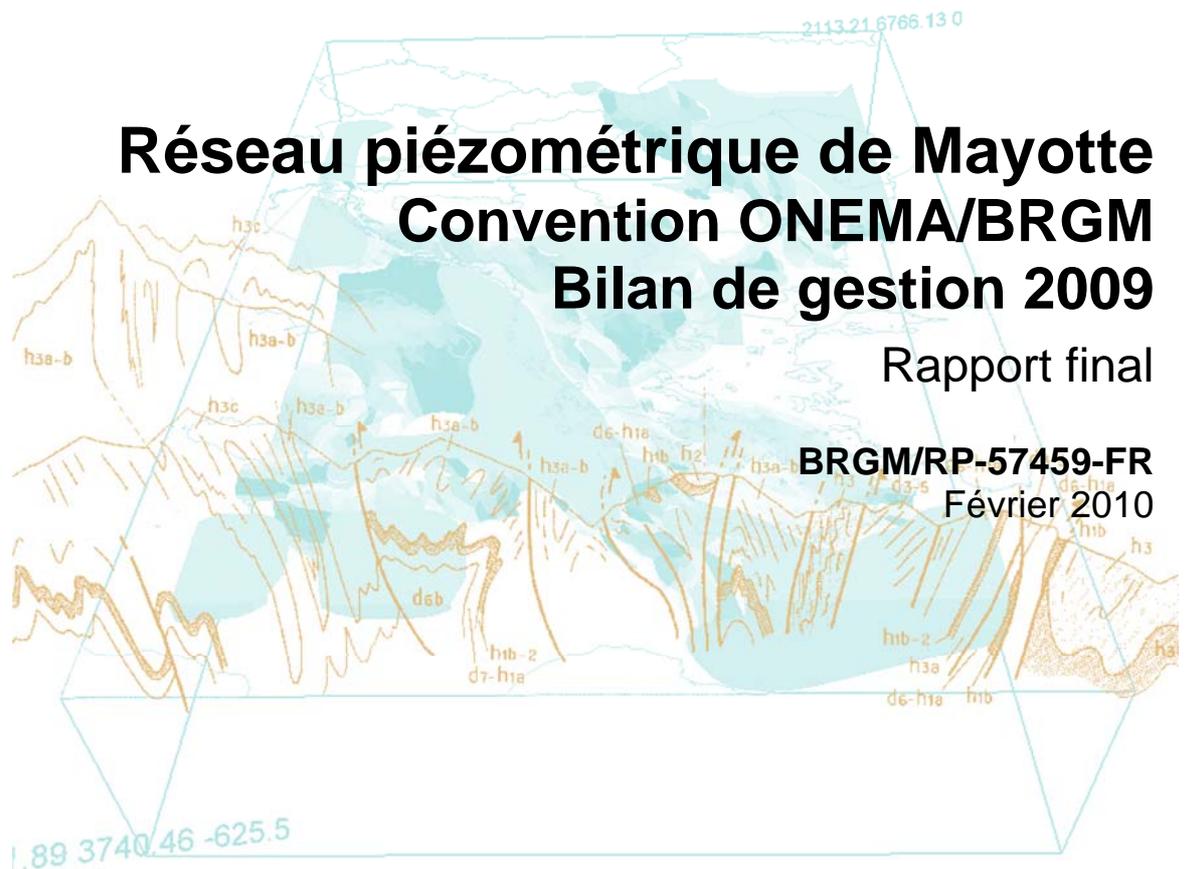




# Réseau piézométrique de Mayotte Convention ONEMA/BRGM Bilan de gestion 2009

Rapport final

BRGM/RP-57459-FR  
Février 2010





# Réseau piézométrique de Mayotte Convention ONEMA/BRGM Bilan de gestion 2009

Rapport final

**BRGM/RP-57459-FR**  
Février 2010

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 2009 - 09EAUB26

**A. MALARD, T. JAOUEN**

**Vérificateur :**

Nom : J. Nicolas  
Date : 01/03/2010



**Approbateur :**

Nom : P. Puvilland  
Date : 08/03/2010



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 :** hydrogéologie, réseau de surveillance, piézomètres, aquifères volcaniques, télégestion, Mayotte, Comores, France

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

Malard A., Jaouen T. (2009) – Réseau de surveillance piézométrique de Mayotte sous maîtrise d'ouvrage BRGM. Année 2009. BRGM/RP-57459-FR, 75 p., 21 ill., 8 tab., 4 ann.

© BRGM, 2009, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

Dans le cadre de la convention nationale ONEMA-BRGM, le SGR de Mayotte s'est vu confier la gestion (depuis 2007) d'un réseau de surveillance unitaire quantitatif des masses d'eau souterraines en accord avec les exigences de la Directive Cadre Européenne. Le programme 2008/2009 prévoit la mise en place opérationnelle du suivi piézométrique, la mise en banque ADES des données et la sélection d'un métaréseau de surveillance quantitatif DCE<sup>1</sup>.

Le réseau piézométrique MO BRGM initié en 2007 n'est réellement effectif que depuis juin 2008 en raison de difficultés techniques inhérentes à Mayotte. Le bilan de la mise en place du réseau piézométrique et les premiers résultats ont fait l'objet d'un rapport final en mars 2009 (rapport BRGM.RP-56768-FR).

Début 2009, le parc piézométrique se compose de 3 piézomètres (initialement 5 mais dont 1 ouvrage a été vandalisé et 1 autre abandonné) de l'ancien réseau de mesure sous maîtrise d'ouvrage DAF ainsi que de 5 nouveaux piézomètres<sup>2</sup> réalisés entre novembre 2008 et août 2009 ; soit au total 8 piézomètres fonctionnels fin 2009.

Depuis fin octobre 2009, les 8 piézomètres sont instrumentés d'un dispositif de mesure automatique et télégré qui permet la collecte des données à distance. Des visites régulières sont effectuées sur les piézomètres soit par un agent du BRGM (3 fois par an), soit par un opérateur extérieur (4 fois par an).

Il est important de noter que les difficultés de terrain (conditions climatiques, difficultés d'accès aux sites) ont retardé la réalisation des 5 piézomètres (dont la fin de réalisation était initialement prévue en décembre 2009). Par ailleurs, l'instrumentation des sites a aussi été retardée du fait des difficultés technologiques rencontrées (absence de couverture réseau adéquate) et des délais de livraison des dispositifs de mesure et des pièces. Ainsi, le programme 2009 a souffert de plus de 6 mois de retard mais l'objectif principal fixé pour 2009 - à savoir la surveillance des 8 piézomètres - est aujourd'hui atteint.

---

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

<sup>2</sup> Les 5 piézomètres ont été réalisés dans le cadre de la convention de partenariat ONEMA/BRGM du 23 janvier 2008. cf. rapports FR BRGM/RP-56779-FR BRGM/RP-56780-FR, BRGM/RP-56782-FR BRGM/RP-56783-FR et BRGM/RP-56781-FR



## Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Le réseau piézométrique unitaire MO BRGM ; 8 piézomètres en 2009.....</b>	<b>11</b>
2.1. PRESENTATION DU RESEAU UNITAIRE MO BRGM.....	11
2.2. OPERATIONS 2009 .....	13
2.2.1. La réalisation des 5 nouveaux piézomètres de surveillance ONEMA/BRGM.....	13
2.2.2. Installation et suivi des 5 nouveaux piézomètres .....	14
2.2.3. Modalités du suivi piézométrique en 2009 .....	17
2.2.4. Télétransmission des données .....	17
2.3. LES PIEZOMETRES 2009 AU CAS PAR CAS .....	19
2.3.1. Combani 2 – 12306X0010/COMB2 .....	19
2.3.2. Hajangoua 2 – 12313X0031/HAN2 .....	19
2.3.3. Kawéni 1 8” - 12307X0011/KAWE1 .....	19
2.3.4. Kahani 1 8” - 12312X0030/KAHA1 .....	21
2.3.5. Orovéni 2 - 12306X0012/OURO02.....	23
2.3.6. Dzoumogné 2 - 12302X0026/PZ1 .....	25
2.3.7. Kani Kéli 2 - 12316X0037/PZ2 .....	27
2.3.8. Dispensaire - 12316X0038/PZ3 .....	29
2.3.9. Gymnase - 12308X0086/PZ4 .....	32
2.3.10. Digo - 12306X0053/PZ5 .....	35
<b>3. Programme pour l’année 2010 .....</b>	<b>39</b>
3.1. SUIVI PIEZOMETRIQUE 2010.....	39
3.2. HOMOGENEISATION DU PARC PIEZOMETRIQUE .....	39
3.3. TRAVAUX PONCTUELS .....	39
3.3.1. Réfection d’ouvrage.....	39
3.3.2. Nivellement des ouvrages .....	40
3.3.3. Suivi du matériel.....	40
<b>4. Conclusion .....</b>	<b>41</b>
<b>5. Références bibliographiques .....</b>	<b>43</b>



## Liste des illustrations

Illustration 1. Les piézomètres du réseau unitaire MO BRGM 2009 de Mayotte (état en décembre 2009).....	12
Illustration 2. Détail de la pose des stations OTT Orhéus Mini sur les nouveaux piézomètres 2008-2009 (cas du piézomètre de Digo, BSS 12306X0053/PZ5, photographie BRGM du 21 octobre 2009).....	15
Illustration 3. Identification du repère de mesure.....	15
<i>Illustration 4 : état du piézomètre de Kéwéni 1 8" lors du constat de destruction du matériel NAPAC / KERWIN (photo. BRGM par A. Oppermann ; le 20/01/10).</i> ....	20
Illustration 5 : chronique piézométrique pour l'année 2009 – ouvrage de Kawéni 1 8".....	21
<i>Illustration 6 : état du piézomètre de Kahani 1 en décembre 2009 : un bâtiment a été construit sans autorisation à proximité de l'ouvrage.</i> .....	22
Illustration 7 : chronique piézométrique pour l'année 2009 – ouvrage de Kahani 1 8" (en vert : les pentes des courbes de tarissement et les pentes en cm/j).....	23
Illustration 8 : chronique piézométrique pour l'année 2009 – ouvrage de Orovéni 2. ....	25
Illustration 9. Installation et programmation de la centrale Orphéus Mini du piézomètre de Dzoumogné 2 (photographie BRGM du 21 octobre 2009).....	26
Illustration 10 : Chronique pour l'année 2009 du piézomètre de Dzoumogné 2.....	27
Illustration 11. Installation et programmation de la centrale Orphéus Mini du piézomètre de Kani Kéli 2 (photographie BRGM du 29 octobre 2009).....	28
Illustration 12 : Chronique pour l'année 2009 du piézomètre de Kani Kéli 2.....	29
Illustration 13. Installation et programmation de la centrale Orphéus Mini du piézomètre du dispensaire de Mramadoudou (photographie BRGM du 29 octobre 2009).....	30
Illustration 14 : Chronique pour l'année 2009 pour le piézomètre du Dispensaire. ....	31
Illustration 15 : superposition du marégramme de Dzaoudzi (SHOM) et de la chronique piézométrique au dispensaire de Mramadoudou.....	32
Illustration 16. Installation et programmation de la centrale Orphéus Mini du piézomètre du gymnase de Petite terre (photographie BRGM du 23 octobre 2009).....	33
Illustration 17 : Chronique pour l'année 2009 du piézomètre du Gymnase de Labattoir.....	34
Illustration 18 : superposition du marégramme de Dzaoudzi (SHOM) et de la chronique piézométrique du Gymnase de Labattoir.....	35
Illustration 19. Instrumentation du piézomètre de Digo (photographie BRGM du 21 octobre 2009).....	36
Illustration 20 : Chronique pour l'année 2009 du piézomètre de Digo.....	37
Illustration 21. Photographies des têtes d'ouvrage de Kahani 1 8" (à gauche) et de Kawéni 1 8" (à droite). Les capots sont détruits et n'assurent plus la sécurité des ouvrages et des instruments de mesure.....	40

## Liste des tableaux

Tableau 1. Les piézomètres du réseau de surveillance unitaire MO BRGM en 2009 : SUIVI (Suivi En Cours) et A (Abandonnés).....	11
Tableau 2. Caractéristiques des 5 nouveaux piézomètres de la convention ONEMA/BRGM 2008.....	13
Tableau 3. Détails des attributions des stations OTT par piézomètres. La date d'installation correspond à la date de la première mesure automatique.....	16
Tableau 4. Récapitulatif des informations relatives à l'instrumentation du piézomètre de Dzoumognè 2. ....	25
Tableau 5. Récapitulatif des informations relatives à l'instrumentation du piézomètre de Kani Kéli 2.....	27
Tableau 6. Récapitulatif des informations relatives à l'instrumentation du piézomètre du dispensaire. ....	29
Tableau 7. Récapitulatif des informations relatives à l'instrumentation du piézomètre du gymnase. ....	32
Tableau 8. Récapitulatif des informations relatives à l'instrumentation du piézomètre de Digo.....	35

## Liste des annexes

Annexe 1- Exemple de programmation de la station OTT Orphéus Mini du piézomètre de Dzoumognè 2 .....	45
Annexe 2 - Compte rendu suite à l'installation des stations d'acquisition de marque OTT - société Télégys .....	53
Annexe 3 - Indicateurs téléphoniques des stations OTT .....	59
Annexe 4 - Données pluviométriques de la DAF pour l'année 2009 .....	63

# 1. Introduction

Au titre de sa mission de service public sur les eaux souterraines, le MEEDDM<sup>1</sup> à travers l'ONEMA<sup>2</sup> 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>3</sup>. L'objectif principal de ce transfert de réseau est de développer, d'optimiser et de moderniser le parc piézométrique mahorais dans le but de produire de la donnée sur les eaux souterraines afin de valoriser les connaissances sur les ressources quantitatives, de les diffuser au public le plus large et de mettre en place un réseau de surveillance quantitatif comme l'impose la Directive Cadre Européenne.

Le réseau unitaire sous Maîtrise d'Ouvrage BRGM compte 8 piézomètres en 2009, 3 « anciens » et 5 nouveaux ouvrages. Le rapport 2009 s'articule autour des trois tâches principales qui ont composé le projet annuel :

- **La réalisation de cinq nouveaux piézomètres** : ces travaux programmés en 2008 (Marché de travaux 55/2008 du 13 octobre 2008) ont démarré en novembre 2008 et se sont achevés en août 2009. Ces ouvrages, de 60 m de profondeur environ ont chacun fait l'objet d'un rapport d'exécution (rapports BRGM/RP-56783-FR, BRGM/RP-56782-FR, BRGM/RP-56781-FR, BRGM/RP-56780-FR, BRGM/RP-56779-FR),
- **L'installation et le suivi des cinq nouveaux piézomètres** : six stations piézométriques OTT de type Orphéus Mini ont été achetées en 2009 et 5 d'entre elles ont été installées sur sites entre le 21 et le 28 octobre 2009. Ces stations ne conservent que la valeur maximale sur douze heures à partir d'une mesure de niveau par heure. Ces valeurs biquotidiennes sont ensuite télétransmises chaque semaine et réceptionnées au SGR de Mayotte,
- **Le suivi des 3 « anciens » piézomètres** : un contrat de sous-traitance a été passé avec un prestataire de service responsable de l'installation des stations (TELEGYS) pour la maintenance et le suivi des 3 sites encore équipés des anciennes stations de type NAPAC / KERWIN.

Les données piézométriques collectées auprès des 8 piézomètres sont bancarisées régulièrement au sein de la banque ADES via les outils Molosse & Condor. Jusqu'en janvier 2010, l'acquisition des données est effectuée sur un pas de temps biquotidien.

---

<sup>1</sup> Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie, l'Energie, du Développement Durable et de la Mer

<sup>2</sup> Office Nationale des Eaux et des Milieux Aquatiques

<sup>3</sup> Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Mayotte. La DAF représente l'ONEMA à Mayotte

En 2010, il est prévu d'acquérir 5 centrales supplémentaires afin d'homogénéiser l'équipement des 8 piézomètres et de disposer d'un stock de stations de rechange. Conformément au marché BRGM/Hydroservices de 2009 pour la période 2009-2013, cette commande portera certainement sur du matériel de marque SEBA : enregistreur « Dipper 3/T3 » muni d'un module de télétransmission « SlimCom ». Les 8 stations seront alors exclusivement suivies par un agent du BRGM.

Des travaux ponctuels sont aussi inscrits au programme, il s'agit de : réhabiliter les deux têtes des piézomètres de Kawéni 1 8" et de Kahani 1 8" et de procéder au nivellement des 8 piézomètres du réseau unitaire afin de raccorder les mesures relatives au système NGM<sup>1</sup> en vigueur à Mayotte.

---

<sup>1</sup> Nivellement Général de Mayotte

## 2. Le réseau piézométrique unitaire MO BRGM ; 8 piézomètres en 2009

### 2.1. PRESENTATION DU RESEAU UNITAIRE MO BRGM

Le réseau unitaire MO BRGM référencé RDESOUPMAYBRGM de code Sandre 1100000001 (site <http://www.ades.eaufrance.fr/>) compte en 2009 10 piézomètres dont 2 sont abandonnés car détruits ou inaptes à la mesure (Tableau 1). Ainsi, 8 piézomètres sont suivis fin 2009.

