CADASTRAL**

**COMMUNE DE OUANGANI**



*Extrait cadastral sur fond topographique (IGN 1/25000) de l'emplacement du piézomètre de Kahani (commune de Ouangani)*



## **Annexe 4**

### **Détails techniques de l'instrumentation des sites**



<b>NUMERO DE SERIE</b>	<b>NUMERO GSM</b>	<b>CODE PIN</b>	<b>NOM</b>	<b>METRE CABLE</b>	<b>NOM COMPLET</b>
3088	06 39 69 47 70	4522	KAW18	30M	KAWÉNI 18"
3095	06 39 69 38 50	1310	HAJAN2	20M	HAJANGOUA 2
3092	06 39 69 14 34	4440	KAHAN1	30M	KAHANI 1
3105	06 39 69 56 59	3029	COMBA2	30M	COMBANI 2
3098	06 39 69 45 32	4032	OUROU2	40M	OUROUVENI 2
	06 39 69 49 81	PAS DE CODE PIN	KERWIN	Superviseur	



## **Annexe 5**

### **Molosse ; les fondamentaux de la bancarisation des données piézométriques à Mayotte**



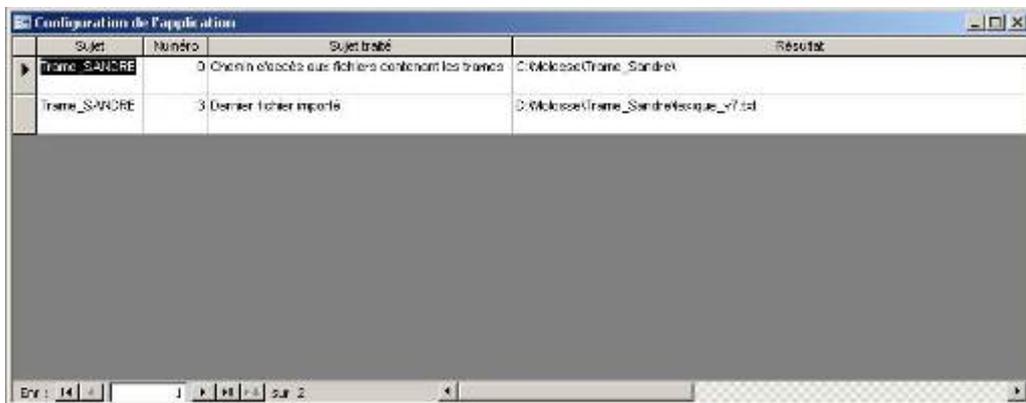
La bancarisation des données piézométriques à Mayotte en 2008 se résumant au travers des 6 étapes ci-après. Les compléments à l'information manquante se trouveront à travers la lecture de l'ouvrage ADES MO 03-08, ADES UTILISATION DU MODULE LOCAL MOLOSSE.

1. Avant toute opération, la fenêtre principale de Molosse doit être configurée comme celle-ci.



La table de données Access® connectée est « *Tables\_Molosse\_Mayotte.mdb* » placée sous C:\Molosse. L'intervenant étant le SGR de Mayotte.

Il est possible de modifier nom de fichier et répertoire sous l'onglet maintenance/configurer l'application



