

Définition du réseau DCE de surveillance quantitative des eaux souterraines de Mayotte

Rapport final

BRGM/RP-56772-FR
Décembre 2008

Étude réalisée dans le cadre des projets de Service public du BRGM 2008 et de la convention ONEMA 61/08 du 05/01/2008

A.MALARD

Vérificateur :

Nom : L.CHERY
Date : 06/01/2009



Approbateur :

Nom : P.PUVILLAND
Date : 09/01/2009



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 de surveillance, Directive Cadre sur l'Eau, hydrogéologie, milieu volcanique, Mayotte, Comores, France

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

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.

© BRGM, 2007, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Dans le cadre de la signature de la convention de collaboration entre l'ONEMA¹ et le BRGM pour la mise en œuvre de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE), l'ONEMA a demandé au BRGM d'engager certaines actions spécifiques dans les DOM-COM.

A Mayotte, il s'agit d'établir, en collaboration avec le service EAU de la DAF², une proposition concernant la définition des réseaux de surveillance de Mayotte (eaux souterraines, eaux de surface, eaux littorales) en termes de quantité et de qualité.

Pour le volet **qualité** des eaux de surface et côtières, cette action doit notamment s'appuyer sur les compétences locales déjà mobilisées par la DAF, à savoir : l'ARDA³ et l'ARVAM⁴ pour la réalisation de l'état des lieux de la qualité des eaux ainsi que la proposition des réseaux de surveillance.

Pour le volet **qualité physico-chimique** des cours d'eau et des eaux souterraines, le BRGM est responsable de la définition de l'état de référence de la qualité et de la proposition des réseaux de surveillance associés.

L'état de référence 2008 de la qualité des masses d'eau ainsi que les programmes de surveillance prévus en 2009 font l'objet d'un rapport séparé (BRGM/RP-56774-FR, Définition des réseaux de surveillance DCE de la qualité des eaux souterraines, de surface et côtières de Mayotte).

Pour le volet **quantité** des eaux souterraines, il sera discuté dans les pages ci-après de la sélection d'un réseau de piézomètres dit « réseau de surveillance quantitative DCE » parmi les réseaux piézométriques existant à Mayotte ; à savoir le réseau piézométrique de la DAF (14 piézomètres suivis fin 2008) et le réseau piézométrique du BRGM (4 piézomètres suivis en 2008 et 5 en cours de réalisation).

La sélection des points du réseau de surveillance DCE des eaux souterraines s'appuie (i) sur la délimitation des masses d'eau réalisée par le bureau d'études ASCONIT lors de la réalisation de l'état des lieux du SDAGE de Mayotte (ASCONIT, 2006), dont l'avant projet - comprenant la délimitation définitive des masses d'eau souterraine - fut

¹ Etablissement public sous tutelle du MEEDDAT créée par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 et le décret du 25 mars 2007

² Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Mayotte

³ Association Réunionnaise de Développement de l'Aquaculture

⁴ Agence pour la Recherche et la Valorisation Marines

présenté le 16-17 octobre 2008, ainsi que (ii) sur les recommandations de la Directive Cadre en matière de constitution des réseaux, à savoir, plus particulièrement les critères de sélection des points et les densités et fréquences minimales de surveillance (cf. cahier des charges national MEEDDAT 2005).

Le contexte de Mayotte, c.à.d. plus particulièrement le milieu volcanique insulaire de petite taille en climat tropical et l'état des connaissances dans les domaines géologiques et hydrogéologiques conduit à une adaptation des préconisations proposées par les textes réglementaires de la DCE (taille des masses d'eau, densité du réseau de surveillance, etc.)

Sommaire

1. Introduction	9
2. Rappel des objectifs de la DCE en matière de surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines	11
2.1. POINTS DE SURVEILLANCE	12
2.2. FREQUENCE DE MESURE	12
3. Du contexte géologique à la définition des masses d'eau souterraines	15
3.1. DETAILS SUR LE DECOUPAGE GEOLOGIQUE.....	15
3.2. LES MASSES D'EAU SOUTERRAINE DE MAYOTTE	17
4. De la caractérisation hydrogéologique des masses d'eau à la sélection des points du réseau DCE	21
4.1. ETAT DES CONNAISSANCES HYDROGEOLOGIQUES DES MASSES D'EAU, IMPORTANCE STRATEGIQUE DE LA RESSOURCE ET PRESSIONS EXERCEES	21
4.1.1. Petite Terre (9602b)	21
4.1.2. Massif du M'tsapéré (9602a)	21
4.1.3. Massif du Digo (9602c).....	22
4.1.4. Complexe du Nord (9601) et complexe du Sud (9603)	22
4.1.5. Les alluvions récentes (unité 9064).....	23
4.2. DISCUSSION QUANT AU CHOIX DES POINTS DU RESEAU DE SURVEILLANCE	24
4.2.1. Critères de sélection des piézomètres	24
4.2.2. Les 5 nouveaux piézomètres 2008 du réseau BRGM.....	25
4.2.3. Les piézomètres représentatifs des masses d'eau : indicateurs du réseau de surveillance.....	26
4.3. FREQUENCES DE MESURE.....	44
4.4. RECAPITULATIF – LE RESEAU DCE DE MAYOTTE	44
4.4.1. Les points de référence	44
4.4.2. Inscription du métaréseau DCE.....	49
5. Conclusion	51

6. Bibliographie 53

Liste des illustrations

Illustration 1: Densité minimale de points de surveillance du réseau quantitatif DCE en fonction du type de masse d'eau. La valeur entourée en rouge est la préconisation en contexte volcanique à laquelle Mayotte doit répondre à minima. 12

Illustration 2 : Fréquence de mesures minimales pour la surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines. Les valeurs entourées en rouge sont les préconisations en milieu volcanique auxquelles Mayotte doit répondre..... 13

Illustration 3: Carte schématique des principales unités volcaniques de Mayotte (D. Debeuf, 2004) 16

Illustration 4 : Histoire géologique synthétique de Mayotte – d'après les travaux de Debeuf, 2004. 17

Illustration 5 : Découpage des masses d'eau souterraine (SDAGE, ASCONIT 2006) 18

Illustration 6 : Carte de délimitation des masses d'eau souterraine au titre de la DCE (Asconit 2008) et répartition des piézomètres en activité courant 2009 des réseaux DAF et BRGM 19

Illustration 7 : Piézomètres de la campagne ONEMA/BRGM 2008 25

Illustration 8 : Coupe prévisionnelle du piézomètre du Gymnase de Dzaoudzi 27

Illustration 9 : Variations piézométriques des piézomètres de la masse d'eau du massif de M'tsapéré. 28

Illustration 10 : Variations piézométriques des seuls forages de Gouloué 1(tirets) & 2 (en vert). 30

Illustration 11 : Coupe longitudinale prévisionnelle des formations géologiques recoupées lors du forage du piézomètre de Digo 31

Illustration 12 : Variations piézométriques des piézomètres de la masse d'eau du Digo (principalement du sud de la masse d'eau, à savoir le plateau de Combani)..... 33