Désignation	Code BSS	Etat	Désignation	Code BSS	Etat
DZOUMOGNE 2	12302X0026/PZ1	SUIVI	KAHANI 1 8''	12312X0030/KAHA1	SUIVI
OUROVENI 2	12306X0012/OURO02	SUIVI	DISPENSAIRE	12316X0038/PZ3	SUIVI
KAWENI 1 8''	12307X0011/KAWE1	SUIVI	DIGO	12306X0053/PZ5	SUIVI
GYMNASE	12308X0086/PZ4	SUIVI	HJANGUA 2	12313X0031/HAN2	A
KANI KELI 2	12316X0037/PZ2	SUIVI	COMBANI 2	12306X0010/COMB2	A

Tableau 1. Les piézomètres du réseau de surveillance unitaire MO BRGM fin 2009 : SUIVI (Suivi En Cours) et A (Abandonnés).

Début 2009, 3 sites sont équipés de stations piézométriques automatiques et télétransmises (Ourovéni 2, Kawéni 1 8'' et Kahani 1 8''). Les 5 autres sites ont été équipés de stations OTT entre le 21 et le 29 octobre 2009 (cf. § 2.2.2).

Ces 8 piézomètres sont inscrits comme piézomètres de référence du réseau de surveillance quantitatif DCE des eaux souterraines de Mayotte (cf. rapport BRGM/RP-56772-FR) et sont représentés sur la carte suivante.

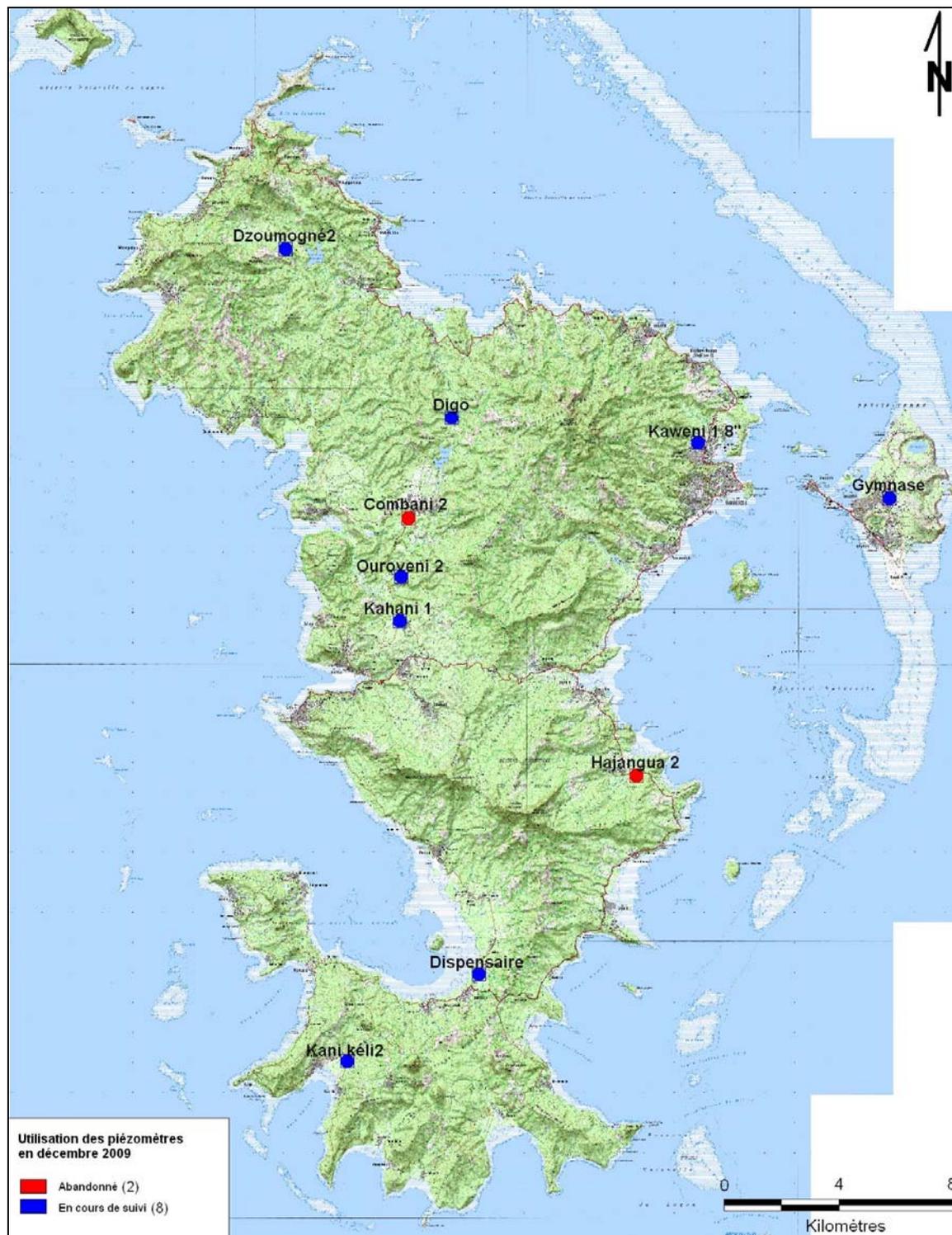


Illustration 1. Les piézomètres du réseau unitaire MO BRGM 2009 de Mayotte (état en décembre 2009).

## 2.2. OPERATIONS 2009

### 2.2.1. La réalisation des 5 nouveaux piézomètres de surveillance ONEMA/BRGM

Dans le cadre du programme 2008, 5 piézomètres ont été financés par l'ONEMA pour la confortation des réseaux de surveillance unitaire MO BRGM et de surveillance quantitative DCE.

Ces 5 piézomètres, dont les caractéristiques essentielles sont présentées dans le tableau suivant, ont été réalisés par la société ForInTech au titre du Marché de travaux 55/2008 du 13 octobre 2008 entre le 6 décembre 2008 et le 28 août 2009. Chacun de ces piézomètres a fait l'objet d'un rapport d'exécution.

N°BSS	Désignation	Profondeur	Date de création	Masse d'eau	N° de rapport
12302X0026/PZ1	Dzoumognè 2	55	24/01/2009	Complexe du Nord (9601)	RP-56779-FR
12316X0037/PZ2	Kani Kéli 2	52	10/02/2009	Complexe du Sud (9603)	RP-56782-FR
12316X0038/PZ3	Dispensaire de Mramadoudou	65	14/02/2009	Complexe du Sud (9603)	RP-56780-FR
12308X0086/PZ4	Gymnase de Dzaoudzi Labattoir	60	10/03/2009	Petite terre (9602b)	RP-56783-FR
12306X0053/PZ5	Digo	60	28/08/2009	Massif de Digo (9602c)	RP-56781-FR

Tableau 2. Caractéristiques des 5 nouveaux piézomètres de la convention ONEMA/BRGM 2008.

## **2.2.2. Installation et suivi des 5 nouveaux piézomètres**

### **1) Généralités**

Les 5 piézomètres ont été équipés de stations piézométriques OTT de type Orphéus Mini – commande OTT du 16 janvier 2009 de 6 centrales (pour un montant HT<sup>1</sup> de 12 593 €) et du 31 mars 2009 de 5 adaptateurs (pour un montant HT de 2 898 €). La station supplémentaire est prévue comme station de rechange en cas de panne sur le réseau.

Le développement du réseau DATA est encore indispensable pour permettre la télégestion des sites. Celle-ci devait être effective dès 2009 mais il s'est pour l'instant révélé impossible de l'exploiter. Des tests sont en cours pour déterminer l'origine de ce problème et déterminer comment exploiter au mieux la couverture réseau existante pour la télétransmission des données (voir 2.2.4).

Cependant, les données sont pour le moment télétransmises via le réseau GSM par SMS.

Un contrat relatif à l'installation des stations piézométriques (paramétrage des centrales et des capteurs, mise en place des modules de télétransmission) a été passé avec la société TELEGYIS pour un montant de 3 630 € HT (commande 2009-93820/0 du 17 avril 2009).

Les stations ont été équipées sur sites les 21, 23 et 29 octobre 2009. Les premières mesures automatiques sont initiées à ces dates.

### **2) Paramétrage des mesures**

Sur chaque site, la station de mesure OTT a été positionnée sur la tête du tube acier au moyen d'un adaptateur 10 pouces / 6 pouces (cf. Illustration 2).

---

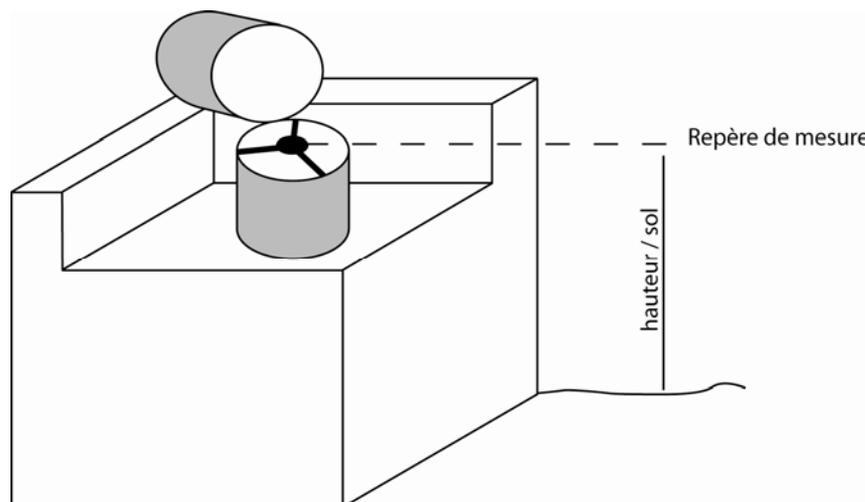
<sup>1</sup> Il n'y a pas de TVA à Mayotte



*Illustration 2. Détail de la pose des stations OTT Orhéus Mini sur les nouveaux piézomètres 2008-2009 (cas du piézomètre de Digo, BSS 12306X0053/PZ5, photographie BRGM du 21 octobre 2009)*

Sur tous les sites, compte tenu des faibles battements de nappes – de l'ordre de quelques mètres au maximum – les capteurs de type 10 mH<sub>2</sub>O (plage de mesure de 0 à 1 bar ou 100 kPa) ont été placés 1 à 2 m sous le niveau statique mesuré et considéré au mois d'octobre comme étant le niveau d'étiage.

Les stations ont ensuite été programmées de sorte que les valeurs enregistrées soient les profondeurs par rapport au repère de mesure qui n'est autre que la rondelle de maintien de la sonde de pression (cf. Illustration 3).



*Illustration 3. Identification du repère de mesure.*

Les mesures du niveau piézométrique sont prises à pas de temps horaire puis seuls les maxima sur 12 heures sont enregistrés. Les données biquotidiennes acquises sont télétransmises une fois par semaine et réceptionnées dans les locaux du BRGM.

N°BSS	Désignation	N° station	N° capteur	Hauteur repère (m/sol)	Cote du sol* (m N.G.M)	Cote du repère (m NGM)	Date installation
12302X0026/PZ1	Dzoumognè 2	1	1	+0,48	103	103,48	21/10/2009
12316X0038/PZ3	Dispensaire de Mramadoudou	2	2	+0,46	9,8	10,26	29/10/2009
12316X0037/PZ2	Kani Kéli 2	3	3	+0,49	16	16,49	29/10/2009
12308X0086/PZ4	Gymnase de Dzaoudzi Labattoir	4	4	+0,5	20	20,5	23/10/2009
12306X0053/PZ5	Digo	5	5	+0,54	111	111,54	21/10/2009

Tableau 3. Détails des attributions des stations OTT par piézomètres. La date d'installation correspond à la date de la première mesure automatique.

\* La cote du sol est extraite du MNT 2009 - information altimétrique la plus précise à Mayotte en l'absence de nivellement spécifique. Dans l'attente des opérations de nivellement altimétrique des ouvrages en 2010, ces valeurs de côte et de hauteur de repère seront celles renseignées sous ADES.

### 3) Paramétrage des alarmes

Des voies supplémentaires (voies 3 et 4) ont été rajoutées lors du paramétrage des stations OTT (cf. Exemple de programmation de la station OTT Orphéus Mini du piézomètre de Dzoumognè 2 en Annexe 1. Toutes les stations ont été programmées suivant ce modèle). Il s'agit notamment d'une voie permettant l'enregistrement de la tension des batteries de la centrale et du GSM.

Des seuils d'alarme ont été programmés. Ils sont fixés respectivement à 4,1 V et 3,1 V pour les batteries de la station Orphéus (tension d'alimentation 4,5 V) et du GSM (tension d'alimentation 3,6 V). En cas d'atteinte des valeurs seuils, des SMS d'alerte sont envoyés sur le téléphone mobile d'astreinte.

### **2.2.3. Modalités du suivi piézométrique en 2009**

Compte tenu de la difficulté d'emploi des anciennes stations piézométriques de type NAPAC / KERWIN (cf. rapport BRGM/RP-56768-FR) au niveau du paramétrage des capteurs et de télétransmission, un contrat de sous-traitance relatif au suivi et à l'entretien du réseau piézométrique a été passé avec TELEGYS pour le suivi des 3 anciens piézomètres (contrat du 11 mars 2009 pour un montant de 4 010 €).

Le contrat prévoit quatre tournées de maintenance en 2009 sur chacun des trois sites et la réception hebdomadaire des données télétransmises. Ces données sont ensuite remises au BRGM pour bancarisation dans la banque ADES.

Il est important de noter que la qualité des mesures réalisées au niveau de ces 3 piézomètres est relativement mauvaise (troncature des valeurs au décimètre près). Le choix d'installation des stations NAPAC / KERWIN a été justifié en 2006 par l'absence de couverture de réseau DATA sur l'île. Le matériel usuel ne pouvant être utilisé, il a été décidé de mettre en place ces stations NAPAC / KERWIN et d'assurer la transmission des données par SMS *via* réseau GSM classique.

Malheureusement, après une année de suivi, le matériel se révèle inadéquat pour la mesure des niveaux piézométriques et surtout l'utilisation en milieu tropical. Il a donc été décidé de remplacer ces stations par du matériel adapté en 2010.

### **2.2.4. Télétransmission des données**

Les stations piézométriques OTT Orphéus Mini sont composées d'un capteur de pression avec enregistreur et d'une unité de communication. Cette unité de communication fonctionne grâce à des puces téléphoniques M2M (machine to machine) via le réseau DATA de SFR. Un superviseur (logiciel Hydras 3) installé sur l'un des PC de l'antenne du BRGM doit permettre de recevoir les données et d'interroger les stations piézométriques OTT par le biais d'un modem utilisant le réseau DATA/Fax.

Pour l'instant, il a été impossible de télégérer les stations piézométriques OTT de cette manière. Malgré ce dysfonctionnement, un protocole palliatif est utilisé en ce moment afin de récupérer les données. Ces puces disposent de trois numéros pour communiquer : le DATA/GPRS, le DATA/Fax et le numéro vocal :

- Le numéro vocal nous sert actuellement à envoyer les données stockées par l'enregistreur vers un superviseur distant (de type Hydras 3) par le biais de SMS reçus via un modem externe sur le superviseur.

- Le numéro DATA/Fax devrait permettre d'appeler une station autonome depuis le superviseur distant et de transmettre les données de l'enregistreur vers le superviseur. Ce numéro devait être utilisé pour communiquer avec les stations OTT : réception des données et interrogation.

D'après les indications fournies par SFR, le réseau DATA/Fax n'est pas fonctionnel à Mayotte et il ne sera pas développé au profit du réseau DATA/GPRS. La société OTT a confirmé la compatibilité de ses stations avec ce réseau.

La société Télégys, sous-traitant du BRGM pour la mise en place des stations d'acquisition OTT, teste actuellement les ITC (système de télétransmission OTT), les puces et différents protocoles de communication afin de déterminer si le réseau DATA/GPRS est exploitable sinon pour déterminer le protocole de télétransmission le plus adapté. Dans cette démarche, la collaboration des services techniques de OTT et de SFR s'avèrent essentiels.

La couverture du réseau SFR à Mayotte pose également problème pour les sites de Digo (PZ5) et de Dzoumogné (PZ1). Le premier ne dispose pas d'une couverture réseau suffisante pour communiquer par le réseau GSM et la couverture réseau du second demeure faible et instable.

## **2.3. LES PIEZOMETRES 2009 AU CAS PAR CAS**

### **2.3.1. Combani 2 – 12306X0010/COMB2**

Piézomètre vandalisé et définitivement abandonné en 2009.

### **2.3.2. Hajangoua 2 – 12313X0031/HAN2**

Piézomètre sans historique de travaux et aux mesures douteuses. Définitivement abandonné en 2009.

### **2.3.3. Kawéni 1 8'' - 12307X0011/KAWE1**

#### ***Bilan du suivi et de l'état de l'ouvrage à la fin de l'année 2009***

Jusqu'au mois d'août 2009, le suivi est uniquement assuré par le matériel NAPAC / KERWIN qui équipe le piézomètre de Kawéni 1 8''.