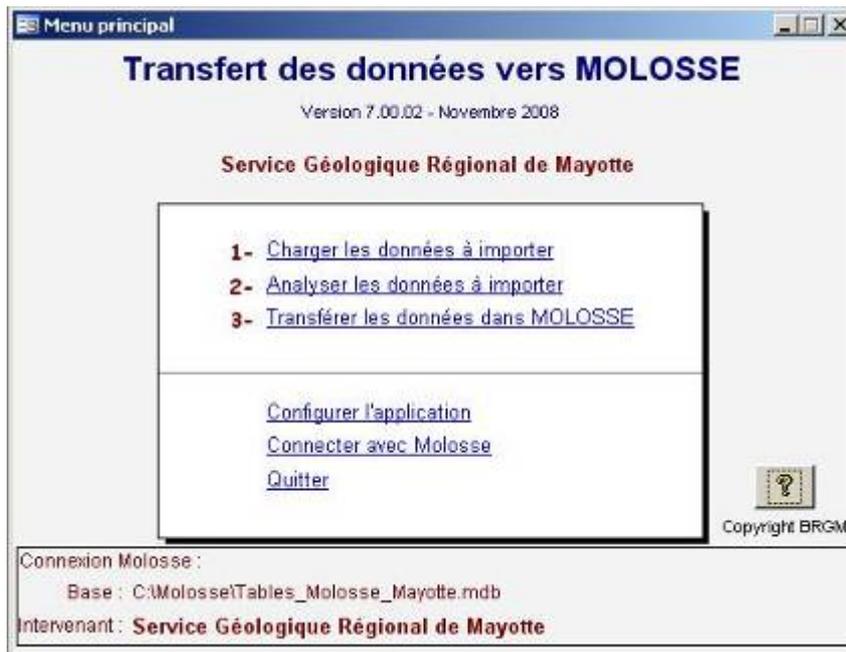
2. Les données fournies par TELEGYIS au format EXCEL doivent être intégrées dans les fichiers Excel® des piézomètres correspondants et notés comme ci :

CODEBSS\_PIEZO.xls au format : dateheure/profondeur/niveauNGM

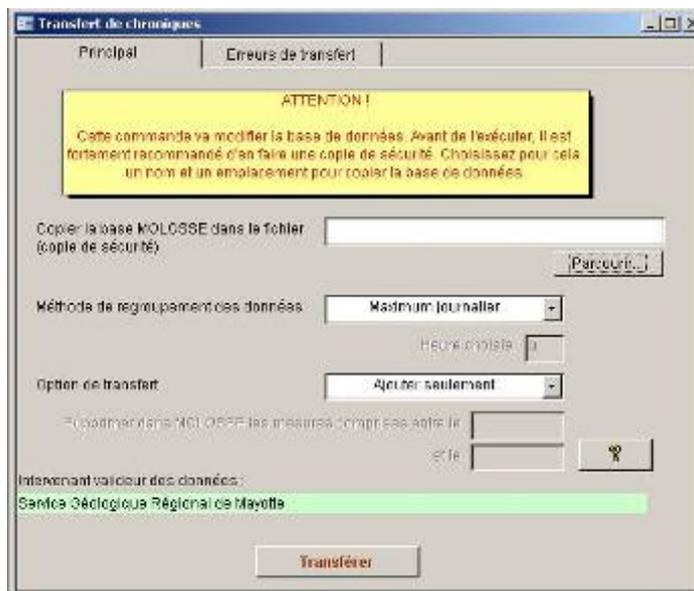
et rangés dans le répertoire correspondant

P:\Echange\Réseau piézo mayotte\ CODEBSS\_PIEZO

3. lancer l'outil CONDOR.mdb, placé sous le répertoire C:\Condor



Charger les chroniques des piézomètres à bancariser dans les répertoires correspondant, 1 à 1, ou tous à la fois si ils sont placés dans un même répertoire. Sélectionner l'intervalle sur lequel les données doivent être chargées (cela correspond à la durée depuis la dernière bancarisation). Vérifier ensuite que les données chargées soient bien présentes et lancer le transfert des données vers Molosse.



Par défaut CONDOR® propose de créer une copie de sécurité de la base Molosse. Placer la copie de sécurité

sous le format date (format anglais)\_sauv\_molosse.mdb

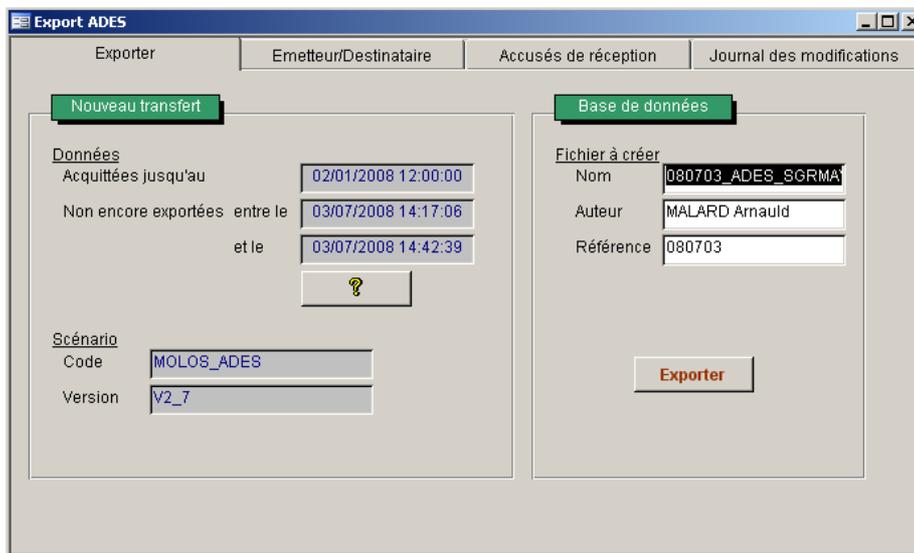
sous le répertoire : *P:\Echange\ADES\Sos*