Illustration 13 : Coupe longitudinale prévisionnelle des formations géologiques recoupées lors du forage du piézomètre de Dzoumognè 2. 35

Illustration 14 : Variations piézométriques des piézomètres de la masse d'eau du Complexe du Nord..... 36

Illustration 15 : Coupe longitudinale prévisionnelle des formations géologiques recoupées lors du forage du piézomètre du dispensaire de Chirongui..... 39

Illustration 16 : Coupe prévisionnelle des formations géologiques recoupées lors du forage du piézomètre de Kani-Kéli 2. Les horizons aquifères les plus significatifs sont les coulées de basalte 1 et 2 dans leur partie saine et en gratons. 40

Illustration 17 : Variations piézométriques des piézomètres de la masse d'eau du Complexe du Sud 41

Illustration 18 : Variations piézométriques des piézomètres de la nappe alluviale de Kawéni. La quantité et la qualité des mesures de l'ouvrage de Kawéni 2 8p sont malheureusement insuffisantes. 42

Illustration 19 : Variations piézométriques des piézomètres de la nappe alluviale de Dembèni	44
Illustration 20 : Tableau récapitulatif des 11 piézomètres composant le réseau de surveillance quantitatif DCE de Mayotte (ouvrages classés par ordre chronologique de campagne)	46
Illustration 21 : Carte figurative des piézomètres du réseau DCE. Chacune des masses d'eau est suivie par un ou plusieurs piézomètre(s) de référence.	47
Illustration 22 : Densité du réseau de surveillance piézométrique des eaux souterraines de Mayotte par masse d'eau	48

Liste des annexes

Annexe 1 Compte rendu de la réunion DAF/BRGM du 25 janvier 2008 relative à la convention biennale ONEMA/BRGM 2008/2009.....	55
Annexe 2 Compte rendu de la réunion de travail DAF/BRGM du 10 novembre 2008 sur la définition des points du réseau de surveillance piézométrique DCE de Mayotte	61
Annexe 3 Localisation des forages de Mayotte, toutes utilisations confondues.....	67
Annexe 4 Informations synthétiques, localisation et coupes techniques des forages du réseau DCE de surveillance quantitative des eaux souterraines	71
Annexe 5 Liste des réseaux de suivi des eaux souterraines de Mayotte et codification SANDRE	85

1. Introduction

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) impose aux Etats membres d'organiser et d'assurer, à terme, la surveillance des ressources en eau souterraine ; c'est-à-dire, le suivi d'un ensemble de points de mesure de niveaux d'eau (relevés piézométriques), de débits de sources et conjointement de la qualité de ces eaux.

Il existe actuellement 2 réseaux piézométriques unitaires de suivi de la quantité des eaux souterraines à Mayotte :

- le réseau piézométrique de la DAF (MO DAF : 1100000005 RDESOUPMAYDAF Réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines de Mayotte), le plus ancien, existe depuis 1992. En 2008 il est composé de 14 points de surveillance qui sont suivis manuellement par une équipe de techniciens qualifiés. Ces relevés sont mensuels et à hauteur d'une mesure par semaine depuis 2002. Le réseau est en cours de restauration en 2008 (réfection des ouvrages et du système d'exploitation des données) ;
- le réseau piézométrique ONEMA-BRGM (MO BRGM : 1100000001 RDESOUPMAYOTTE Réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines de Mayotte) existe depuis janvier 2007. Il comprend en 2008, 4 piézomètres suivis automatiquement et télé-gérés par le BRGM. Le programme et le budget alloué au BRGM par l'ONEMA pour la gestion du réseau piézométrique pour l'année 2008 avaient déjà été fixés antérieurement. Il est prévu de réaliser à partir de novembre 2008, 5 nouveaux piézomètres de 60 m de profondeur qui intégreront (i) le réseau piézométrique du BRGM (ii) si possible le réseau DCE de surveillance quantitative.

En parallèle, la mise en place du réseau de surveillance des eaux de surface sur les principaux cours d'eau de Mayotte devrait permettre, à termes, la surveillance de l'articulation du cycle de l'eau sur l'île :

- le relevé hydrométrique est assuré par la DAF au moyen de stations manuelles et en partie télégérées⁵ ;
- la qualité des cours d'eau fait l'objet d'un suivi en plusieurs volets : poissons et macrocrustacés (ARDA), diatomées (ASCONIT) et physico-chimie (BRGM). Les résultats de l'état des lieux de la qualité des eaux et la proposition du réseau de surveillance est compilée dans le rapport BRGM/RP-56774-FR.

Suite à la signature de la convention ONEMA-BRGM du 24 janvier 2008, le BRGM et la DAF de Mayotte se sont réunis une première fois (cf. compte rendu de réunion du 25

⁵ L'automatisation et la télégestion des stations hydrométriques de la DAF est en cours.

janvier 2008 en Annexe 1) afin de définir les actions à mener pour la constitution du réseau piézométrique DCE de Mayotte et notamment du choix des points du réseau de surveillance.

Le programme d'action de la convention est à mener sur 2 ans (2008 et 2009).

Suite à la validation de la délimitation des masses d'eau souterraines, une seconde réunion le 10 novembre 2008 (compte rendu en Annexe 2) a permis de confirmer les points du réseau DCE de surveillance piézométrique.

La démarche proposée ici permettra, dans un premier temps de rappeler les recommandations de constitution d'un réseau de surveillance DCE quantitatif en contexte volcanique. Les contextes géologiques et hydrogéologiques de Mayotte seront présentés et introduiront la délimitation des masses d'eau souterraine et leurs caractéristiques hydrogéologiques.

Dans un deuxième temps, seront discutés masse d'eau par masse d'eau de la représentativité des piézomètres présents et de la pertinence ou non de leur intégration au sein du réseau de surveillance quantitatif.

Un état récapitulatif du réseau de surveillance quantitatif (choix des points, densité, fréquence de mesure) est présenté en fin de rapport

2. Rappel des objectifs de la DCE en matière de surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines

« Extrait de la Circulaire DCE n° 2005-14 du 26 octobre 2005 relative à la surveillance des eaux souterraines en France, en application de la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau »

La Directive Cadre Européenne sur l'eau établit qu'une masse d'eau souterraine est définie comme : « un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou plusieurs aquifères ».

6 masses d'eau souterraine ont été définies à Mayotte sur la base de critères géologiques et hydrogéologiques.

La surveillance de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine au titre de la DCE ne constitue qu'un seul et unique méta-réseau aux yeux du SIE⁶. La DCE n'introduit pas la notion de contrôle de surveillance et de contrôle opérationnel comme pour l'état qualitatif. Cette surveillance s'applique à toutes les masses d'eau ou groupes de masses d'eau.

Elle a pour but de s'assurer du bon état quantitatif des masses d'eau. Cependant, afin d'optimiser le réseau et de réduire conséquemment les coûts, le regroupement judicieux et justifié de masses d'eau souterraine est possible sur la base des critères hydrogéologiques et des critères de pression.