Ensuite, cet ouvrage a fait l'objet d'un aménagement particulier à partir du 27 août 2009 dans le cadre de la phase 3 du projet intitulé « Modalités d'exploitation et de protection de l'aquifère de Kawéni – Année 4 » (BRGM/RP-57385-FR). Dans le but de détecter une influence de la marée sur cet aquifère côtier, des capteurs de pressions de type Diver (Van Essen Instruments – plage de mesure 0-100 m H<sub>2</sub>O) ont mesuré la variation du niveau piézométrique avec un pas de temps de 10 minutes. Ils ont été retirés le 7 décembre 2009.

Le 20 janvier 2010, la destruction de la station de mesure NAPAC / KERWIN a été constatée sur le site et, par conséquent, retiré du piézomètre. Le 23 janvier 2010, les capteurs de pression du type Diver \_employés lors de l'étude relative à l'aquifère de Kawéni, voir ci-dessus\_ ont été installés sur l'ouvrage de Kawéni 1 8'' pour assurer le suivi piézométrique avec un pas de temps horaire. Cependant, aucune mesure ne sera disponible pour la période allant du 7 décembre 2009 au 20 janvier 2010.

L'état de dégradation de l'ouvrage est important. La tête du piézomètre sera réhabilitée au cours du premier trimestre 2010 (sur le modèle des piézomètres ONEMA 2008/2009). Cet aménagement est indispensable dans la mesure où il s'agit d'un piézomètre stratégique et irremplaçable (les autres piézomètres de la zone industrielle de Kawéni ont tous été vandalisés). Un système de mesure définitif sera mis en place après ces aménagements. Comme pour les 3 « anciens » piézomètres du réseau unitaire MO BRGM, il s'agira certainement de matériel de marque SEBA (type Dipper 3/T3 avec dispositif de télétransmission de type SlimCom).



*Illustration 4 : état du piézomètre de Kawéni 1 8'' lors du constat de destruction du matériel NAPAC / KERWIN (photo. BRGM par A. Oppermann ; le 20/01/10).*

### **Chronique de l'année 2009**

<b>Période de mesure</b>	<i>Du 01/01/09 au 07/12/09</i>
<b>Nombre de mesure quotidienne</b>	<i>341 / 365</i>
<b>Précision de mesure</b>	<i>Décimètre du 01/01/09 au 26/08/09</i>
	<i>centimètre du 27/08/09 au 07/12/09</i>

Le piézomètre de Kawéni 1 8'' est le seul ouvrage dont le système d'acquisition a été modifié au cours de l'année 2009. Sur l'illustration 4, se distinguent (i) jusqu'au 23 août 2009 le suivi assuré par le système NAPAC / KERWIN, (ii) puis le suivi par le système de type Diver et, (iii) à partir du 7 décembre, une lacune due à la destruction du matériel NAPAC / KERWIN.

L'examen des chroniques piézométriques de kawéni 1 8'' a fait l'objet d'une étude complète et détaillée dans les rapports BRGM/RP-56773-FR, BRGM/RP-56768-FR et BRGM/RP-57385-FR. Les éléments qui suivent s'appuient sur leurs conclusions. Sur l'année hydrologique 2008-2009 et conformément au suivi piézométrique antérieur, l'aquifère de Kawéni présente une recharge rapide et franche (rapport temps de recharge / temps de décharge de 2/1) débutant à la fin du mois de novembre 2008 et s'achevant à la mi-mars 2009. Succède à cette dernière, une période de décharge de l'aquifère jusqu'à l'arrivée de la saison des pluies 2009-2010. A l'étiage 2009, le niveau piézométrique avec +6,00 m NGM demeure supérieur à ceux enregistrés les années précédentes (2003 à 2007). Ceux-ci montraient un abaissement du niveau hydrostatique compris entre +5,20 à +4,70 m NGM en période de basses eaux. La baisse des niveaux piézométriques étant plus prononcée à l'étiage qu'en hautes eaux, la cause de celle-ci est probablement davantage liée à une vidange plus importante de l'aquifère qu'à un déficit de recharge en saison des pluies. Réciproquement, l'origine

de l'augmentation des réserves en 2009 est certainement à mettre en relation avec la diminution de 15 % des volumes prélevés dans le bassin hydrogéologique (somme sur les captages dits de Kawenilajoli, de F1 (12307X0013) et de F2 (12307X0014), données fournis par la SOGEA). Les premières mesures du mois de janvier 2010 montrent que l'aquifère est passé en phase de recharge.

La phase 4 de l'étude de l'aquifère de Kawéni (BRGM/RP-57385-FR) a mis en évidence, par le biais d'une analyse temporelle des signaux piézométriques et du niveau marin entre le 27/08/09 et le 07/12/09, l'influence de la marée sur le niveau hydrostatique de l'aquifère. Des études complémentaires seraient nécessaires pour déterminer les relations complexes qui existent entre cet aquifère et l'intrusion d'eau marine.

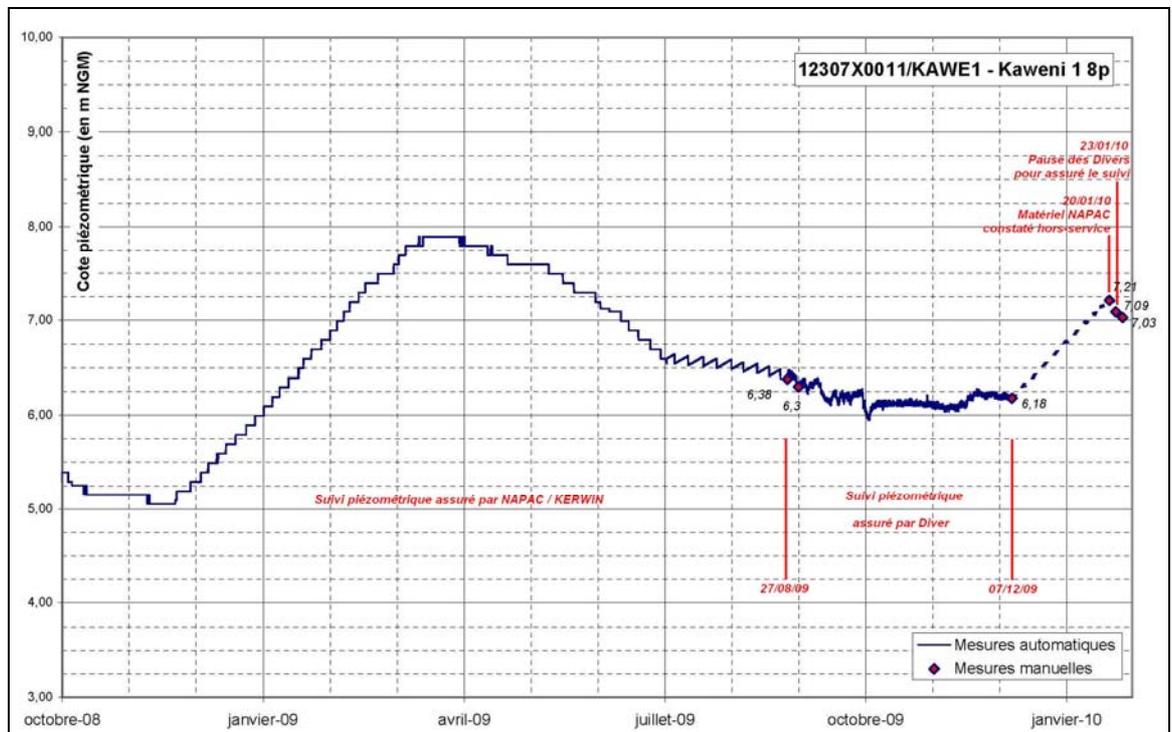


Illustration 5 : chronique piézométrique pour l'année 2009 – ouvrage de Kawéni 1 8''.

#### 2.3.4. Kahani 1 8'' - 12312X0030/KAHA1

##### ***Bilan du suivi et de l'état de l'ouvrage à la fin de l'année 2009***

L'état de dégradation de l'ouvrage est important. Il est indispensable de réhabiliter la tête du piézomètre, surtout au regard des aménagements qui s'opèrent à proximité. Le matériel de mesure, actuellement du type NAPAC / KERWIN, sera remplacé courant

2010 par du matériel d'acquisition plus adapté, certainement de marque SEBA (type Dipper 3/T3 avec dispositif de télétransmission de type SlimCom).



BRGM©

*Illustration 6 : état du piézomètre de Kahani 1 en décembre 2009 : un bâtiment a été construit sans autorisation à proximité de l'ouvrage.*

### **Chronique de l'année 2009**

<b>Période de mesure</b>	<i>Du 01/01/09 au 31/12/09</i>
<b>Nombre de mesure quotidienne</b>	<i>365 / 365</i>
<b>Précision de mesure</b>	<i>Décimètre</i>

Le fonctionnement hydrogéologique de cet aquifère est décrit en détail sur la période 1993 – 2008 dans le rapport BRGM/RP-56768-FR. Ici, seuls les faits marquants de l'année 2009 seront mentionnés.

Le niveau d'étiage 2008 était relativement haut, à +103,80 m NGM, par rapport aux étiages moyens de l'aquifère qui tendent vers +103,17 m NGM (étiage moyen sur la période 1996 - 2009). Si les mesures piézométriques disponibles à cette heure ne permettent pas de situer exactement la transition vidange/recharge, il semble que l'étiage 2009 s'approchera de la valeur moyenne à +102,90 m NGM. Le niveau des hautes eaux, à +107,23 m NGM, est lui légèrement au-dessus de la valeur moyenne de +106,72 m NGM (calculée sur la période 1996 – 2009).

Comme en 2008, la courbe de tarissement de cet aquifère présente une rupture de pente au mois d'août. *A priori*, ces deux phases dans la dynamique de tarissement est attribuable à la géométrie de cet aquifère multicouche composé de limons, d'argile d'altération, d'altérite et de basalte fracturé (d'après coupe technique du forage de

Kahani 1 – 12312X0030). La section de pente 2,85 cm/j est attribuable à la vidange des horizons fissurés, avec un écoulement rapide par la fracturation. Tandis que la section dont la pente avoisine 0,4 cm/j correspondrait à une vidange du milieu poreux (horizons altérés) dont la drainance verticale plus faible, retarderait les écoulements. Une analyse plus fine se basant sur davantage de cycles hydrologiques et des mesures de piézométrie plus précises est nécessaire pour confirmer l'hypothèse du fonctionnement mixte poreux-fracturé de cet aquifère.

A partir de 2010, ce piézomètre sera équipé d'un matériel de mesure plus adapté (capteur de pression SEBA, type Dipper 3/T3) qui permettra de s'affranchir d'une partie des incertitudes de mesure.

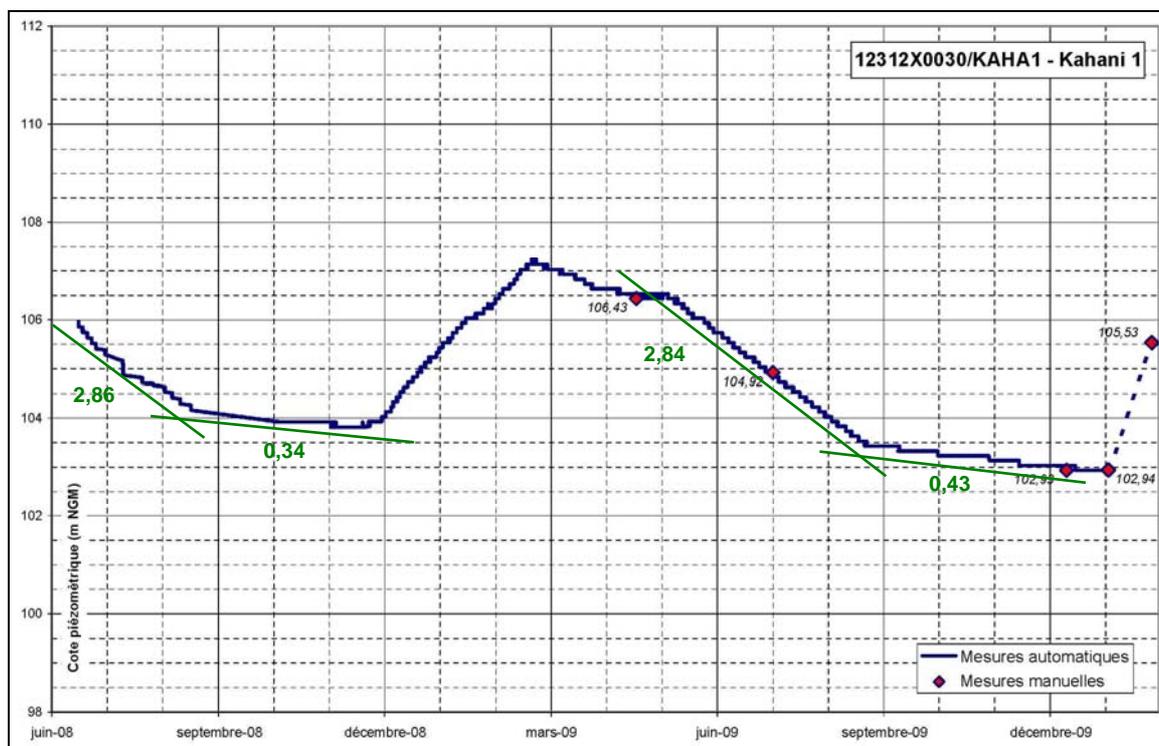


Illustration 7 : chronique piézométrique pour l'année 2009 – ouvrage de Kahani 1 8" (en vert : les pentes des courbes de tarissement et les pentes en cm/j).

### 2.3.5. Orovéni 2 - 12306X0012/OURO02

#### ***Bilan du suivi et de l'état de l'ouvrage à la fin de l'année 2009***

Compte tenu de la faiblesse de la couverture réseau, une antenne GSM déportée a été installée sur site en juillet 2009. L'état général de l'ouvrage est satisfaisant : une cloche métallique protège la tête du piézomètre et le système d'acquisition automatique NAPAC / KERWIN. Seule une construction d'une dizaine de mètres carrés destinée au stockage du petit outillage agricole et quelques dépôts de « tout-venant » jouxtent

l'ouvrage sans représenter un réel risque de dégradation. Les personnes travaillant sur ce lieu ont été sensibilisées à l'importance de sauvegarder cet ouvrage en « bon état » et *a fortiori* cette cohabitation est satisfaisante pour le moment.

Le matériel de mesure, actuellement du type NAPAC / KERWIN, sera remplacé courant 2010 par du matériel d'acquisition automatisé et plus adapté, certainement de marque SEBA (type Dipper 3/T3 avec dispositif de télétransmission de type SlimCom).

### **Chronique de l'année 2009**

<b>Période de mesure</b>	<i>Du 01/01/09 au 31/12/09</i>
<b>Nombre de mesure quotidienne</b>	<i>365 / 365</i>
<b>Précision de mesure</b>	<i>Décimètre</i>

Le fonctionnement hydrogéologique de cet aquifère est décrit en détail sur la période 2005 – 2008 dans le rapport BRGM/RP-56768-FR. Ici, seuls les faits marquants de l'année 2009 seront mentionnés.

Pour ce piézomètre, une seule année hydrologique complète est disponible : en 2006. A titre de comparaison, les niveaux atteints en hautes eaux en mars sont comparables avec, respectivement pour 2006 et 2009 : +49,52 et +49,30 m NGM. Des quatre niveaux de basses eaux disponibles pour cet aquifère, celui de 2009, avec +47,80 m NGM constitue la mesure la plus faible enregistrée ; pour les années 2005, 2006 et 2008, l'étiage se situait entre +48,22 et +48,41 m NGM. Le déficit pluviométrique de l'année 2009 a directement impacté cet aquifère : 1 278 mm cumulés sur l'année 2009 à la station pluviométrique de Ongoujou contre une moyenne de 1532 mm sur la période 1996 – 2008 et 1393 mm à Combani pour une moyenne de 1715 mm entre 1996 – 2008.