Quitter l'application CONDOR®.

4. Rouvrir l'interface Molosse® et choisir Echanges/exporter les données vers ADES



Les paramètres à définir lors de l'export vers ADES sont les suivants pour le SGR de Mayotte



**Nom** : date (format anglais)\_ADES\_SGRMAY

**Auteur** : le responsable des transferts

**Référence** : date (format anglais)

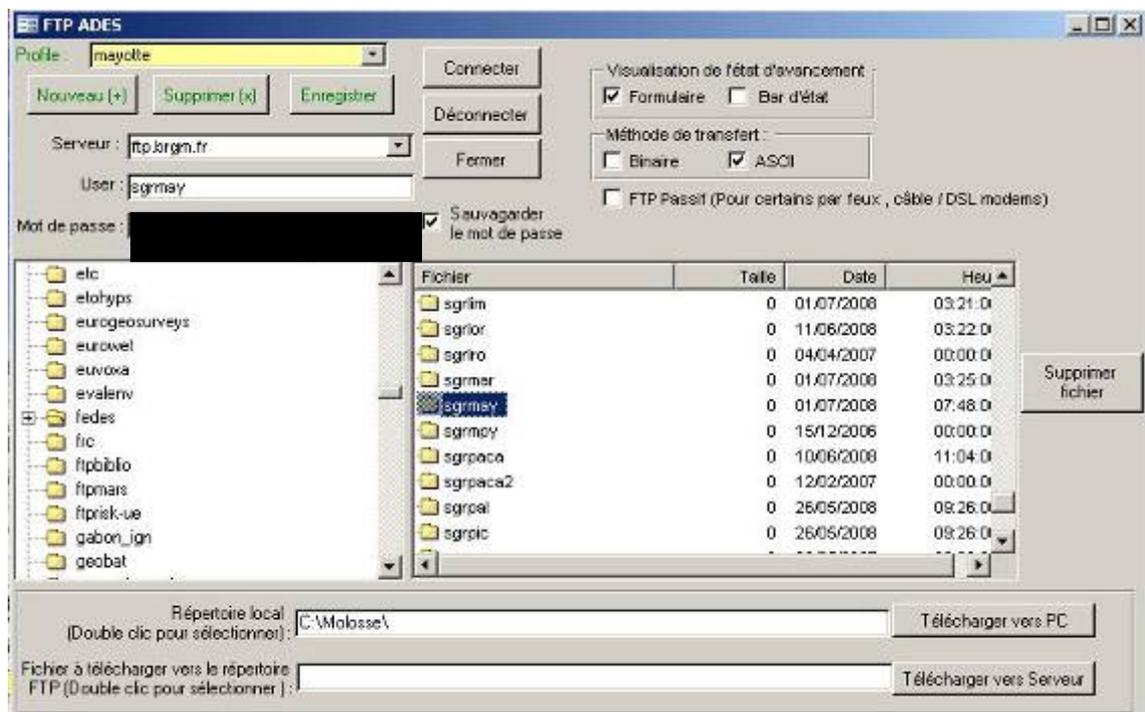
L'export vers ADES doit générer un fichier date (format anglais)\_ADES\_SGRMAY.dat au format SANDRE et le ranger dans le répertoire suivant : C:\Molosse\Trame\_Sandre



Fermer la fenêtre d'export

5. Dans le même menu, choisir l'onglet Connexion FTP.

Renseigner les paramètres et les identifiants de communication. Ouvrir le répertoire fedes\sgrmay et sélectionner le fichier DATE\_ADES\_SGRMAY.dat préalablement enregistré. Télécharger le fichier vers le serveur ftp et déconnecter à la fin du transfert.