En ce qui concerne le matériel utilisé pour la mesure, l'enregistrement automatique et la télétransmission des données sont des objectifs à atteindre pour l'équipement des points de surveillance du réseau piézométrique, y compris en nappe captive lorsque cela est jugé pertinent.

Il est également recommandé de veiller à la pérennité d'un point au moment de sa sélection. Ainsi, un certain nombre de facteurs doivent être évalués lors de la sélection des sites. Ces facteurs sont principalement : l'accessibilité du site, le type de propriétaire, le type d'usage du point, l'état de l'ouvrage et les conditions de sa

⁶ Au titre du SIE (Système d'Information sur l'Eau), un méta-réseau est défini comme un regroupement total ou partiel de plusieurs réseaux de mesures. Ce regroupement est opéré en fonction : (i) soit d'une agglomération à une échelle administrative plus importante, (ii) soit d'un niveau de bassin à une échelle nationale, (iii) soit d'un regroupement technique ou thématique comme le réseau de mesure. De façon générale, le méta-réseau n'a pas de maître d'ouvrage. Il lui correspond un ensemble de maître d'ouvrage des réseaux élémentaires constitutifs du méta-réseau (cf. Dictionnaire des données SANDRE)

pérennité. Ces facteurs ont des conséquences à la fois sur la qualité de la donnée produite mais aussi sur le coût de la gestion du site (travaux à prévoir...).

Les paramètres mesurés dans cette surveillance sont : le niveau piézométrique de la masse d'eau si le site de mesure est un piézomètre ou un forage, et le débit dans le cas d'une source ou d'une rivière.

2.1. POINTS DE SURVEILLANCE

Une densité minimale a été définie selon la typologie de la masse d'eau (cf. Illustration 1). La densité des points dépend du type de masse d'eau mais aussi des pressions qui s'exercent sur chaque masse d'eau.

TYPE DE LA MASSE D'EAU				DENSITÉ minimale (nb/km ²)
Sédimentaire	Libre(s) et captif dissociés	Libre	Karst	1/500
			Non karst	1/500
		Captif	1/3000	
	Libre(s) et captif associés	Captif dominant		1/3000
			Libre dominant	1/500
		Alluvions		1/500
Socle		1/7000		
Edifice volcanique		1/7000		
Intensément plissé		1/7000		
Imperméable localement aquifère *		Cf. note *		
*L'application stricte d'une densité à ce type de système est relativement abusive. Les points de mesure ne seront le plus souvent représentatifs que d'eux-mêmes.				

Illustration 1: Densité minimale de points de surveillance du réseau quantitatif DCE en fonction du type de masse d'eau. La valeur entourée en rouge est la préconisation en contexte volcanique à laquelle Mayotte doit répondre à minima.

Il est admis que l'utilisation d'une densité minimale n'est pas une fin en soi mais que cela permet de disposer de valeurs guides. Le choix du nombre de points et de leur positionnement doit avant tout se faire en fonction de la connaissance du fonctionnement hydrodynamique de la masse d'eau et de sa complexité.

La superficie de Mayotte - inférieure à 400 km² - l'hétérogénéité géologique et hydrogéologique qui y règne ainsi que le découpage des masses d'eau - au nombre de 6 - font de l'île un cas particulier au titre de la DCE où la densité minimale de points de surveillance ne sera pas un critère de premier ordre dans la constitution du réseau.

2.2. FREQUENCE DE MESURE

La fréquence de mesure dépend de la typologie de la masse d'eau et des pressions exercées sur celle-ci.

Toutefois, afin de disposer d'un nombre suffisant de mesures, des fréquences minimales sont proposées dans l'illustration 2.

TYPE DE LA MASSE D'EAU				PRESSION	FREQUENCE minimale
Sédimentaire	Libre(s) et captif dissociés	Libre	Karst	Oui	1/jour
				Non	1/semaine
			Non karst	Oui	1/semaine
			Non	1/15 jours	
			Captif	Oui	1/mois
				Non	2/an *
		Libre(s) et captif associés	Captif dominant	Oui	1/mois
				Non	2/an *
			Libre dominant	Oui	1/semaine
					Non
Alluvions				Oui	1/semaine
				Non	1/15 jours
Socle				Oui	1/semaine
				Non	1/15 jours
Edifice volcanique				Oui	1/semaine
				Non	1/15 jours
Intensément plissé				Oui	1/semaine
				Non	1/15 jours
Imperméable localement aquifère *				Oui	1/semaine
				Non	1/15 jours

* Avec un prélèvement en période de hautes eaux et un prélèvement en période de basses eaux.

Illustration 2 : Fréquence de mesures minimales pour la surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines. Les valeurs entourées en rouge sont les préconisations en milieu volcanique auxquelles Mayotte doit répondre

Les fréquences minimales proposées ont été adaptées à la typologie de la masse d'eau (c'est-à-dire au régime d'écoulement de la nappe) mais également à l'existence éventuelle d'une pression anthropique (présence de pompages). Il s'agit donc d'estimer le risque pour la masse d'eau de ne pas atteindre le bon état quantitatif et d'augmenter dans ce cas la fréquence de mesure du niveau d'eau. L'évaluation de ce risque sera essentiellement basée sur les résultats de l'exercice de caractérisation (présence de pompages sur la masse d'eau ou sur une masse d'eau voisine avec laquelle des communications existent).

Au cours du programme de surveillance de l'état quantitatif d'une masse d'eau, la fréquence pourra être réajustée en tenant compte de l'évolution des pressions qui s'exercent sur celle-ci.