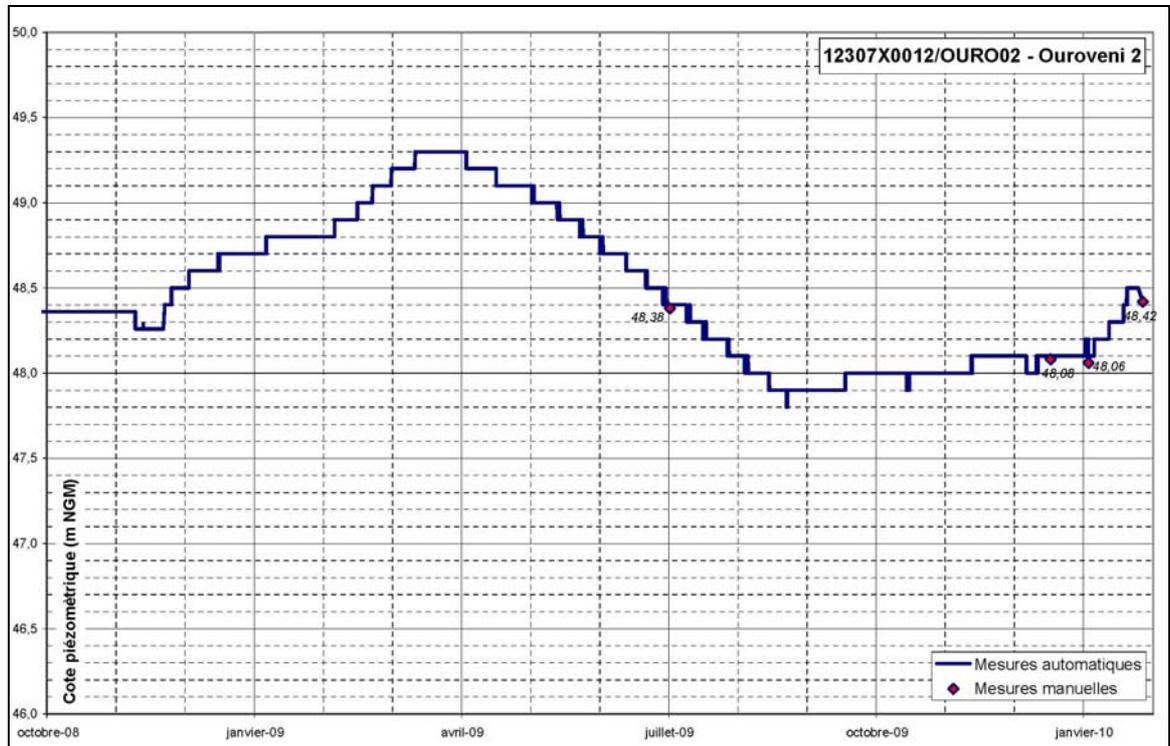


Illustration 8 : chronique piézométrique pour l'année 2009 – ouvrage de Oourovéni 2.

### 2.3.6. Dzoumogné 2 - 12302X0026/PZ1

#### ***Bilan du suivi et de l'état de l'ouvrage à la fin de l'année 2009***

La station OTT Orphéus Mini a été installée sur site le 21 octobre 2009. Les informations relatives à l'instrumentation du site sont compilées dans le tableau suivant.

Site	Référence station OTT	Référence Capteur	Hauteur repère/sol	Signal GSM
Dzoumogné 2	247085/AC035801010	10 m 10 mH <sub>2</sub> O	+48 cm	Faible

Tableau 4. Récapitulatif des informations relatives à l'instrumentation du piézomètre de Dzoumogné 2.



Brgm©

*Illustration 9. Installation et programmation de la centrale Orphéus Mini du piézomètre de Dzoumogné 2 (photographie BRGM du 21 octobre 2009)*

Le niveau statique mesuré lors de l'instrumentation du piézomètre est de - 6,83 m/repère soit -6,35 m/sol ou 96,65 m NGM.

Après quelques problèmes de programmation, le système d'acquisition est opérationnel au 10 décembre 2009. Le détail de la programmation de la station est donné en Annexe 1.

Début 2010, comme pour les quatre autres « nouveaux » piézomètres du réseau unitaire sous MO BRGM, le système de télétransmission est encore en cours de paramétrage à cause de problèmes inhérents au réseau de télécommunication (voir 2.2.4).

### **Chronique de l'année 2009**

<b>Période de mesure</b>	<i>Du 14/10/09 au 31/12/09</i>
<b>Nombre de mesure quotidienne</b>	<i>54 / 78</i>
<b>Précision de mesure</b>	<i>Centimétrique</i>

Le niveau piézométrique est remonté rapidement (remontée de +96,04 à +96,94 m NGM) entre le 29/12/09 et le 12/01/10 à la suite de pluies soutenues ayant affecté Mayotte à cette période, voir Illustration 10 : Chronique pour l'année 2009 du piézomètre de Dzoumogné 2. Il est tombé 120 mm de précipitation cumulées entre le 23/12 et le 31/12 à la station pluviométrique de Longoni ; les données pour le mois de janvier ne sont pas disponibles à la date de rédaction du présent rapport. La réaction de l'aquifère à cet évènement est brutale et peu décalée dans le temps (6 jours) supposant une faible inertie de cet hydrosystème.

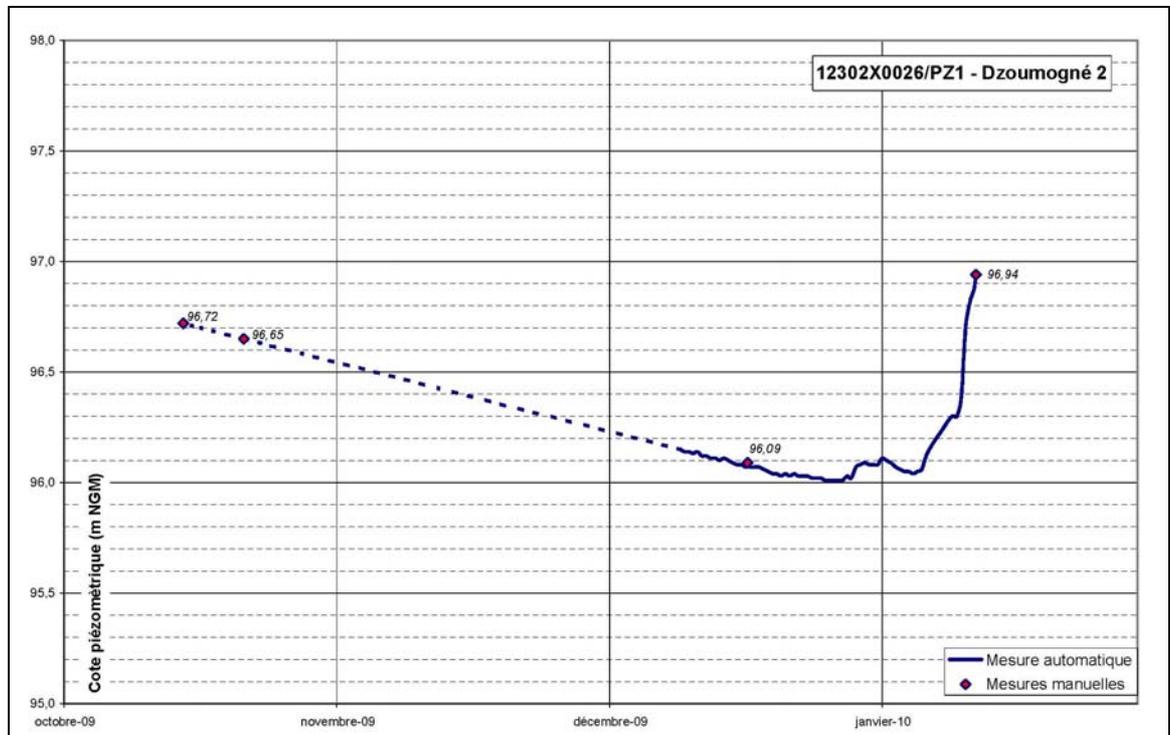


Illustration 10 : Chronique pour l'année 2009 du piézomètre de Dzoumogné 2

### 2.3.7. Kani Kéli 2 - 12316X0037/PZ2

#### ***Bilan du suivi et de l'état de l'ouvrage à la fin de l'année 2009***

La station OTT Orphéus Mini a été installée sur site le 29 octobre 2009.

Site	Référence station OTT	Référence Capteur	Hauteur repère/sol	Signal GSM
Kani Kéli 2	A vérifier	10 m 10 mH <sub>2</sub> O	+49 cm	Bon

Tableau 5. Récapitulatif des informations relatives à l'instrumentation du piézomètre de Kani Kéli 2.



*Illustration 11. Installation et programmation de la centrale Orphéus Mini du piézomètre de Kani Kéli 2 (photographie BRGM du 29 octobre 2009)*

Le niveau statique mesuré lors de l'instrumentation du piézomètre est de - 3,33 m/repère soit -2,84 m/sol ou 13,16 m NGM. La plage de mesure du capteur est de -10 à 0 m/repère.

Après plusieurs tentatives de communication, il s'avère que l'ITC ne fonctionne pas. L'ITC a été retirée pour une phase de test réalisée aux bureaux du BRGM et remontée sur site le 9/12/09. L'ITC fonctionne désormais correctement.

Le système d'acquisition est complètement fonctionnel depuis le mois de décembre 2009. Début 2010, comme pour les quatre autres « nouveaux » piézomètres du réseau unitaire sous MO BRGM, le système de télétransmission est encore en cours de paramétrage à cause de problèmes inhérents au réseau de télécommunication (voir 2.2.4).

### **Chronique de l'année 2009**

<b>Période de mesure</b>	<i>Du 29/10/09 au 31/12/09</i>
<b>Nombre de mesure quotidienne</b>	<i>25 / 63</i>
<b>Précision de mesure</b>	<i>Centimétrique</i>

L'aquifère recoupé par le piézomètre de Kani Kéli 2 réagit rapidement et brutalement à l'épisode pluvieux ayant affecté Mayotte entre le 23 décembre 2009 et la mi-janvier 2010. Le niveau piézométrique passe de +13,24 à +15 m NGM en 13 jours soit une

remontée d'environ 13,5 cm/j. Cet évènement n'ayant presque pas été tamponné, l'inertie de cet aquifère est supposée faible (voir Illustration 12 : Chronique pour l'année 2009 du piézomètre de Kani Kéli 2.).

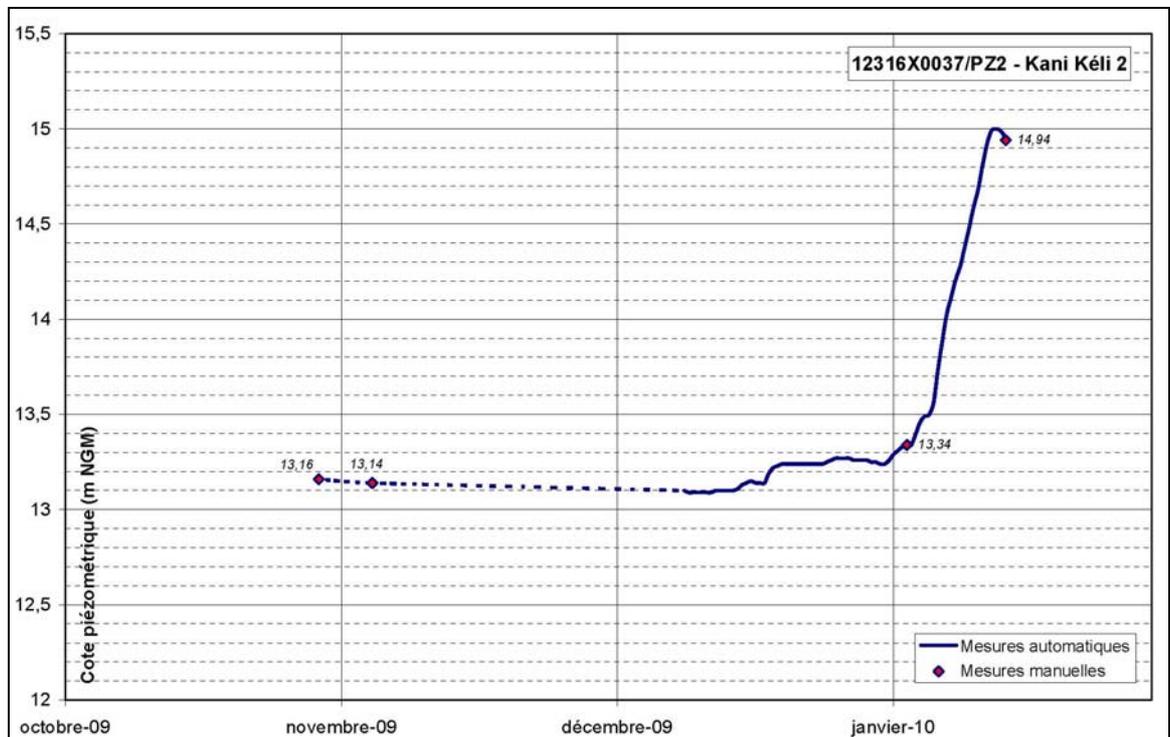


Illustration 12 : Chronique pour l'année 2009 du piézomètre de Kani Kéli 2.

### 2.3.8. Dispensaire - 12316X0038/PZ3

#### ***Bilan du suivi et de l'état de l'ouvrage à la fin de l'année 2009***

La station OTT a été installée sur site le 29 octobre 2009.

Site	Référence station OTT	Référence Capteur	Hauteur repère/sol	Signal GSM
Dispensaire	A vérifier	12 m 10 mH <sub>2</sub> O	+46 cm	Bon

Tableau 6. Récapitulatif des informations relatives à l'instrumentation du piézomètre du dispensaire.



*Illustration 13. Installation et programmation de la centrale Orphéus Mini du piézomètre du dispensaire de Mramadoudou (photographie BRGM du 29 octobre 2009)*

Brgm©

Le niveau statique mesuré lors de l'instrumentation du piézomètre est de - 7,36 m/repère soit -6,90 m/sol ou 2,9 m NGM. La plage de mesure du capteur est de - 12 à -2 m/repère.

Le système d'acquisition est fonctionnel depuis la fin du mois d'octobre 2009. Début 2010, comme pour les quatre autres « nouveaux » piézomètres du réseau unitaire MO BRGM, le système de télétransmission est encore en cours de paramétrage à cause de problèmes inhérents au réseau de télécommunication (voir 2.2.4).

### **Chronique de l'année 2009**

<b>Période de mesure</b>	<i>Du 29/10/09 au 31/12/09</i>
<b>Nombre de mesure quotidienne</b>	<i>63 / 63</i>
<b>Précision de mesure</b>	<i>Centimétrique</i>

La variation piézométrique franche et rapide observée dès le 27/12/09 suppose une infiltration rapide des eaux météoriques : le niveau hydrostatique passant de +2,90 à +3,34 m NGM en 20 jours, soit une remontée de 2,2 cm/j (Illustration 14 : Chronique pour l'année 2009 pour le piézomètre du Dispensaire).

Les variations périodiques visibles sur la chronique 2009 sont très certainement dues à la marée océanique. Entre octobre 2009 et janvier 2010, la chronique piézométrique de l'ouvrage de Labattoir laisse clairement apparaître deux périodes de battement liés aux

marées océaniques (voir Illustration 15 : superposition du marégramme de Dzaoudzi (SHOM) et de la chronique piézométrique au dispensaire de Mramadoudou.) :

- une période d'environ 12 heures correspondant aux marées semi-diurnes ;
- une période d'environ 14 jours (soit la moitié d'un mois lunaire) correspondant à la période de syzygie de la Lune et du Soleil (pleine lune et nouvelle lune).

Une telle corrélation des deux signaux indique clairement qu'il existe un contact entre cet aquifère et une intrusion d'eaux marines.

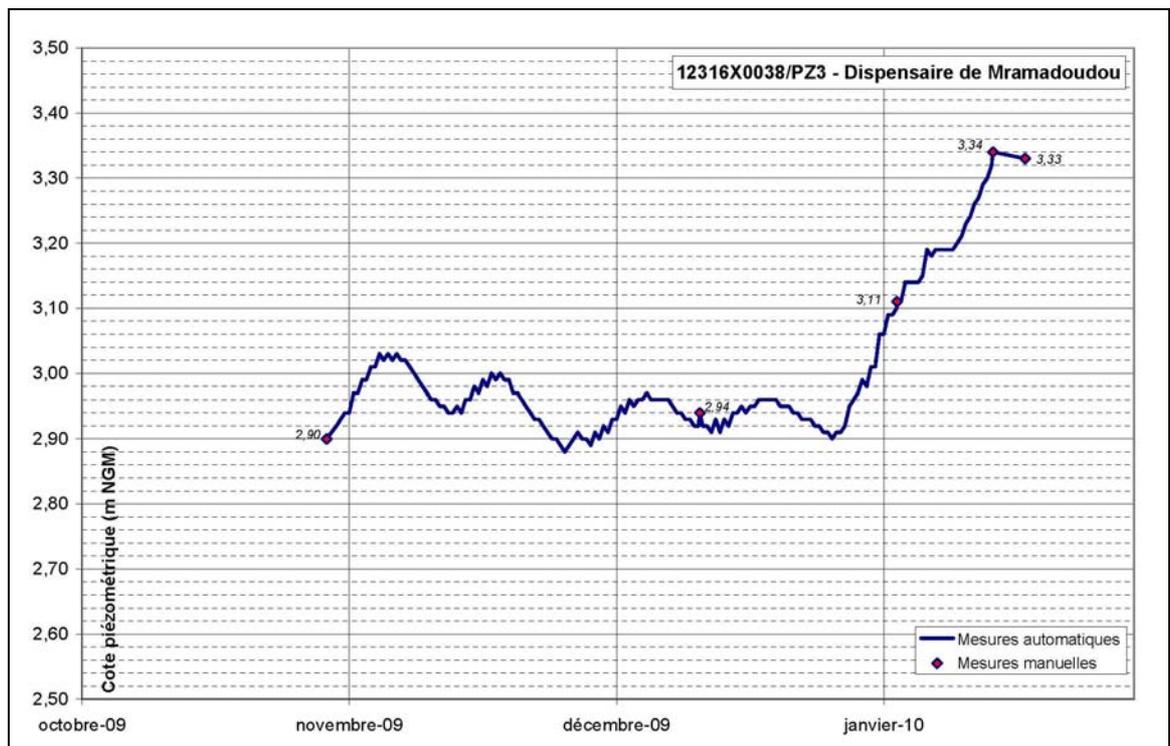


Illustration 14 : Chronique pour l'année 2009 pour le piézomètre du Dispensaire.