Sur la page d'accueil, Molosse signale attendre un accusé de réception qui témoigne du bon déroulement du transfert et de la bancarisation des données au sein de la Banque.

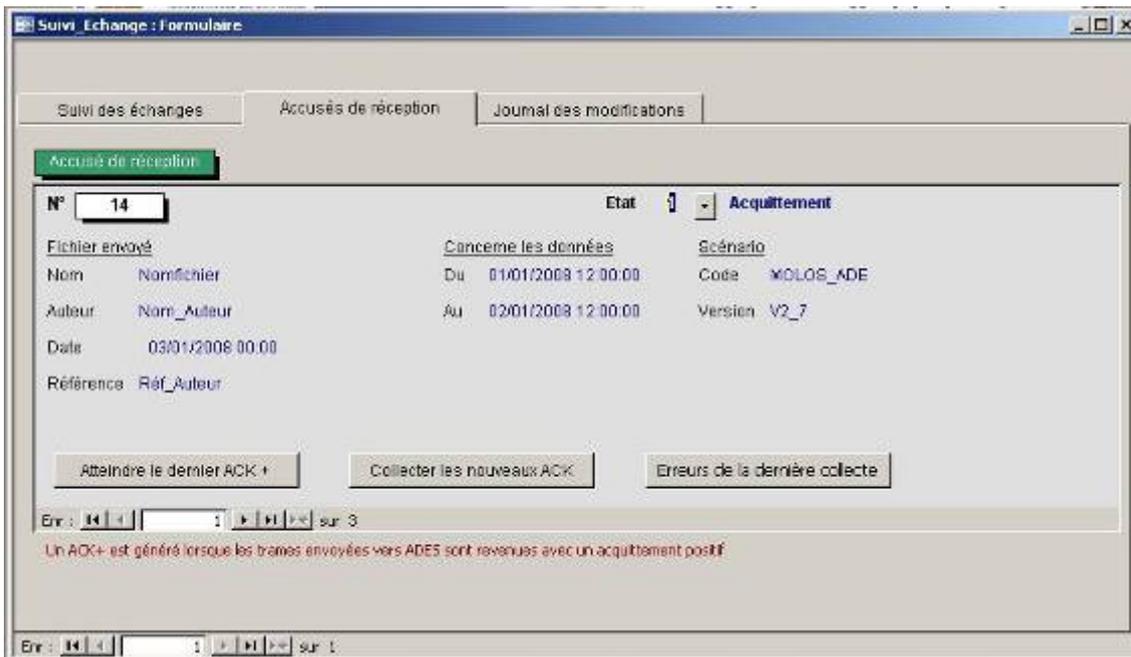
6. Après chaque transfert (en général 1 ou 2 jours après), se reconnecter sur le serveur ftp et vérifier sous le répertoire sgrmay si l'accusé de réception s'y trouve. L'accusé de réception est un fichier de type DATE\_ADES\_SGRMAY.ack

Télécharger le fichier vers PC sous le répertoire suivant

*P:\Echange\ADES\Trame\_Sandre*

Se déconnecter du server ftp et quitter l'application Molosse. Rouvrir instantanément Molosse. A l'ouverture, une information indique que l'accusé de réception a bien été téléchargé.

Sélectionner Echanges \ Historiques des échanges



Vérifier sous l'onglet « Accusés de réception » que le dernier accusé est acquitté. Dans le cas contraire, prendre connaissance des erreurs de la dernière collecte.

Les données acquittées sont visibles sur le site public 2 à 3 jours après le transfert.

Penser à garder régulièrement les copies de sécurité de la base Molosse sous le répertoire *P:\Echange\ADES\Sos*





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

**Service géologique régional de Mayotte**  
9, centre Amatoula, Z.I. de Kawéni  
BP 1398  
97600 – Mamoudzou France  
Tél. : 02 69 61 28 13