3. Du contexte géologique à la définition des masses d'eau souterraines

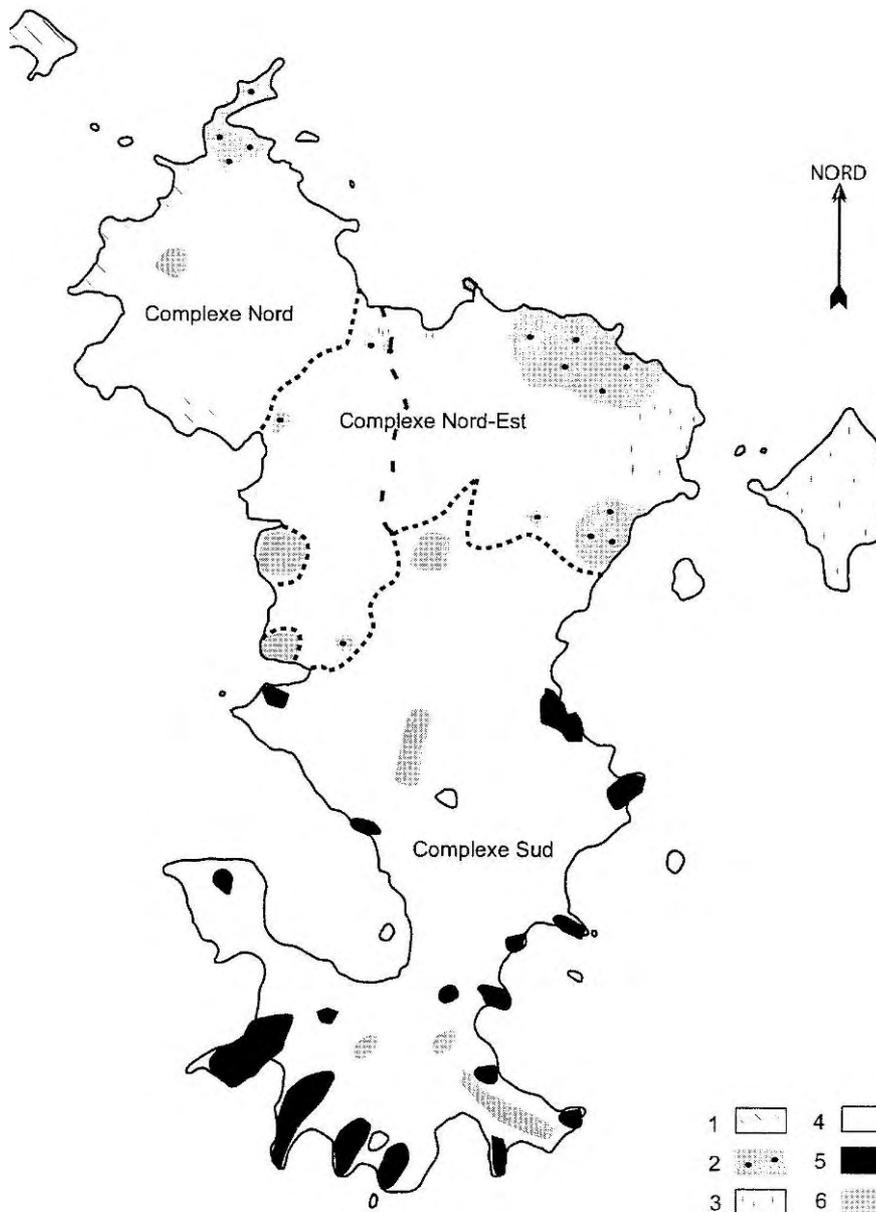
3.1. DETAILS SUR LE DECOUPAGE GEOLOGIQUE

D'après l'état des lieux du SDAGE de Mayotte, réalisé par le bureau d'étude ASCONIT, les masses d'eau ont été définies à partir de la carte géologique synthétique des principales unités volcaniques de Mayotte (cf. Illustration 3), proposée dans la thèse de D. Debeuf. (Debeuf D. (2004) – Etude de l'évolution volcano-structurale et magmatique de Mayotte (Archipel des Comores, Océan Indien) – Thèse de 3^{ème} cycle de l'université de la Réunion, p22).

Il convient de rappeler à ce stade que ce travail de doctorat n'avait pas pour objectif d'établir une cartographie géologique de Mayotte, mais constituait un travail de recherche visant à la caractérisation du volcanisme comorien, Mayotte en représentant le stade d'évolution le plus avancé. A travers l'étude de Mayotte, ce travail de recherche visait notamment à identifier les différents stades d'édification, d'évolution chimique et structurale d'un volcan bouclier.

En outre, il convient de conserver à l'esprit les spécificités du milieu volcanique à Mayotte et notamment les principaux éléments suivants :

- le découpage décrit ci-dessous est un découpage sur des critères essentiellement géologiques et non un découpage hydrogéologique. A Mayotte, les aquifères reconnus présentent en général une petite taille. A titre illustratif, pour l'aquifère capté aux forages de Kwalé 1 et 3, Kwalé 1 étant un des ouvrages les plus productifs actuellement connu à Mayotte, est représentatif d'une extension spatiale de l'ordre de 1 à 2 km² environ. Les masses d'eau ainsi délimitées constituent donc a priori un regroupement d'aquifères sur la base de critères géologiques. Cette remarque explique notamment le rattachement des divers îlots (M'tsamboro, Bouzi, etc.) aux masses d'eau dont ils possèdent les mêmes caractéristiques géologiques ;
- du fait, notamment de ce morcellement, l'état des connaissances hydrogéologiques à Mayotte est relativement peu précis et surtout il est variable d'un secteur à l'autre. Ainsi, si le secteur nord-est de l'île commence à être bien connu, notamment grâce au travail de synthèse dont il a fait l'objet (cf. rapport BRGM/RP-56600-FR), il n'en est pas de même des autres secteurs de l'île.



Système volcanique Septentrional :

(complexe Nord et Nord-Est : Mstapéré et Digo)

- 1 : formations du bouclier du complexe Septentrional (7 à 2,5 Ma)
- 2 : formations post-bouclier du complexe Septentrional (entre 3 et 0,8 Ma)
- 3 : produits ponceux issus d'éruptions phréatomagmatiques (post 0,15 Ma)

Système volcanique Méridional :

- 4 : formations du bouclier du complexe Sud (anté 10 ou 8 Ma ?)
- 5 : formations post-érosionelles du complexe Sud (entre 6 et 2 Ma)
- 6 : phonolites du complexe Sud, phase post-érosionelle (entre 5 et 3,5 Ma)

Illustration 3: Carte schématique des principales unités volcaniques de Mayotte (D. Debeuf, 2004)

Cette carte géologique synthétique (Illustration 3) présente deux systèmes volcaniques, le système volcanique septentrional et le système volcanique méridional ayant eu une évolution géologique similaire :

1. construction d'un volcan bouclier,
2. phase érosionnelle, durant laquelle l'activité magmatique est restreinte,
3. phase volcanique post-érosionnelle qui touche principalement les secteurs Nord Est de l'île, à savoir ce qui constitue aujourd'hui les massifs de Digo et de M'tsapéré. Ces deux volcans ont eu un fonctionnement contemporain, mais décalé, avec les principales phases éruptives décrites ci-dessous (Illustration 4). L'évolution du volcan septentrional est la plus complexe du fait d'une nette migration de l'activité volcanique et de l'intervention de la tectonique dans son évolution magmatique et structurale.
4. Enfin, une activité volcanique récente (post 0,15 Ma), principalement localisée en Petite Terre, complète cette histoire géologique de Mayotte.