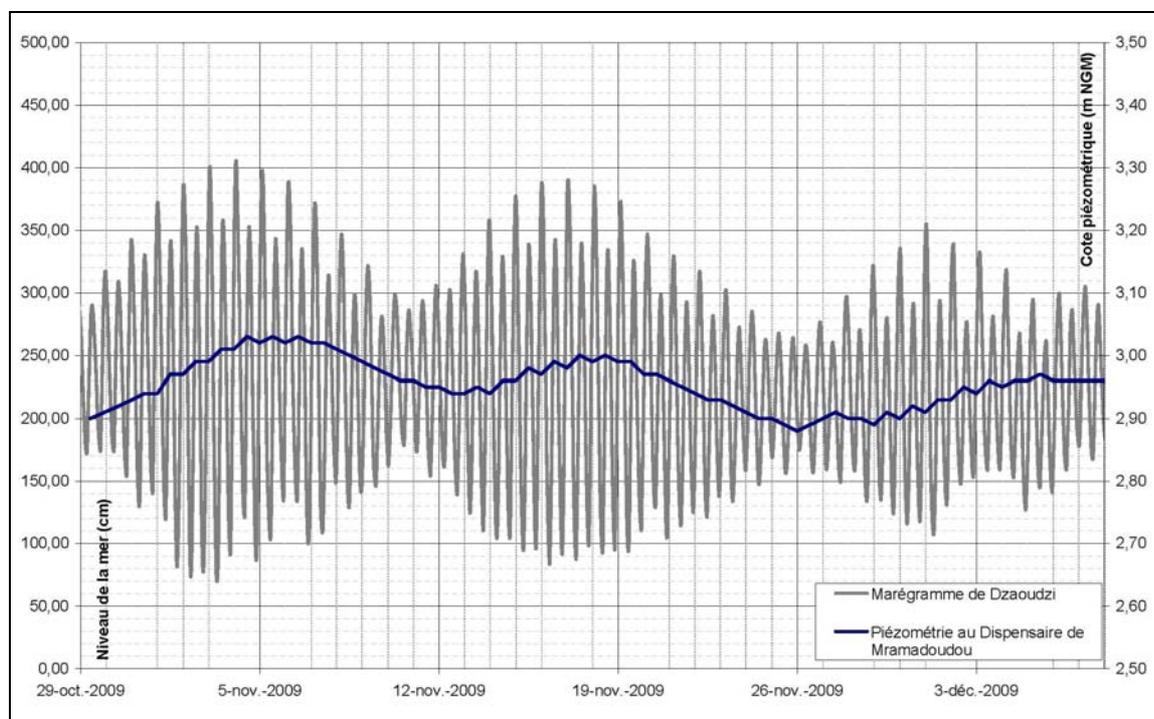


Illustration 15 : superposition du marégramme de Dzaoudzi (SHOM) et de la chronique piézométrique au dispensaire de Mramadoudou.

### 2.3.9. Gymnase - 12308X0086/PZ4

#### **Bilan du suivi et de l'état de l'ouvrage à la fin de l'année 2009**

La station OTT Orphéus Mini a été installée sur site le 23 octobre 2009. Les informations relatives à l'équipement du site sont compilées dans le tableau suivant.

Site	Référence station OTT	Référence Capteur	Hauteur repère/sol	Signal GSM
Gymnase	A vérifier	22 m 10 mH <sub>2</sub> O	+50 cm	Très bon

Tableau 7. Récapitulatif des informations relatives à l'instrumentation du piézomètre du gymnase.

Le piézomètre du Gymnase de Dzaoudzi Labattoir est le point d'eau de référence de la masse d'eau souterraine de Petite terre car unique point d'eau souterraine en Petite

terre (cf. rapport BRGM/RP-56774-FR)). A ce titre, cet ouvrage a été pompé et prélevé lors de la campagne de surveillance de qualité des eaux souterraines (campagne d'octobre 2009, cf. rapport BRGM/RP-57377-FR). Les résultats des analyses de la qualité des eaux figureront et seront interprétés dans le rapport DCE 2010 relatif à la surveillance de la qualité des eaux souterraines de Mayotte.



Brgm

*Illustration 16. Installation et programmation de la centrale Orphéeus Mini du piézomètre du gymnase de Petite terre (photographie BRGM du 23 octobre 2009)*

Le niveau statique mesuré lors de l'instrumentation du piézomètre est de - 19,82 m/repère soit -19,32 m/sol ou 0,68 m NGM. La plage de mesure du capteur est de -22 à -12 m/repère.

Le système d'acquisition est fonctionnel depuis la fin du mois d'octobre 2009. Début 2010, comme pour les quatre autres « nouveaux » piézomètres du réseau unitaire MO BRGM, le système de télétransmission est encore en cours de paramétrage à cause de problèmes inhérents au réseau de télécommunication (voir 2.2.4).

### **Chronique de l'année 2009**

<b>Période de mesure</b>	<i>Du 23/10/09 au 31/12/09</i>
<b>Nombre de mesure quotidienne</b>	<i>69 / 69</i>
<b>Précision de mesure</b>	<i>Centimétrique</i>

Contrairement aux autres piézomètres du réseau de surveillance suivi par le BRGM, l'ouvrage de Labattoir ne semble pas réagir brutalement aux épisodes pluviométriques

intenses. Suites aux précipitations remarquables de la fin décembre 2009 et du début du mois de janvier 2010, la cote piézométrique ne s'est élevée que de +0,65 à +0,70 m NGM soit de 5 cm en 12 jours ( $< 0,5$  cm/j).

Par contre, il réagit davantage aux cycles des marées océaniques. La cote piézométrique est relativement proche du niveau zéro de la Cote Marine (CM) : 0 m CM équivalant -1,78 m NGM. Donc, en considérant une cote piézométrique moyenne de 0,68 m NGM, la masse d'eau de Petite Terre se situe en moyenne à 2,46 m au dessus du niveau de base des marées (0 m CM). La Plus Haute Mer Astronomique (PHMA – données SHOM) est à +4,20 m CM pour Mayotte, soit 1,74 mètres au-dessus de la cote piézométrique moyenne de l'aquifère sur la période de mesure du 23/10/09 au 31/12/09. Entre octobre 2009 et janvier 2010, la chronique piézométrique de l'ouvrage de Labattoir laisse apparaître deux périodes de battement liés aux marées océaniques (voir Illustration 18 : superposition du marégramme de Dzaoudzi (SHOM) et de la chronique piézométrique du Gymnase de Labattoir.) :

- une période d'environ 12 heures correspondant aux marées semi-diurnes ;
- une période d'environ 14 jours (soit la moitié d'un mois lunaire) correspondant à la période de syzygie de la Lune et du Soleil (pleine lune et nouvelle lune).

Les données disponibles pour le moment ne sont pas suffisantes pour apporter davantage de précision sur les relations entre la marée et la piézométrie mesurée au Gymnase de Labattoir.

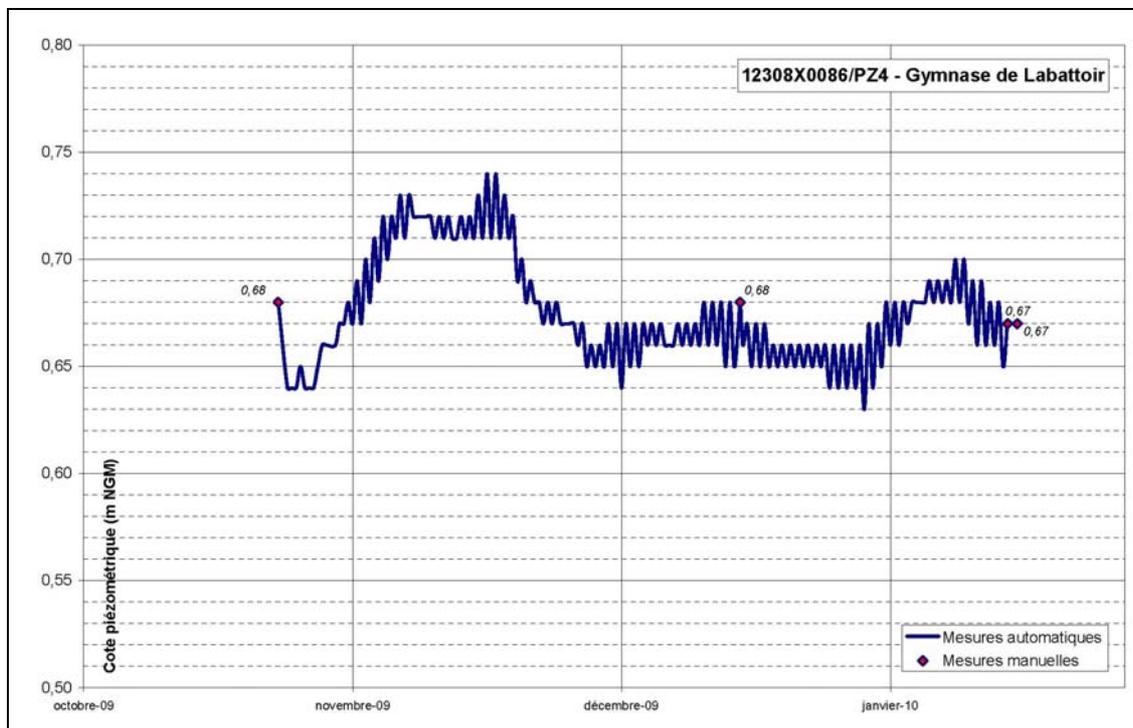


Illustration 17 : Chronique pour l'année 2009 du piézomètre du Gymnase de Labattoir.

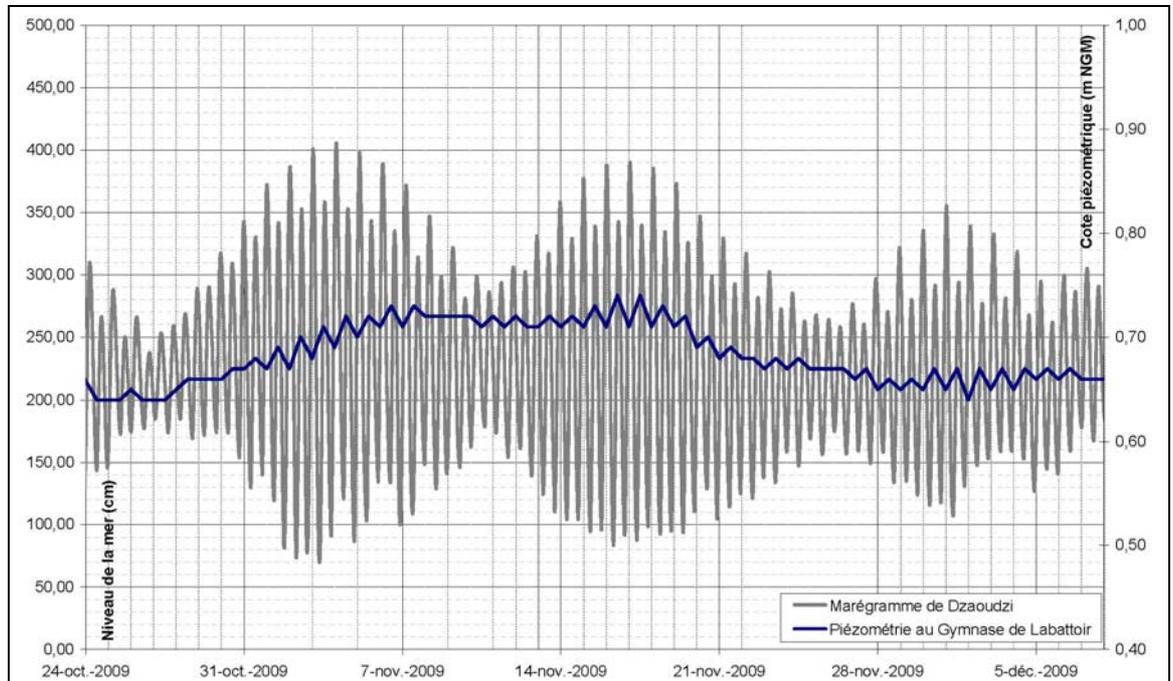


Illustration 18 : superposition du marégramme de Dzaoudzi (SHOM) et de la chronique piézométrique du Gymnase de Labattoir.

### 2.3.10. Digo - 12306X0053/PZ5

#### ***Bilan du suivi et de l'état de l'ouvrage à la fin de l'année 2009***

La station OTT Orphéus Mini a été installée sur site le 21 octobre 2009. Les informations relatives à l'équipement du site sont compilées dans le tableau suivant.

Site	Référence station OTT	Référence Capteur	Hauteur repère/sol	Signal GSM
Digo	A vérifier	17 m 10 mH <sub>2</sub> O	+54 cm	Très faible

Tableau 8. Récapitulatif des informations relatives à l'instrumentation du piézomètre de Digo.



*Illustration 19. Instrumentation du piézomètre de Digo (photographie BRGM du 21 octobre 2009)*

Brgm©

Le niveau statique mesuré lors de l'instrumentation du piézomètre est de - 13,88 m/repère soit -13,34 m/sol ou 97,66 m NGM. La plage de mesure du capteur est de -17 à -7 m/repère.

Le système d'acquisition est fonctionnel depuis le début du mois de décembre 2009. Début 2010, comme pour les quatre autres « nouveaux » piézomètres du réseau unitaire sous MO BRGM, le système de télétransmission est encore en cours de paramétrage à cause de problèmes inhérents au réseau de télécommunication (voir 2.2.4). Néanmoins, à la différence des autres sites, l'ouvrage de Digo ne dispose pas actuellement d'une couverture réseau suffisante pour recevoir et/ou émettre par le réseau GSM. Les données seront donc récupérées à l'occasion de tournées de contrôle trimestrielles.

### ***Chronique de l'année 2009***

<b>Période de mesure</b>	<i>Du 02/12/09 au 31/12/09</i>
<b>Nombre de mesure quotidienne</b>	<i>31 / 83</i>
<b>Précision de mesure</b>	<i>Centimétrique</i>

La chronique disponible lors de la rédaction du présent rapport pour le piézomètre de Digo recouvre seulement un mois et demi de mesure automatique. Néanmoins, l'aquifère montre une nette réaction aux précipitations de la fin décembre et du début du mois de janvier. La cote piézométrique s'élève de près de 0,5 mètres passant de

+97,30 à +97,99 m NGM entre le 28/12/09 et le 12/01/10 (soit 3,8 cm/j) et 5 jours séparent le début de l'évènement pluvieux et la réaction de l'aquifère. Cette remontée franche et rapide du niveau piézométrique semble indiquer une faible régulation des infiltrations et une faible inertie de l'aquifère en général. Cette hausse fait suite aux fortes précipitations ayant affectées Mayotte à partir du 23 décembre et jusqu'à la mi-janvier : 120 mm de précipitations cumulées entre le 23 et le 31 décembre à la station pluviométrique de Longoni ; les données de précipitations pour le mois de janvier ne sont pas disponibles à la date de rédaction du présent rapport.



Illustration 20 : Chronique pour l'année 2009 du piézomètre de Digo.



## **3. Programme pour l'année 2010**

### **3.1. SUIVI PIEZOMETRIQUE 2010**

Le suivi piézométrique 2010 portera sur les 8 piézomètres du réseau unitaire sous Maîtrise d'Ouvrage du BRGM de Mayotte qui appartiennent aussi au réseau DCE de surveillance quantitative des eaux souterraines.

### **3.2. HOMOGENEISATION DU PARC PIEZOMETRIQUE**

Comme indiqué dans les § 2.3.3, 2.3.4 et 2.3.5, il est prévu de rééquiper les 3 anciens piézomètres avec des stations de mesure automatisées plus adaptées que le matériel NAPAC / KERWIN actuellement en place. A cet effet, il est envisagé d'acheter 5 stations de marque SEBA (conformément au marché BRGM/Hydroservices 2009). 3 seront posées sur site, les 2 autres seront conservés dans les locaux du BRGM et assureront le remplacement des stations en cas de panne. Des batteries de rechange et petits matériels consommables sont prévus pour la maintenance.

Ainsi, en 2010, 8 sites sont équipés de stations de mesure OTT de type Orphéus Mini ou SEBA de type Dipper3/T3 et stations supplémentaires (SEBA et 1 OTT) sont disponibles en stock en cas de panne du matériel en place.

### **3.3. TRAVAUX PONCTUELS**

#### **3.3.1. Réfection d'ouvrage**

Compte tenu de l'état de dégradation avancé des têtes des piézomètres de Kahani 1 8" et de Kawéni 1 8" (piézomètres issus de la campagne de reconnaissance de 1990-1991, cf. photographies ci-dessous), il est prévu en 2010 de réhabiliter ces ouvrages sur le modèle des 5 nouveaux piézomètres de la convention ONEMA/BRGM.