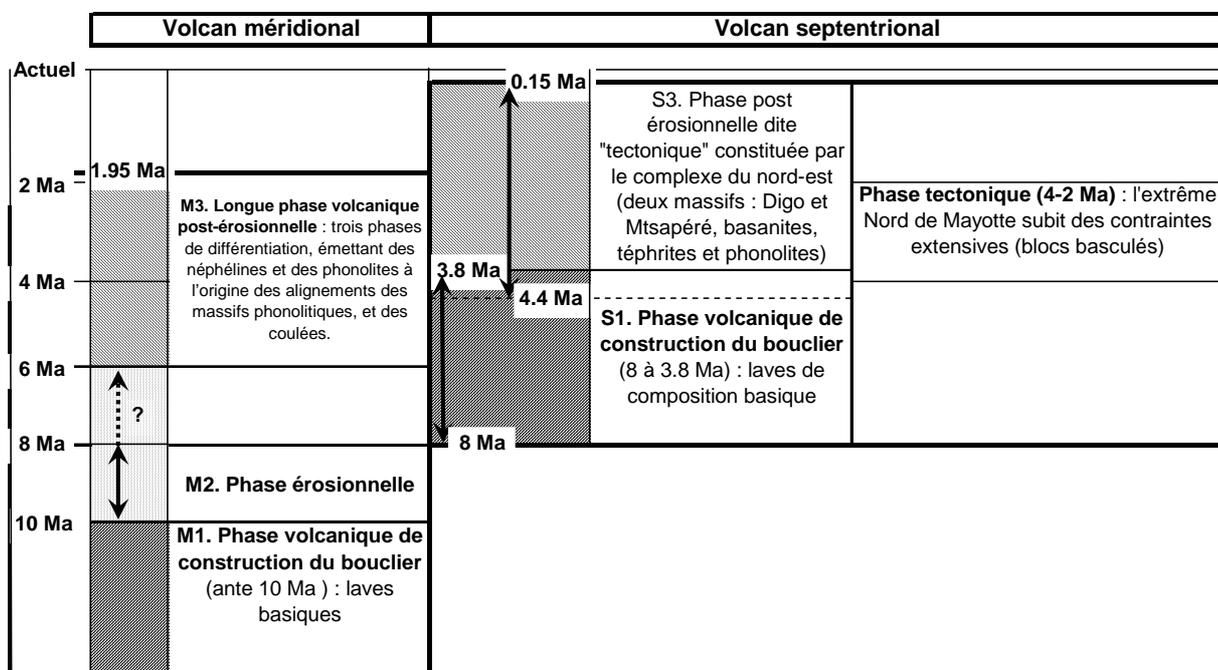


Illustration 4 : Histoire géologique synthétique de Mayotte – d'après les travaux de Debeuf, 2004.

3.2. LES MASSES D'EAU SOUTERRAINE DE MAYOTTE

Le district hydrographique de Mayotte comprend les zones terrestres de Grande Terre, Petite Terre et les îlots associés composés d'un ou de plusieurs bassins hydrographiques ainsi que des eaux souterraines et côtières associées. Le district est identifié selon la DCE comme principale unité pour la gestion de l'eau.

Les masses d'eau souterraine - au même titre que les masses d'eau côtières et de surface – ont été définies par ASCONIT dans l'état des lieux du SDAGE et approuvées

lors de la consolidation de l'état des lieux en juillet 2008. Ces unités sont présentées dans le tableau suivant (d'après SDAGE de Mayotte, Consolidation de l'état des lieux – juillet 2008) :

Code MESO	Nom MESO	Type de masse d'eau
MESO 9601	Complexe du Nord	Edifice volcanique
MESO 9602a	Massif de M'tsapéré (complexe du Nord-Est)	Edifice volcanique
MESO 9602b	Petite-Terre (complexe du Nord-Est)	Edifice volcanique
MESO 9602c	Massif de Digo (complexe du Nord-Est)	Edifice volcanique
MESO 9603	Complexe du Sud	Edifice volcanique
MESO 9604	Alluvions	Dominante sédimentaire

Illustration 5 : Découpage des masses d'eau souterraine (SDAGE, ASCONIT 2006)

La carte de délimitation des masses d'eau souterraine ébauchée en 2006 a vu sa version finale approuvée en 2008. Cette délimitation est présentée en Illustration 6

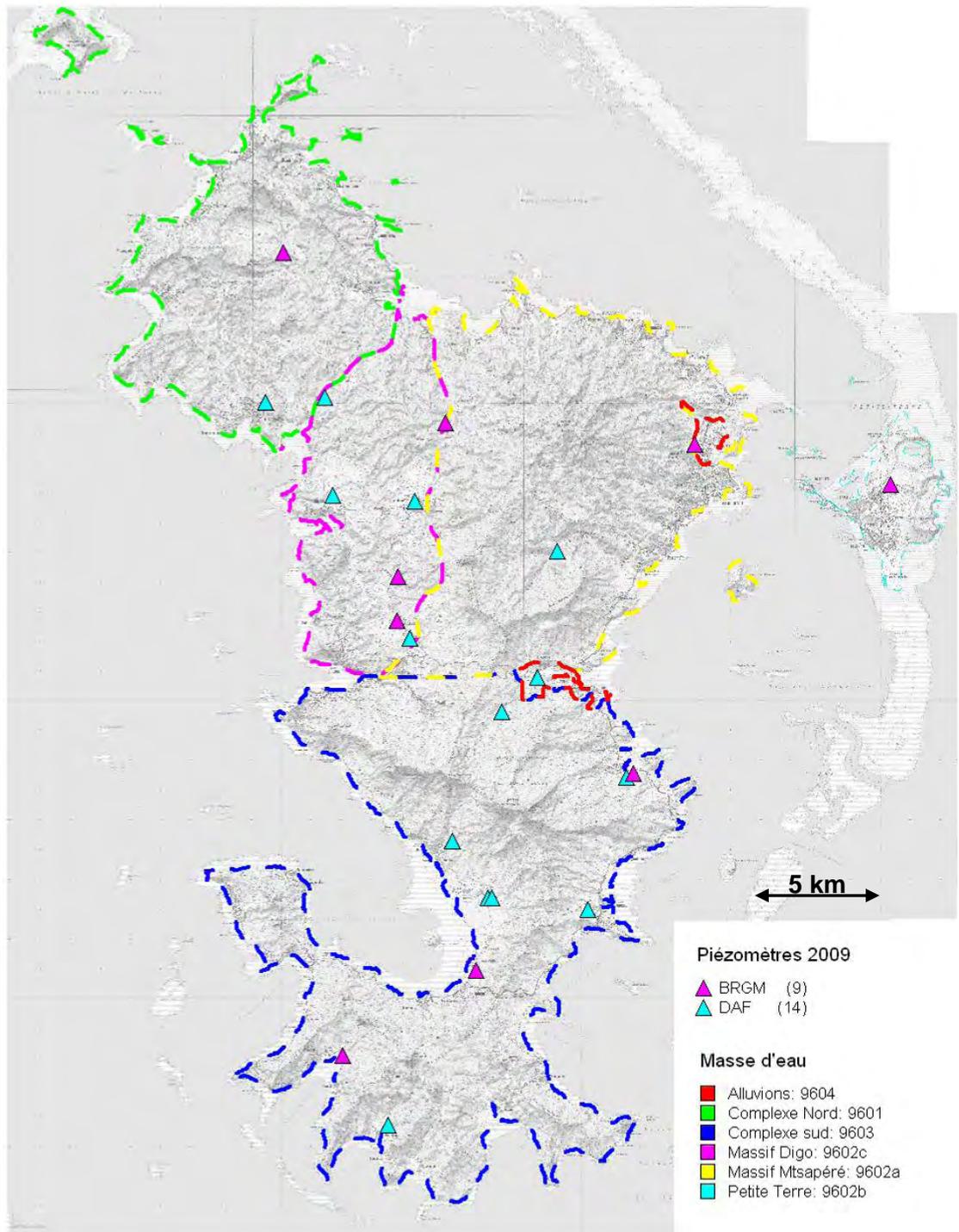


Illustration 6 : Carte de délimitation des masses d'eau souterraine au titre de la DCE (Asconit 2008) et répartition des piézomètres en activité courant 2009 des réseaux DAF et BRGM

D'un commun accord avec la DAF, il a été convenu que le réseau de surveillance DCE sera défini selon ces découpages, en privilégiant le plus récent qui repose sur une analyse pluridisciplinaire solide. Le travail sera donc réalisé à partir des masses d'eau représentées sur l'illustration ci-dessus et validées dans la consolidation de l'état des lieux du SDAGE de juillet 2008.

4. De la caractérisation hydrogéologique des masses d'eau à la sélection des points du réseau DCE

4.1. ETAT DES CONNAISSANCES HYDROGEOLOGIQUES DES MASSES D'EAU, IMPORTANCE STRATEGIQUE DE LA RESSOURCE ET PRESSIONS EXERCEES

Dans l'état actuel, les connaissances hydrogéologiques de l'île de Mayotte sont relativement sommaires tant l'hétérogénéité des formations est importante. On peut considérer que la masse d'eau la plus investiguée est celle du Massif de M'tsapéré qui a fait l'objet d'un rapport de synthèse hydrogéologique en 2008 (cf. rapport BRGM/RP-56600-FR), rapport qui a permis de préciser son potentiel hydrogéologique. Ces travaux de synthèse hydrogéologiques seront ensuite étendus aux masses d'eau voisines du centre et du Nord et permettront - dans un premier temps - une meilleure approche des systèmes aquifères.

4.1.1. Petite Terre (9602b)

La masse d'eau de Petite Terre présente une relative homogénéité, tant géologique, qu'hydrogéologique, due à son histoire « récente » (inférieure à 150 ka). La principale caractéristique de la masse d'eau étant l'absence d'aquifère d'importance patrimoniale, principalement pour des raisons de quantité (faible superficie = faible recharge) et de qualité (salinité des eaux). L'eau souterraine n'est pas exploitée sur Petite Terre et la probabilité qu'elle le soit un jour est très faible.

4.1.2. Massif du M'tsapéré (9602a)

Cette masse d'eau présente aussi une relative homogénéité et a été relativement bien caractérisée (les forages de reconnaissance et d'exploitation prévus en 2009 devraient apporter des éléments déterminants pour sa caractérisation). Il s'agit du secteur présentant les principaux aquifères avérés à Mayotte (cf. rapport BRGM/RP-56600-FR) et représente une ressource stratégique importante à l'échelle de l'île (particulièrement en raison de la présence du forage de Kwalé qui délivre quasiment 60 m³/h).

Il est important de noter aussi que ce secteur est l'objet d'un développement urbain conséquent, notamment le long de la cote Est en direction de Dombéni, et au débouché des vallées principales de la Doujani, de la Majimbini, de la Gouloué, mais aussi le long de la cote nord en direction de Longoni.

Ses principaux aquifères sont des coulées de vallée (et localement des paléo-alluvions et des formations pyroclastiques associées), majoritairement en inversion de relief,

reposant sur un substratum ancien altéré et hydrothermalisé et, de ce fait, peu perméable en général. Comme indiqué plus haut, la géologie, la morphologie actuelle et les conditions aux limites conduisent à une petite taille des aquifères. Ceux-ci comportent aussi des hétérogénéités locales, liées notamment à l'extension spatiale (latérale et verticale) des principaux faciès perméables (niveaux scoriacés intercoulés, laves fissurées), mais aussi à la présence d'intrusions plus tardives (phonolitiques notamment). Ces différentes remarques s'appliquent à l'ensemble des aquifères et donc des masses d'eau de Mayotte à l'exception toutefois de Petite Terre dont l'histoire géologique est différente.

L'unité 9602a comporte donc, en son sein, des formations considérées comme aquifères et des formations considérées comme peu perméables. Par ailleurs, plusieurs de ses vallées atteignent le substratum des formations du M'tsapéré qui, géologiquement, doit en toute rigueur être attribué au volcan bouclier septentrional. Dans certaines configurations, les alluvions récentes (cf. masse d'eau 9064), peuvent être en relations hydrauliques avec ces aquifères.

4.1.3. Massif du Digo (9602c)

Cette masse d'eau présente *a priori*, de fortes similarités avec celle du M'tsapéré. Il s'agit de formations relativement récentes composées :

- i. Au Nord (au niveau du Mlima Digo) d'un massif basaltique sain donc probablement d'une perméabilité comparable à celle observée au massif de M'tsapéré. Ces formations - qui reposent sur un substratum ancien moins perméable - représentent une ressource importante à l'échelle de l'île, notamment à travers l'exploitation des drains de Mréréni et du forage d'Ourovéni 1. Elle n'a cependant pas fait l'objet de reconnaissances significatives et *a fortiori* de travaux de synthèse permettant de confirmer et de préciser ce modèle conceptuel.
- ii. Au Sud, notamment au niveau du plateau de Combani, la couverture de surface est majoritairement composée de cendres, ponces et pyroclastites contemporaines du volcanisme du Digo mais dont les conséquences en termes de structuration des formations aquifères et des fonctionnements hydrogéologiques divergent (aquifères captifs à perméabilité moindre et temps de résidence plus élevés, cf. les forages d'Ourovéni 2, de Kahani 1 & 2 et de Combani 1 & 2).

4.1.4. Complexe du Nord (9601) et complexe du Sud (9603)

Au sein de ces masses d'eau du Nord et du Sud, peu investiguées et qui ne présentent à l'heure actuelle qu'une importance stratégique réduite (le potentiel existe mais l'exploitation des eaux souterraines pour l'alimentation n'est pas aussi importante que pour les masses d'eau du M'tsapéré et du Digo), coexistent *a priori* (i) des formations anciennes en général, modérément à peu perméables et (ii) des formations plus

récentes, apparaissant en général en inversion de relief, qui présentent manifestement un meilleur potentiel hydrogéologique (cf. forages de Mtsangamouji, Mréréni, etc.).

Là encore, les travaux de reconnaissance (forages, reconnaissances géologiques de terrain) restent limités et ne permettent pas d'établir de cartographie hydrogéologique satisfaisante.