*Illustration 21. Photographies des têtes d'ouvrage de Kahani 1 8" (à gauche) et de Kawéni 1 8" (à droite). Les capots sont détruits et n'assurent plus la sécurité des ouvrages et des instruments de mesure.*

### **3.3.2. Nivellement des ouvrages**

Suite à la réhabilitation des têtes des ouvrages ci-dessus, le programme 2010 prévoit le nivellement des 8 piézomètres du réseau unitaire sous MO BRGM. Ce nivellement est indispensable pour le raccordement de la mesure piézométrique relative aux altitudes exprimées dans le système NGM (Nivellement Général de Mayotte).

### **3.3.3. Suivi du matériel**

Un document de suivi du matériel est en cours d'élaboration début 2010. Il aura pour objectif de conserver un historique pour chaque station de mesure et unité de communication (SEBA ou OTT). Basé sur le numéro de série de l'appareil, il compilera un historique des sites sur lesquels il a été installé, des pannes ou problèmes techniques rencontrés, les tests effectués, des puces associés, les fichiers de paramétrages y seront consignés ainsi que les détails techniques du matériel (date d'achat, longueur de câble, plage de mesure, etc.). La finalité étant de disposer d'une traçabilité du matériel afin d'évaluer son adaptation aux particularités environnementales et techniques de Mayotte.

## 4. Conclusion

Le programme de suivi du réseau piézométrique sous Maîtrise d'Ouvrage du BRGM de Mayotte pour l'année s'est articulé autour de 3 opérations principales :

- Le suivi des 3 anciens piézomètres par l'intermédiaire d'un contrat de sous-traitance par la société TELEGYS. Les données sont régulièrement remises au BRGM et 4 tournées d'entretien et de maintenance ont été réalisées dans l'année afin de vérifier l'état des piézomètres et la pertinence des mesures automatiques ;
- La réalisation de 5 nouveaux piézomètres dans le cadre de la campagne ONEMA/BRGM (cf. rapports BRGM/RP-56779-FR, RP-56782-FR, RP-56780-FR, RP-56783-FR et RP-56781-FR) ;
- L'instrumentation des 5 nouveaux piézomètres par l'intermédiaire d'un contrat de sous-traitance avec la société TELEGYS. Malgré quelques soucis liés aux modalités d'installation et au matériel lui-même, les 5 nouveaux piézomètres sont équipés et leurs niveaux piézométriques suivis depuis fin octobre 2009.

Les données du réseau unitaire sous MO BRGM sont bancarisées dans la banque ADES tous les trois mois. Dès que la télégestion de l'ensemble du parc piézométrique sera effective \_normalement, à la fin de l'année 2010\_ il est prévu d'exporter ces données au pas de temps quotidien toutes les deux semaines sous ADES. Néanmoins, les données conservées au BRGM demeurent au pas de temps biquotidien. Cet intervalle de mesure pourra être reprécisé à l'avenir en fonction des nécessités techniques et des particularités de chaque aquifère : par exemple, pour suivre plus précisément les fluctuations tidales.

En 2010, le suivi des 8 piézomètres se poursuit. Il est prévu d'acheter 5 stations supplémentaires (de marque SEBA) pour rééquiper les 3 anciens sites et disposer de stations de rechange. Ainsi, en 2010, les 8 sites seront équipés de stations homogènes et 3 stations de rechange seront à disposition dans les locaux du BRGM.

Quelques travaux ponctuels sont prévus en 2010, il s'agit :

- de procéder à la réhabilitation des têtes des piézomètres de Kawéni 1 8" et de Kahani 1 8" sur le modèle des 5 nouveaux piézomètres ;
- de faire niveler précisément les 8 piézomètres du réseau unitaire sous MO BRGM afin de raccorder les mesures relatives au système NGM.



## 5. Références bibliographiques

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

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.

Malard A. (2009) - Programme de surveillance des eaux souterraines de Mayotte - Campagne 2008/2009 – piézomètre 12302X0026/PZ1 (Dzoumognè 2). BRGM/RP-56779-FR, 56 p., 8 ill., 3 tab et 5 ann.

Malard A. (2009) - Programme de surveillance des eaux souterraines de Mayotte - Campagne 2008/2009 – piézomètre 12316X0037/PZ2 (Kani-Kéli 2). BRGM/RP-56782-FR, 54 p., 7 ill., 2 tab., 5 ann.

Malard A. (2009) - Programme de surveillance des eaux souterraines de Mayotte - Campagne 2008/2009 – piézomètre 12316X0038/PZ3 (Dispensaire de Mramadoudou). BRGM/RP-56780-FR, 54 p., 7 ill., 3 tab., 5 ann.

Malard A. (2009) - Programme de surveillance des eaux souterraines de Mayotte - Campagne 2008/2009 – piézomètre 12308X0086/PZ4 (Gymnase de Dzaoudzi-Labattoir). BRGM/RP-56783-FR, 58 p., 7 ill., 2 tab., 5 ann.

Malard A. (2009) - Programme de surveillance des eaux souterraines de Mayotte - Campagne 2008/2009 – piézomètre 12306X0053/PZ5 (Digo). BRGM/RP-56781-FR, 52 p., 8 ill., 2 tab., 5 ann.

Malard A., Winckel A. (2008) – Définition des réseaux de surveillance DCE de la qualité des eaux souterraines, de surface et côtières de Mayotte – BRGM/RP-56774-FR, 218 p., 48 Ill., 9 ann.

Malard A. (2009) - Réseaux de surveillance de la qualité des eaux de surface, souterraines et côtières de Mayotte. Programme 2009. Rapport BRGM/RP-57377-FR

Wuilleumier A., Mathieu F., Jossot O., Eucher G. (2004) – Modalités d'exploitation et de protection de l'aquifère de Kawéni – Année 1 – BRGM/RP-53161-FR, 168 p., 19 ill., 6 tab., 14 ann.

Eucher G., Miehe J.M., Mouron R. (2005) – Modalités d'exploitation et de protection de l'aquifère de Kawéni (commune de Mamoudzou – Mayotte) – Année 2 – BRGM/RP-54082-FR, 63 p., 20 ill., 4 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.

Malard A., Bourhane A. et Wuilleumier A. (2009) – Modalités d'exploitation et de protection de l'aquifère de Kawéni – Année 4 – BRGM/RP-57385-FR, 117 p., 40 ill., 9 tab., 6 ann.

SHOM – Données marégraphiques de Dzaoudzi du 01/10/09 au 08/12/09. Téléchargées le 23/12/09 depuis le site Internet [www.sonel.org](http://www.sonel.org).

DAF – Données pluviométriques de l'année 2009 pour Mayotte.

## **Annexe 1**

### **Exemple de programmation de la station OTT Orphéus Mini du piézomètre de Dzoumognè 2**



<b>Orpheus Mini:</b>	
Numéro:	12302X0026/PZ1
Nom:	DZOUMOGNE 2
Fuseau horaire:	UTC/GMT +00:00
<b>Interface de communication:</b>	
Général:	
Vitesse de transmission:	57600 (8N1)
N° d'adresse:	0
Mot de passe:	-
Modem / ITC Commande du créneau horaire activé:	Oui
Intervalle:	24 h
Temps de décalage [hh:mm]:	03:30
Temps de fonctionnement [min]:	60
Modem / Adaptateur terminal raccordé à V.24:	Oui
Initialisation:	AT
N° d'appel:	639694112
SMS-C - ID e-mail :	262850909
SMS-C - ID e-mail :	
SMS-C - N°:	
SMS-C Large Account - N°:	
PDU send string 1 (first 3 octets/ SMSC) [octets]:	001100
PDU send string 2 ( PDU-PID / -DCS/ -VP ) [3 octets]:	00F6AA
Transmission de données par SMS activée:	Oui
Cycle standard:	3 d
Temps de décalage [hh:mm]:	04:00
Numéro du destinataire des données par SMS:	0639696586
Nombre max. de blocs de données suppl. SMS:	1
Type de protocole:	Protocole OTT binaire 0001 / 0002 / 0003 / 0004
Voie(s) à transmettre:	
Gestion d'alarmes:	
Adresses:	
Nom:	BRGM
Type de communication:	Modem
Adresse (phone no., e-mail, ...) :	0639692890
Chemin de communication / Sortie contact/relais:	SMS
Type de protocole:	Text
SMS préfixe:	ALARME
Groupes d'adresses:	
Nom:	TEL ASTREINTE
Adresses:	BRGM

<b>Voie:</b>	
Numéro:	1
Nom:	0-10m H2O
Unité:	m
Nbre de post-décimales:	2
Cycle de mesure:	
Cadence de scrutation:	01:00:00
Mise à l'échelle $y=ax+b$ :	$Y = 1 * X +2,14178$
Valeur instantanée:	
Moyenne:	
Intervalle de moyennage:	12:00:00
Nbre. minimal de valeurs 'valide':	1
Tps de décalage:	00:00:00
Temps du valeur enregistrée est centre de l'intervalle:	Non
Enregistrer:	
Toujours enregistrer avec l'heure:	Non
<b>Voie:</b>	
Numéro:	2
Nom:	Temperature
Unité:	°C
Nbre de post-décimales:	1
Cycle de mesure:	
Cadence de scrutation:	01:00:00
Température:	
Bornier de raccordement:	°C
Valeur instantanée:	
Moyenne:	
Intervalle de moyennage:	01:00:00
Nbre. minimal de valeurs 'valide':	1
Tps de décalage:	00:00:00
Temps du valeur enregistrée est centre de l'intervalle:	Non
Enregistrer:	
Toujours enregistrer avec l'heure:	Non

<b>Voie:</b>	
Numéro:	3
Nom:	Bat Orpheus
Unité:	V
Nbre de post-décimales:	1
Cycle de mesure:	
Cadence de scrutation:	12:00:00
Alimentation:	-
Valeur instantanée:	
Seuil:	
Mode:	Standard
Valeur:	<= 4,1
Hysteresis:	0,1
Période de tolérance:	1
Alarme en cas d'erreur:	Oui
Info de fin de phase d'alarme :	Non
Envoyer alarme au groupe d'adresse:	TEL ASTREINTE
Enregistrer:	
Toujours enregistrer avec l'heure:	Non
<b>Voie:</b>	
Numéro:	4
Nom:	Bat GSM
Unité:	V
Nbre de post-décimales:	2
Cycle de mesure:	
Cadence de scrutation:	12:00:00
ITC Alimentation:	-
Tension:	Interne
Valeur instantanée:	
Seuil:	
Mode:	Standard
Valeur:	<= 3,1
Hysteresis:	0,1
Période de tolérance:	1
Alarme en cas d'erreur:	Oui
Info de fin de phase d'alarme :	Non
Envoyer alarme au groupe d'adresse:	TEL ASTREINTE
Enregistrer:	
Toujours enregistrer avec l'heure:	Non







## **Annexe 2**

### **Compte rendu suite à l'installation des stations d'acquisition de marque OTT - société Télégys**





**Compte rendu suite à l'installation des stations d'acquisition  
de marque OTT sur les sites de :**

**Digo, Dzoumogné, Labattoir, M'ramadoudou et Kani-kéli**

**Mise en place stations d'acquisition**

Les stations d'acquisition fournies par le BRGM sont de marque **OTT**.

Ce sont des stations de type **Orpheus Mini** faisant partie de la gamme **enregistreurs pour eaux souterraines autonomes**.

Elles sont composées d'une sonde manométrique avec enregistreur, du câble de sonde avec tube capillaire de compensation de pression et âme en kevlar pour stabiliser la longueur, et d'une unité de communication.

Cette unité de communication est utilisée avec des puces téléphoniques M2M (machine to machine) via le réseau DATA de SFR ;

Ces puces sont composées de trois numéros : le DATA/GPRS, le DATA/Fax et le numéro vocal.

- Le numéro vocal nous sert actuellement à envoyer les données stockées par l'enregistreur vers un superviseur distant (de type Hydras 3) par le biais de sms reçus via un modem externe sur le superviseur.

- Le numéro DATA/Fax devrait permettre d'appeler une station autonome depuis le superviseur distant et de transmettre les données de l'enregistreur vers le superviseur.

C'est ce numéro que nous devons utiliser, à l'origine, pour tous nos échanges de données.

Or, les puces SFR vendues en tant que puces DATA/FAX (indiqué sur les factures SFR) n'ont pas cette fonctionnalité. Elles ont un numéro DATA/FAX mais cette technologie n'est pas active sur Mayotte d'après les explications du service commercial SFR, alors qu'elles ont été vendues pour cette utilisation.

- Le numéro DATA/GPRS actuellement en développement sur Mayotte n'a pas encore été testé par nos services afin de vérifier si le transfert de données et l'appel des stations étaient fonctionnels.

#### **DIGO :**

A ce jour, le site de Digo est **fonctionnel au niveau des enregistrements de mesures**.

Par contre, les relevés doivent être faits en local (connexion avec un pc) sur site car le réseau SFR n'est pas présent sur ce lieu.

#### **DZOUMOGNE :**

**L'enregistrement des mesures est fonctionnel**, mais la transmission des données est aléatoire dû au faible réseau téléphonique sur ce site.

#### **GYMNASE DE LABATTOIR (DZAOUZDI) :**

La transmission des données a fonctionné sans aucun problème pendant 4 mois, mais depuis début janvier, quelques dysfonctionnements sont apparus. Nous n'avons pas les moyens actuels de vérifier ces dysfonctionnements, le poste informatique sur lequel le superviseur est installé, étant momentanément hors service.

**Aucun problème au niveau des enregistrements des mesures.**

#### **DISPENSARE DE M'RAMADOUDOU :**

**L'enregistrement des mesures est fonctionnel.**

Concernant les transferts de données, des problèmes persistent.

L'envoi des sms n'est pas fiable, le taux de réussite d'envoi de sms test n'est que de 20%.

Ce qui est tout à fait insuffisant pour une exploitation correcte.

### **KANI-KELI :**

Nous sommes dans la même situation qu'à M'ramadoudou sur tous les points avec un taux de réussite d'envoi sms test encore plus faible.

Pour ce qui est de la mise en place du matériel sur site et de son adaptation, aucun problème n'a été rencontré. **Tous les sites enregistrent correctement sans aucune perte de données et avec une tolérance sur l'étalonnage très faible, soit des mesures avec une précision très correcte.**

Au niveau de la transmission de données, de nombreux problèmes sont présents sur l'ensemble des sites :

- L'absence de réseau sur les sites de Digo et Dzoumogné
- La non fonctionnalité du numéro DATA/FAX que l'on devrait utiliser.
- Le manque de fiabilité au niveau des envois des sms, dont on ne connaît pas réellement la cause. Incompatibilité entre le matériel OTT et les puces SFR, ou instabilité du réseau SFR ?

Il est urgent de tester au plus vite la fonction DATA/GPRS du matériel et des puces SFR afin d'avoir des résultats sur l'envoi de données par le biais de ce système, et de garantir s'il est fonctionnel et fiable.

Ce genre de procédé, n'ayant jamais été installé sur Mayotte, demande plus d'essais et de développement. Nous devons cibler si le réseau SFR pour ce type de produits n'est pas viable ou si nous avons un problème de compatibilité entre le matériel OTT et les puces SFR.