En ce qui concerne la masse d'eau du Complexe du Sud, il est possible de sectoriser 3 entités soupçonnées de présenter des comportements hydrogéologiques différents et ce principalement pour les raisons suivantes :

- la superficie importante de la masse d'eau ;
- le fait que la morphologie générale de la masse soit moins radiale que celle des masses d'eau du Nord ou du M'tsapéré, ce qui a pour conséquence de compartimenter davantage les systèmes hydrogéologiques ;
- de l'histoire géologique du complexe volcanique méridional dont on ne connaît que peu les modalités

Les 3 entités retenues sont ; le **secteur nord** de la masse d'eau (au nord de la ligne de crête du massif Maboungani, Bénara, Bépilipili), le **secteur médian** (entre la ligne de crête précédente et celle du Mlima Choungui/Saziley) et le **secteur sud** (au sud du Mlima Choungui, c.a.d les indentations de M'Zouazia, Kani Kéli, M'ronabéja, M'Bouini, Dapani et Saziley). Le nombre de piézomètres représentatifs de la masse d'eau du Complexe du Sud sera choisi en conséquence.

4.1.5. Les alluvions récentes (unité 9064)

Ces formations présentent en général à Mayotte un faible potentiel hydrogéologique en comparaison avec ce qu'il est possible de rencontrer communément, et ce compte tenu notamment de la dominante argileuse des formations alluviales. Le site de Kawéni constitue une exception à cette règle. Les formations sédimentaires (fluvio-marines, comprenant notamment des sables marins) étant relativement développées au sein de cette dépression phréato-volcanique.

On trouve cette masse d'eau alluviale en deux endroits de l'île

Le **cratère de Kawéni** fait ainsi partie des ressources stratégiques les plus importantes de l'île en fournissant quasiment un potentiel de 60 m³/h. Conjointement ce secteur fait l'objet d'une pression anthropique considérable (développement de la zone urbaine de Mamoudzou, implantation d'activités industrielles et commerciales, etc.) mettant en doute - si ce n'est en péril - la pérennité de la ressource (diminution des infiltrations par imperméabilisation des surfaces, pollution des cours d'eau qui constituent les recharges principales de l'aquifère, proximité de l'interface eau douce/eau salée, etc. cf. rapport BRGM/RP-56773-FR).

Le **secteur de Tsararano** peut aussi être considéré comme une cible hydrogéologique potentielle pour le développement de l'exploitation des ressources en eau souterraine

dans les années à venir. Le potentiel de ce secteur, bien que faible, n'est pas nul et manque d'investigations.

Le développement de l'urbanisation le long de la côte en direction de Dombéni amènera la question de la mise en exploitation de cette ressource pour l'alimentation de ce futur foyer urbain.

Au vu de l'importance stratégique de cette ressource et des pressions qui y sont exercées, un suivi plus conséquent de la masse d'eau des alluvions s'impose naturellement. Dans la mesure du possible, il sera sélectionné un piézomètre sur chacun de ces secteurs au titre de la surveillance DCE.

4.2. DISCUSSION QUANT AU CHOIX DES POINTS DU RESEAU DE SURVEILLANCE

4.2.1. Critères de sélection des piézomètres

La sélection des points du réseau de surveillance DCE parmi les deux réseaux piézométriques existants à Mayotte a été réalisée sur la base des critères suivants en respectant le principe imposé du suivi de chacune des masses d'eau :

- **représentativité de la masse d'eau** : la tendance moyenne des niveaux piézométriques de l'ouvrage peut être considérée comme extensible à la masse d'eau à laquelle il appartient (abstraction faite des altitudes relatives). En conséquence le piézomètre retenu sera considéré comme indicateur de l'état de la ressource de tout ou partie de la masse d'eau ;
- **état de l'ouvrage** : à Mayotte, le degré de dégradation des piézomètres est relativement important (vandalisme, défaut de réalisation et/ou d'entretien, urbanisation souvent désordonnée, etc.). Les piézomètres constituant le réseau DCE se doivent d'être en bon état - ou du moins peu exposés à la dégradation.
- **pérennité de l'ouvrage** : seront écartés tous les ouvrages dont la pérennité n'est pas certaine, à savoir les forages qui risquent d'être mis en exploitation et les forages dont l'exposition à la dégradation est jugée trop importante.
- **historique des données** : à l'évidence et dans la mesure du possible, les piézomètres possédant une chronique de mesures plus conséquente seront privilégiés par rapport aux piézomètres récents. Un suivi plus long de ces piézomètres est un gage sérieux attestant de la bonne représentativité des mesures et permet de comparer des cycles hydrogéologiques plus étalés. En revanche, à Mayotte, les piézomètres les plus anciens sont dans la majorité des cas, les plus dégradés, si bien qu'il sera difficile de privilégier le critère « historique des données » par rapport au critère « pérennité » de l'ouvrage pour la constitution du réseau DCE.

En ce qui concerne le choix du nombre de piézomètres :

- I. Dans l'hypothèse où la masse d'eau témoigne de deux (ou de plusieurs) fonctionnements hydrogéologiques distincts, un (ou plusieurs) piézomètre(s) supplémentaire(s) représentatif(s) de ce(s) fonctionnement(s) sera (ou seront) intégré(s) au réseau de surveillance.
- II. Dans l'hypothèse où une (ou plusieurs) masse(s) d'eau ont (i) une histoire ou une structuration géologique voisine, (ii) des comportements hydrogéologiques comparables, (iii) un intérêt stratégique similaire en termes de ressources et des pressions comparables, et (iv) un déficit de piézomètre représentatif, il est possible de procéder à un regroupement des masses d'eau concernées et de suivre 1 ou plusieurs piézomètres représentatif du groupement.

La liste des piézomètres du réseau n'est pas immuable. En raison des prochaines campagnes de forage programmées, il est possible que de nouveaux ouvrages viennent compléter la liste des piézomètres DCE si les arguments pour leur intégration au réseau sont jugés valables. A l'inverse, le retrait d'un ou de plusieurs piézomètre(s) du réseau de surveillance n'est pas conseillé (exception faite des cas de force majeure : détérioration de l'ouvrage, mise en exploitation de l'ouvrage ou de la nappe à proximité, etc.).

4.2.2. Les 5 nouveaux piézomètres 2008 du réseau BRGM

Dans la convention ONEMA-BRGM 2007, **5 nouveaux piézomètres** de 60 m de profondeur (Illustration 7) seront réalisés à compter de décembre 2008. Les travaux devraient prendre fin en janvier 2009.

Sites	Commune	Masse d'eau
Kani-Keli 2	Kani-Kéli	Complexe du Sud
Gymnase	Dzaoudzi Labattoir	Petite-Terre
Digo	Tsingoni	Complexe du Digo
Dzoumognè 2	Mtsamboro	Complexe du Nord
Dispensaire de Mramadoudou	Chirongui	Complexe du Sud

Illustration 7 : Piézomètres de la campagne ONEMA/BRGM 2008

Le choix de l'emplacement de ces nouveaux points a été décidé essentiellement sur la base de l'utilisation en tant que piézomètre du réseau de surveillance DCE. Par conséquent, ces 5 piézomètres sont intégrés d'office au réseau de surveillance DCE en tant qu'indicateurs de référence.