**Alban GAULUET**

*Responsable technique Télégys*



## **Annexe 3**

### **Indicatifs téléphoniques des stations OTT**



Dénomination	N° de la puce	Code pin de la puce	N° d'appel (DATA)	N° d'appel (FAX)	N° d'appel (VOCAL)
Modem général	SFR BA 65 0700 8102 6708	9310	06/39/69/65/86		
Station 1 - DZOUMOGNE	SFR BA 65 0700 7985 1703	2081	06/39/69/99/48	06/39/69/99/49	06/39/69/74/83
Station 2 - CHIRONGUI	SFR BA 65 0700 7799 1709	0179	06/39/69/99/45	06/39/69/99/46	06/39/69/74/84
Station 3 - KANI KELI	SFR BA 65 0700 8102 5700	6670	06/39/69/41/12		
Station 4 - LABATTOIR	SFR BA 65 0700 7809 5708	3287	06/39/69/99/51	06/39/69/99/52	06/39/69/74/82
Station 5 - DIGO	SFR BA 65 0700 7985 2701	8564	06/39/69/99/54	06/39/69/99/55	06/39/69/65/85
KERWIN - Télégys					06/39/69/49/81
KAW18	3088	4522			06/39/69/47/70
HAJAN2	3095	1310			06/39/69/38/50
KAHAN1	3092	4440			06/39/69/14/34
COMBA2	3105	3029			06/39/69/56/59
OUROU2	3098	4032			06/39/69/45/32

*Les contrats pour les puces des sites de Hajangua 1 et Combani 2 ont été résilié au début du mois de janvier 2010.*



## **Annexe 4**

# **Données pluviométriques de la DAF pour l'année 2009**



dernière modification : 03/02/2010

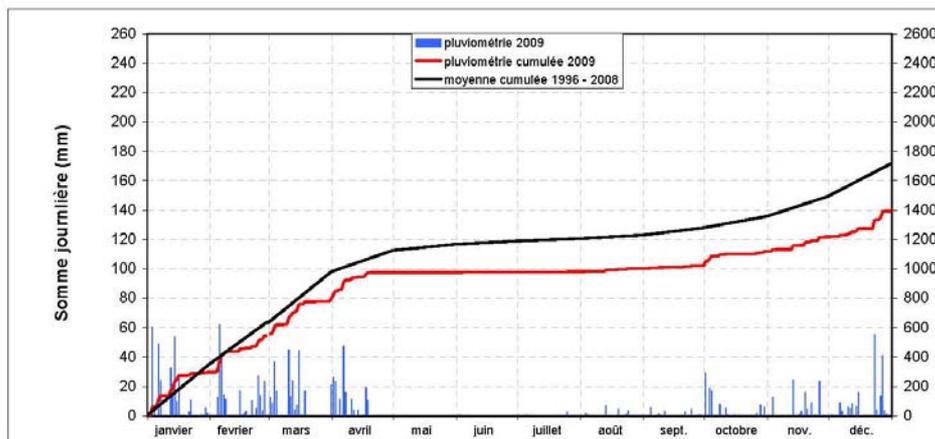
1 / 2

<b>Pluviométrie</b>	<b>Station : COMBANI</b>	<b>Code : M07</b>
Station suivie depuis le : 01/01/1995		Donnée journalière : de 00H à 00H
Coordonnées : X Y		Altitude : 148 m NGM
515 363 8 588 000		

2009		Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	
Somme journalière (mm)	1	0	0	12,5	26,5	0	0	0	0	0	29,5	0	0,5	1
	2	0	0	9	23,5	0	1	0	0	0	0	0	0	2
	3	60,5	0	37	0	0	0	0	2	0	19	12,5	0	3
	4	3	12,5	17	11,5	0	0,5	0	1,5	5,5	17	0	0	4
	5	0	62	0,5	0,5	0	0	1	0	0,5	0	0,5	0	5
	6	48,5	39,5	0	47,5	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	7	24	14,5	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	8	0	11,5	0,5	0	0	0	0	0	0	1,5	8	0	8
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	9
	10	0	0	45	11,5	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	11	0,5	0	13	4	0	0	0	0	3	5	0	0	11
	12	32,5	0	24	0,5	0	0	0	0	0,5	1	0	8,5	12
	13	14	0	4	4	0	0	0	7	0	0	24,5	0	13
	14	54	0	7,5	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	6,5	14
	15	10	17	44,5	0	0	0	0	0	0	1	0	16	15
	16	26,5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0,5	16
	17	0	2	0	19,5	0	0	0	0,5	0	0	3	0	17
	18	0	3	17	10,5	0	0	0	0	0	0	0	0	18
	19	0	0,5	0	0,5	0	0	0	4,5	0	0	16	0	19
	20	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	4,5	0	20
	21	2,5	10,5	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	21
	22	11	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	9	0,5	22
	23	0,5	5	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	55,5	23
	24	0	27,5	0,5	0	0	0	0	3,5	4,5	0	1	4	24
	25	0	14	0	0	0	0	2,5	0	0,5	0	0,5	0	25
	26	0,5	3,5	0	0	0	0	0	0	0	2	23,5	13,5	26
	27	1	23,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	41	27
	28	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7,5	0	3,5	28
	29	5,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,5	29
	30	2	0	0	0	0	0	0	0	0,5	6	0,5	0	30
	31	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	31

1ère décade	136,0	140,0	121,5	137,0	0,0	1,5	1,0	3,5	7,5	73,5	13,5	20,0	
2ème décade	138,0	23,5	111,0	39,5	0,0	0,0	0,0	12,5	3,5	7,5	49,5	36,5	mm
3ème décade	23,0	84,0	22,0	0,0	0,0	0,0	2,5	5,0	9,5	16,0	35,5	119,5	

Somme mensuelle	297,0	247,5	254,5	176,5	0,0	1,5	3,5	21,0	20,5	97,0	98,5	176,0	mm
Somme annuelle	1393,5												mm



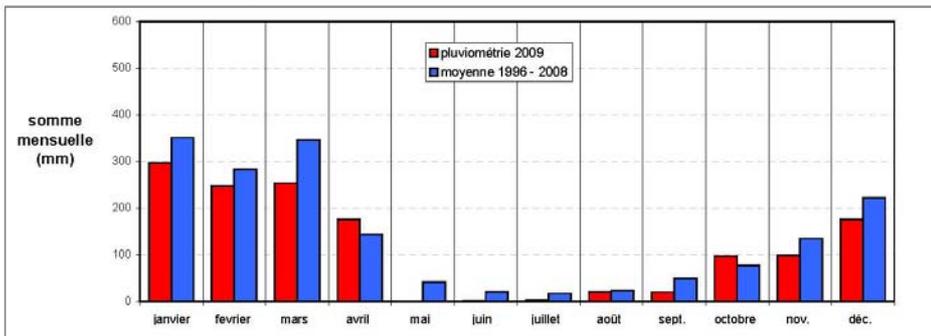
Remarques :

dernière modification : 03/02/2010

2 / 2

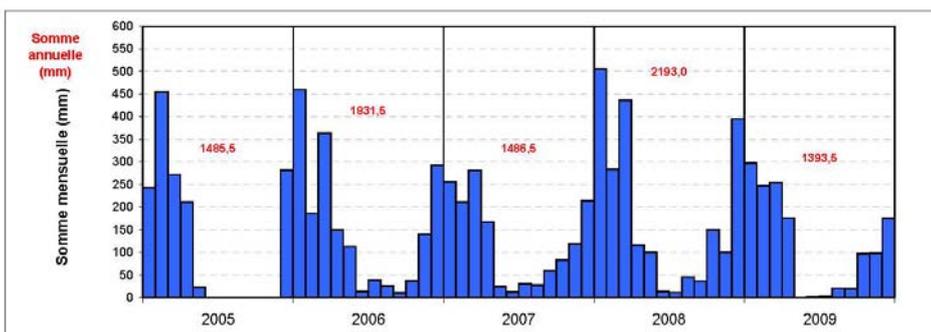
<b>Pluviométrie</b>	<b>Station : COMBANI</b>	<b>Code : M07</b>
Station suivie depuis le : 01/01/1995	Coordonnées : X 515 363 Y 8 588 000	Donnée journalière : de 00H à 00H Altitude : 148 m NGM

Valeurs journalières extrêmes et nombre de jours de pluie (NJP)													
2009													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	
Somme journalière max.	60,5	62,0	45,0	47,5	0,0	1,0	2,5	7,0	5,5	29,5	24,5	55,5	mm
Nombre de jours de pluie	18	16	17	14	0	2	2	8	11	12	15	18	j.
NJP >5	10	11	11	8	0	0	0	1	1	7	5	9	j.
NJP >10	9	10	9	8	0	0	0	0	0	3	4	4	j.
NJP >50	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	j.
NJP >100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	j.



DONNEES HISTORIQUES : 1996 - 2008													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	
Somme journalière max.	219,5	228,5	130,0	63,5	60,0	62,0	29,0	33,0	54,0	111,9	89,0	196,5	mm
Nombre de jours de pluie moyen	18,4	17,2	22,2	15,2	7,5	6,0	6,3	5,6	9,3	11,0	12,8	16,1	j.
NJpm >5	11,5	10,5	13,2	6,5	1,8	1,1	0,8	1,7	2,8	4,1	5,8	8,6	j.
NJpm >10	8,9	6,8	9,5	4,7	1,2	0,3	0,3	0,7	1,3	2,0	3,4	6,3	j.
NJpm >50	1,5	1,4	1,8	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,6	0,7	j.
NJpm >100	0,4	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	j.
Cumul mensuel moyen	351,5	283,3	346,3	144,1	42,2	21,4	17,2	23,7	49,9	77,9	135,3	223,0	mm
Somme journalière maximum : 228,5      Moyenne interannuelle : 1715,7      Somme annuelle maximum : 2193													
date : 14-févr-02      année : 2008													

Evolution sur 5 ans



Remarques :

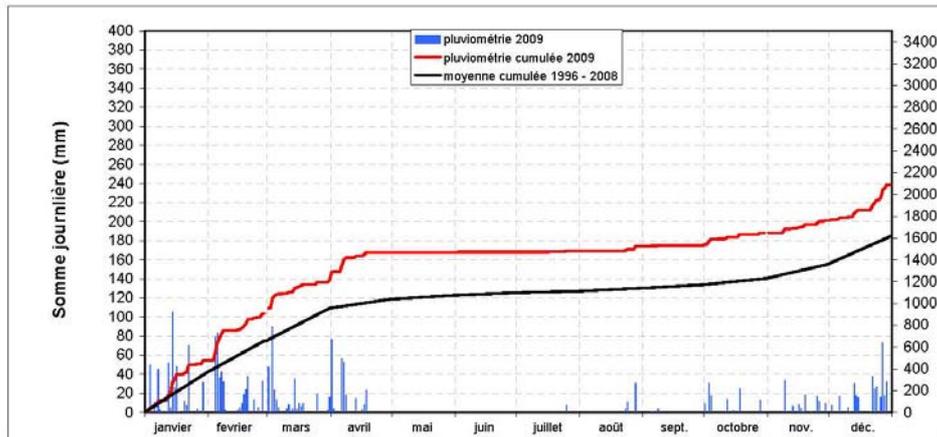
dernière modification : 03/02/2010

1 / 2

<b>Pluviométrie</b>	<b>Station : CONVALESCENCE</b>	<b>Code : M08</b>
Station suivie depuis le : 01/02/1995		Donnée journalière : de 00H à 00H
Coordonnées : X 521 025 Y 8 588 693		Altitude : 332 m NGM

2009		Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	
Somme journalière (mm)	1	0,5	0	47,5	77	0	0	0	0	0	9	0	0	1
	2	0	0	1	3,5	0	1	0	0	0,5	0	0	7,5	2
	3	50	0	90	0	0	0	0	0,5	0	31	0	0	3
	4	0,5	79	23,5	0	0	0	0	0	0	18	0	0	4
	5	10,5	83,5	13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
	6	0	37	5,5	56,5	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	7	45,5	42,5	0	52,5	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	8	3	32	2	18,5	0	0	0	0	3,5	1,5	0	0,5	8
	9	1	3	0	0	0	1,5	0	0	0	0	33,6	0	9
	10	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5,5	10
	11	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	12	52	0	2	0	0	0	0	0	0	14	0	0	12
	13	5,5	0	3,5	14,5	0	0	0	0	0	0	6,8	31	13
	14	105	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	15	26,5	3	4	0	0	0	0	0	0	2,5	0	15,5	15
	16	48,5	5	9,5	3	0	0	0	0	0	0	8,2	0	16
	17	1	10	7	8,5	0	0	0,5	0	0	0	4,6	0	17
	18	0	19	10	23,5	0	0	0	0	0,5	25	1,2	0	18
	19	0	24,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	18,6	0	19
	20	12	38,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	21	7,5	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	1	21
	22	70	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,6	38	22
	23	0	13	0	0	0	0	0	4	0	0	0	25	23
	24	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	27,5	24
	25	0	5	19,5	0	0	0	7,5	0	0	0	16,8	0	25
	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	12,2	16,5	26
	27	2	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	73,5	27
	28	0	0,5	0	0	0	0	0	31	0	13,5	0	18	28
	29	31,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,4	32	29
	30	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	30
	31	0	0	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31

1ere decade	111,0	277,0	186,5	208,0	0,0	2,5	0,0	0,5	5,0	59,5	33,6	30,5	mm
2eme decade	251,5	100,0	79,5	50,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	41,5	39,4	65,5	
3eme decade	115,0	53,0	38,5	0,0	0,0	0,0	7,5	46,0	1,0	14,5	39,2	231,5	
<b>Somme mensuelle</b>	<b>477,5</b>	<b>430,0</b>	<b>304,5</b>	<b>258,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,5</b>	<b>8,0</b>	<b>46,5</b>	<b>6,5</b>	<b>115,5</b>	<b>112,2</b>	<b>327,5</b>	<b>mm</b>
<b>Somme annuelle</b>	<b>2088,7</b>												<b>mm</b>



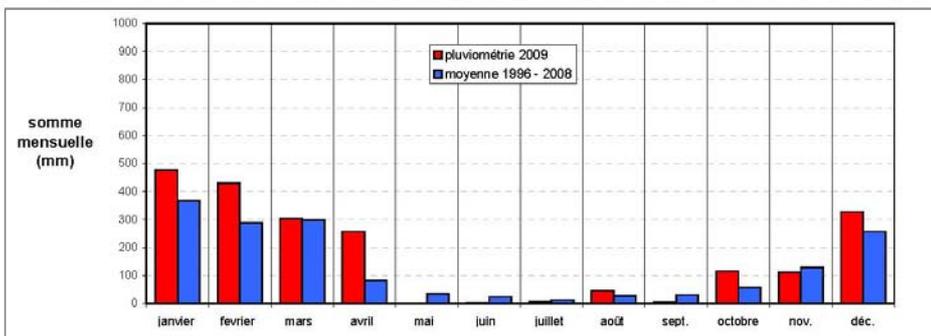
Remarques :

dernière modification : 03/02/2010

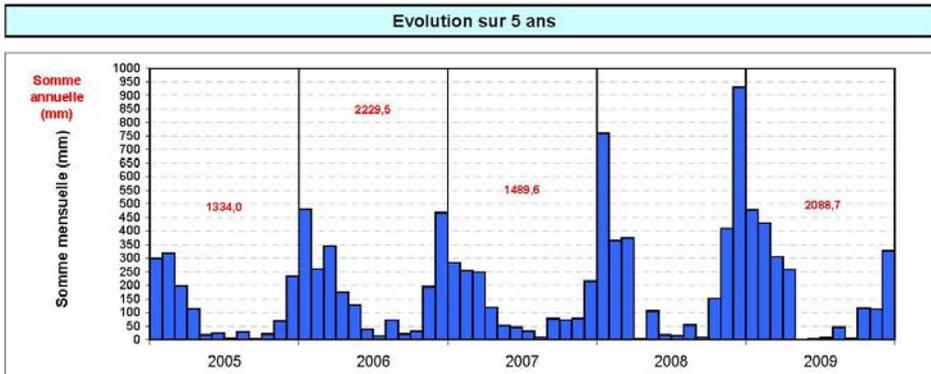
2 / 2

<b>Pluviométrie</b>	<b>Station : CONVALESCENCE</b>	<b>Code : M08</b>
Station suivie depuis le : 01/02/1995	Coordonnées : X 521 025 Y 8 588 693	Donnée journalière : de 00H à 00H Altitude : 332 m NGM

Valeurs journalières extrêmes et nombre de jours de pluie (NJP)													
2009													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	
<b>Somme journalière max.</b>	105,0	83,5	90,0	77,0	0,0	1,5	7,5	31,0	3,5	31,0	33,6	73,5	mm
<b>Nombre de jours de pluie</b>	20	17	20	10	0	2	2	4	6	10	11	16	j.
<b>NJP &gt;5</b>	12	13	12	7	0	0	1	2	0	6	7	13	j.
<b>NJP &gt;10</b>	10	11	8	6	0	0	0	2	0	5	4	11	j.
<b>NJP &gt;50</b>	4	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	j.
<b>NJP &gt;100</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	j.



DONNEES HISTORIQUES : 1996 - 2008													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	
<b>Somme journalière max.</b>	394,0	232,0	163,0	53,5	92,5	62,0	20,0	46,5	32,0	59,0	126,5	295,5	mm
<b>Nombre de jours de pluie moyen</b>	18,9	16,8	18,8	9,5	4,9	4,9	5,7	3,8	6,5	8,5	11,1	15,1	j.
<b>NJpm &gt;5</b>	11,5	10,0	11,2	4,5	1,7	1,3	0,7	1,4	1,7	3,1	5,5	8,5	j.
<b>NJpm &gt;10</b>	8,5	6,7	8,0	2,9	0,8	0,6	0,2	0,9	1,1	1,8	3,7	6,1	j.
<b>NJpm &gt;50</b>	1,9	1,4	1,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,9	j.
<b>NJpm &gt;100</b>	0,4	0,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	j.
<b>Cumul mensuel moyen</b>	368,7	289,0	298,6	82,8	35,5	23,6	13,9	28,0	31,4	57,9	129,0	258,0	mm
<b>Somme journalière maximum : 394,0</b>													mm
<i>date : 24-janv-08</i>													
<b>Moyenne interannuelle : 1616,5</b>													
<b>Somme annuelle maximum : 3196</b>													mm
<i>année : 2008</i>													



**Remarques :**

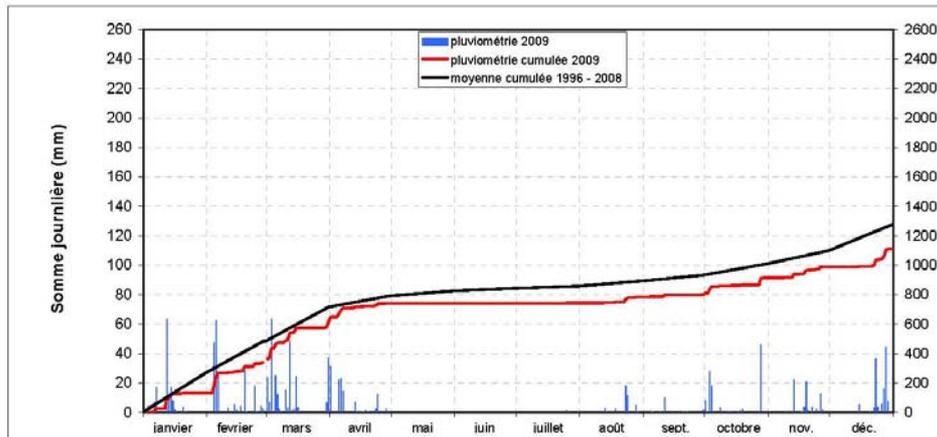
dernière modification : 03/02/2010

1 / 2

<b>Pluviométrie</b>	<b>Station : LONGONI</b>	<b>Code : M11</b>
Station suivie depuis le : 01/05/1995		Donnée journalière : de 00H à 00H
Coordonnées : X 518 110		Altitude : 40 m NGM
Y 8 593 627		

2009		Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Jun	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	
	1	0	0	24	31,5	0	0	0	0	0	8	0,5	0	1
	2	0	0	7	0,2	0	0	0	0	0	0,5	0	0	2
	3	4,5	0	63,6	0	0	0	0	1	0	28	0	0	3
	4	0	47,4	0,7	0,7	0	0	0	0	1	18	0	0	4
	5	0	67,5	25,3	27,2	0	0	0	0	0,5	0	0	0	5
	6	7	23,9	12,6	23,3	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	7	17	0	2,3	14,8	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	8	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	3,5	0	0	8
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	9
	10	0	0	15,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	11	0	3	3,3	0,2	0	0	0	0	10	0	0	0	11
	12	63,5	0	48,2	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	12
	13	10	0	1,8	7,2	0	0	0	3	0	0,5	22,5	0	13
	14	17	5,2	2,4	0,8	0	0	0	0	0	1	0	0	14
	15	8	2,2	24,8	1,2	0	0	0	0	0	0	0	5,5	15
	16	2	0	3,3	0,8	0	0	0	0	0	0	1	0	16
	17	0	4,5	0	0,7	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	17
	18	0	0	0	1,8	0	0	0	2,5	0	1,5	4	0	18
	19	0	28,7	0	0,8	0	0	0	0	1	2,5	21	0	19
	20	4	0,6	0	1,2	0	0	0	0	0,5	0	1,5	0,5	20
	21	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	4	3,5	22
	23	0	0	0	2,3	0	0	0	18	0	0	0	36,5	23
	24	0	18,2	0	17,4	0	0	0	11,5	1	0	2,5	4	24
	25	0	0,6	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	25
	26	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	1	13	6	26
	27	0	4,6	0,2	0	0	0	0	0	0	0	2	16	27
	28	0	2,4	0,2	2,6	0	0	0	5	0	46	0	44,5	28
	29	0	0	0	0,2	0	0	0	0,5	0	0	0	7,5	29
	30	0	0	6,7	0	0	0	0	0	2	1	0	0,5	30
	31	0	0	37,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31

1ère décade	28,5	135,8	150,4	92,4	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	58,0	1,0	0,0	
2ème décade	104,5	44,2	83,6	14,1	0,0	0,0	0,0	5,5	11,5	6,5	50,5	6,0	mm
3ème décade	0,5	25,9	44,3	17,7	0,0	0,0	1,5	35,0	3,5	48,0	21,5	118,5	
<b>Somme mensuelle</b>	<b>133,5</b>	<b>205,9</b>	<b>278,3</b>	<b>124,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,5</b>	<b>41,5</b>	<b>17,0</b>	<b>112,5</b>	<b>73,0</b>	<b>124,5</b>	<b>mm</b>
<b>Somme annuelle</b>	<b>1111,9</b>												<b>mm</b>



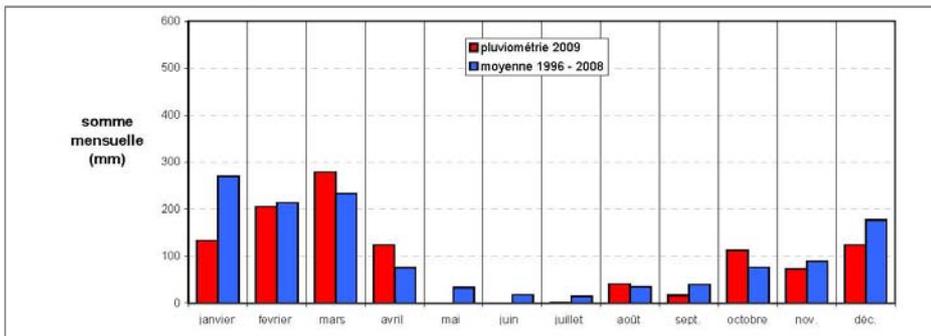
Remarques :

dernière modification : 03/02/2010

2 / 2

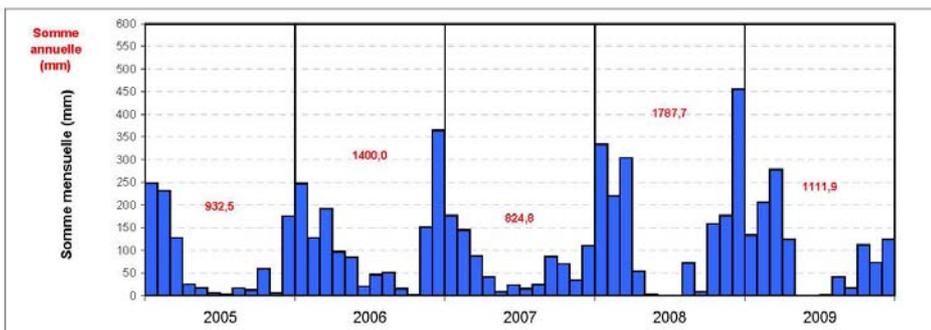
<b>Pluviométrie</b>	<b>Station : LONGONI</b>	<b>Code : M11</b>
	Station suivie depuis le : 01/05/1995 Coordonnées : X 518 110 Y 8 593 627	Donnée journalière : de 00H à 00H Altitude : 40 m NGM

Valeurs journalières extrêmes et nombre de jours de pluie (NJP)													
2009													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	
<b>Somme journalière max.</b>	63,5	62,5	63,6	31,5	0,0	0,0	1,5	18,0	10,0	46,0	22,5	44,5	mm
<b>Nombre de jours de pluie</b>	10	14	19	19	0	0	1	7	9	14	12	10	j.
<b>NJP &gt;5</b>	6	6	10	6	0	0	0	3	1	4	3	6	j.
<b>NJP &gt;10</b>	4	5	8	5	0	0	0	2	1	3	3	3	j.
<b>NJP &gt;50</b>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	j.
<b>NJP &gt;100</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	j.



DONNEES HISTORIQUES : 1996 - 2008													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	
<b>Somme journalière max.</b>	165,0	134,0	131,5	51,0	62,0	53,0	19,5	50,5	66,0	81,0	121,0	214,0	mm
<b>Nombre de jours de pluie moyen</b>	15,8	14,8	18,5	10,3	5,8	3,6	4,9	5,2	6,6	8,8	9,9	12,9	j.
<b>NJpm &gt;5</b>	9,4	8,8	9,5	4,1	1,5	1,1	1,1	1,7	2,0	3,8	4,2	6,1	j.
<b>NJpm &gt;10</b>	7,2	5,2	6,8	2,6	0,9	0,5	0,2	1,0	1,2	2,2	2,5	4,5	j.
<b>NJpm &gt;50</b>	1,4	1,2	0,9	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,7	j.
<b>NJpm &gt;100</b>	0,3	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	j.
<b>Cumul mensuel moyen</b>	270,1	213,1	232,9	76,0	33,6	17,7	14,9	34,8	39,9	76,8	89,2	177,1	mm
Somme journalière maximum : 214,0      Moyenne interannuelle : 1276,2      Somme annuelle maximum : 1787,7													
date : 24-déc-06      année : 2008													

**Evolution sur 5 ans**



**Remarques :**

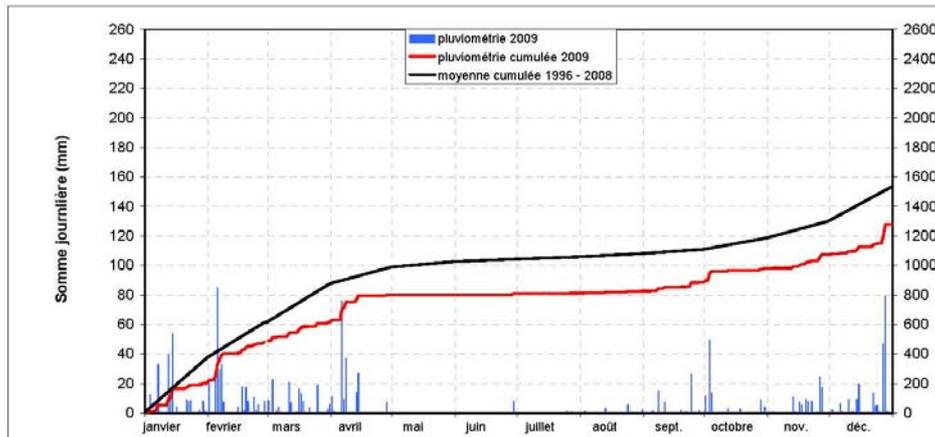
dernière modification : 03/02/2010

1 / 2

<b>Pluviométrie</b>	<b>Station : ONGOUJOU</b>	<b>Code : M12</b>
Station suivie depuis le : 01/05/1995		Donnée journalière : de 00H à 00H
Coordonnées : X Y		Altitude : 200 m NGM
516 890		
8 560 709		

2009		Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.		
Somme journalière (mm)	1	0	20	8,6	11,5	0	0	0	0	0	12	0	0	1	
	2	0	0	0,2	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	
	3	12,5	0	22,8	0	0	0	0	1,5	0	49,5	1	0	3	
	4	0	24,5	0,2	0	0	0	0	0	0,5	13,5	0	0	4	
	5	0,5	85	1,8	0	0	0	0	0,5	1,5	0	0	0	5	
	6	7	29,5	4	76	0	0	0	0	0	0,5	0	0	6,5	6
	7	33	33	0	9,5	0	0	0	0	0,5	0	0	0	1	7
	8	0	7,5	0,2	37,5	0	0	0	0	15	0	0	0	0	8
	9	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,5	10
	11	0	0	20,8	0	0	0	0	0,5	7,5	0	0	0	0	11
	12	39,5	0	7,2	0	0	0	0	0	0	3,5	0	1,5	0	12
	13	14	0	0,8	14	0	0	0	3,5	0	0	11	0	0	13
	14	54	0	0	27	0	0	0	0	0,5	0	1	9,5	14	14
	15	0,5	4	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	20	15	15
	16	4	0,5	16,6	0	0	0	0	0	0	0	7,5	0	0	16
	17	0	18	13,2	0	0	0	0	0	0	0	5,5	0	0	17
	18	0	2	8	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	18
	19	0	17,5	0	0	0	0	0	0,5	2	0	9,5	0	0	19
	20	0,5	8	0,2	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	20
	21	9	0	3,6	0	0	0	0	0	1	0	0,5	0	0	21
	22	8	0	0,2	0	0	0	0	0	1	0	8	13,5	0	22
	23	8,5	11	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,5	4,5	0	23
	24	0	2	0	0	0	0	0	5,5	26,5	0	0	5	0	24
	25	0	5,5	18,8	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1	0	25
	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,5	0,5	0	26
	27	2	0,5	0,2	0	0	0	1	0	0	0	17,5	46,5	0	27
	28	0	8	0	7,5	0	0	0	0	2	9	0	79,5	0	28
	29	8	0	0	0	0	8	0	0	0,5	0	0	1,5	0	29
	30	1,5	0	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0,5	0	30
	31	0,5	0	6	0	0	0	0	2,5	0	0,5	0	0	0	31

1ère décade	53,0	199,5	38,0	136,0	0,0	0,0	0,0	2,0	17,5	75,5	1,0	19,5	
2ème décade	112,5	50,0	67,4	41,0	0,0	0,0	0,0	4,5	10,0	6,5	42,5	31,0	mm
3ème décade	37,5	27,0	32,0	7,5	0,0	8,0	2,5	8,0	31,0	13,5	51,0	152,5	mm
<b>Somme mensuelle</b>	<b>203,0</b>	<b>276,5</b>	<b>137,4</b>	<b>184,5</b>	<b>0,0</b>	<b>8,0</b>	<b>2,5</b>	<b>14,5</b>	<b>58,5</b>	<b>95,5</b>	<b>94,5</b>	<b>203,0</b>	<b>mm</b>
<b>Somme annuelle</b>	<b>1277,9</b>												<b>mm</b>



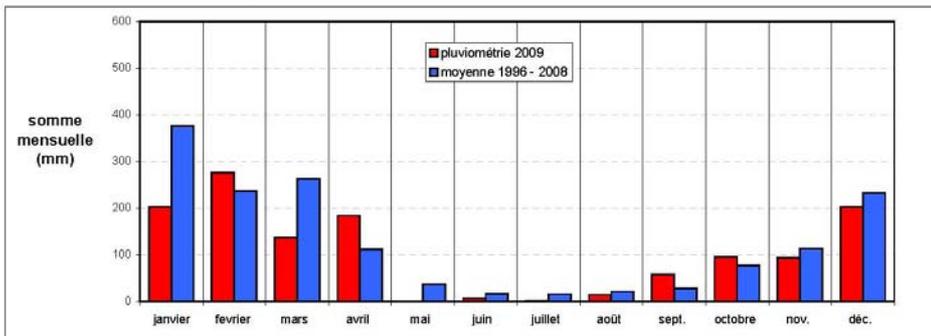
Remarques :

dernière modification : 03/02/2010

2 / 2

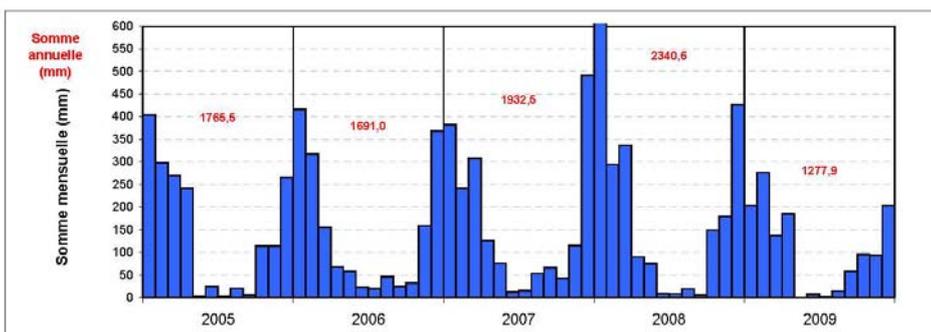
<b>Pluviométrie</b>	<b>Station : ONGOUJOU</b>	<b>Code : M12</b>
Station suivie depuis le : 01/05/1995	Coordonnées : X 516 890 Y 8 560 709	Donnée journalière : de 00H à 00H Altitude : 200 m NGM

Valeurs journalières extrêmes et nombre de jours de pluie (NJP)													
2009													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	
Somme journalière max.	54,0	85,0	22,8	76,0	0,0	8,0	1,5	5,5	26,5	49,5	24,5	79,5	mm
Nombre de jours de pluie	17	17	23	8	0	1	2	7	12	9	12	16	j.
NJP >5	10	12	9	7	0	1	0	1	3	4	8	8	j.
NJP >10	5	8	5	5	0	0	0	0	2	3	3	4	j.
NJP >50	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	j.
NJP >100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	j.



DONNEES HISTORIQUES : 1996 - 2008													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	
Somme journalière max.	284,0	134,0	170,0	79,0	72,5	36,5	25,5	30,0	35,2	118,0	54,0	179,0	mm
Nombre de jours de pluie moyen	18,2	16,8	19,0	10,4	5,7	4,5	4,2	4,5	6,0	10,3	11,2	14,3	j.
NJpm >5	11,7	9,9	11,2	4,5	1,5	1,2	1,2	1,3	1,9	3,6	5,3	8,8	j.
NJpm >10	8,6	7,0	7,8	3,2	1,0	0,3	0,3	0,6	1,0	2,3	3,5	6,8	j.
NJpm >50	2,4	0,8	1,0	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	1,0	j.
NJpm >100	0,5	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	j.
Cumul mensuel moyen	376,3	237,1	262,8	112,5	37,1	16,8	15,9	21,8	28,4	77,3	113,6	232,8	mm
Somme journalière maximum : 284,0      Moyenne interannuelle : 1532,6      Somme annuelle maximum : 2340,6													
date : 24-janv-08      année : 2008													

**Evolution sur 5 ans**



**Remarques :**





**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 363  
97600 – Mamoudzou France  
Tél. : 02 69 61 28 13