4.2.3. Les piézomètres représentatifs des masses d'eau : indicateurs du réseau de surveillance

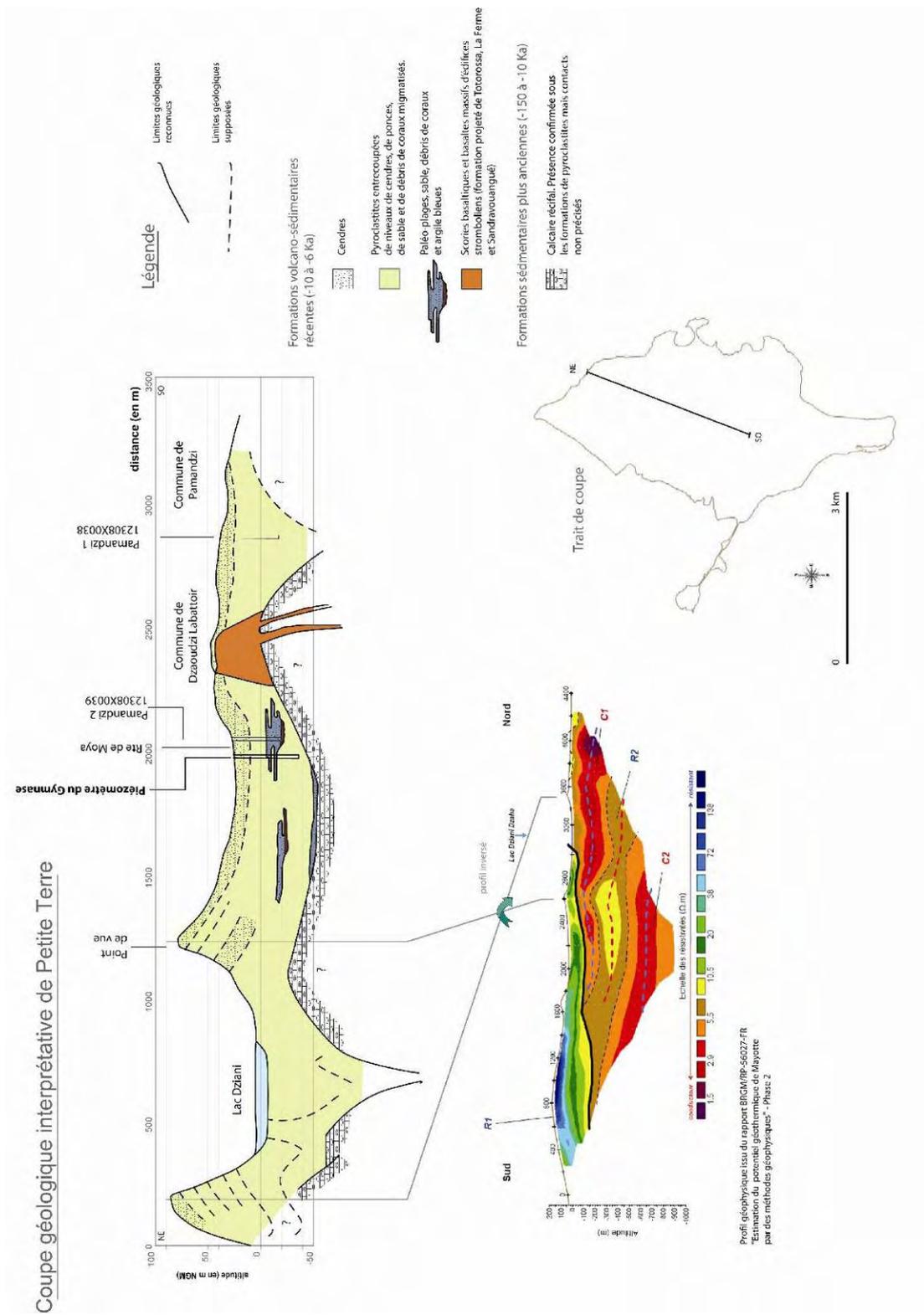
Ci-dessous, la discussion ouvrage par ouvrage du choix des piézomètres qui seront intégrés au réseau DCE se fera sur la base de critères objectifs et des recommandations européennes. La localisation des ouvrages est présentée sous forme d'une carte synthétique en Annexe 3

Ne sont représentés et argumentés dans les paragraphes suivants qu'une sélection de piézomètres jugés représentatifs de la masse d'eau correspondante et par conséquent susceptibles d'être retenus dans le réseau de surveillance piézométrique au titre de la DCE.

a) Les piézomètres représentatifs de la masse d'eau de Petite Terre (9602b)

Piézomètre du gymnase de Dzaoudzi Labattoir (code BSS à venir) : ce piézomètre sera intégré au réseau DCE. Il s'agit de l'unique forage recoupant la masse d'eau de Petite Terre (cf. § 4.2.2) et son implantation a été réfléchi afin qu'il soit positionné entre les deux anciens piézomètres de Petite Terre (Pamandzi 1 et 2 respectivement 12308X0038/PAMA1 et 12308X0039/PAMA2, cf. rapport BRGM R35165 REU 4S 92).

Il est prévu que cet ouvrage suive les variations piézométriques des formations aquifères constituées par les alluvions sableuses recoupées vers 0 m NGM considérées à l'heure actuelle comme le principal aquifère de Petite Terre (cf. coupe en Illustration 8). Les niveaux piézométriques prévisionnels sont compris dans une fourchette de valeurs entre 2 et 5 m NGM avec de faibles amplitudes annuelles (entre 1 et 2 m au maximum, cf. rapport BRGM R35165 REU 4S 92).



b) Les piézomètres représentatifs de la masse d'eau du Massif de M'tsapéré (9602a)

Le forage de **Kwalé 2 (12307X0023/KOUAL2)** est le seul piézomètre actuellement en activité sur le massif du M'tsapéré. Le forage n'a pas été retenu pour l'exploitation en raison des trop faibles perméabilités rencontrées. L'aquifère capté par le forage n'appartient à priori pas aux formations volcaniques « jeunes » du M'tsapéré, formations recoupées par les différents ouvrages d'exploitation (Kwalé 1 & 3, Gouloué 1 & 2, etc.), mais à leur substratum local, donc plutôt à l'édifice volcanique du bouclier septentrional.

Les ouvrages de **Gouloué 1 & 2** (respectivement **12307X0045/GOUL** & **12307X0053/GOUF4D**) et de **Kwalé 3 (12307X0100/KWALE3)** sont des forages récents (respectivement des campagnes 2001/2003 et 2004). Leur exploitation prochaine, c.à.d. courant 2009 ou 2010 ne nous permet pas d'envisager l'intégration de ces ouvrages comme piézomètres pérennes du réseau de surveillance DCE. Néanmoins, leur piézométrie est - pour l'instant - suivie et leur examen, conjointement à celle de l'ouvrage de Kwalé 2 permettra de discuter l'éventuelle intégration de ce dernier au sein du réseau de surveillance.

La chronique piézométrique de Kwalé 2 est présentée en Illustration 9 accompagnée de celles des piézomètres de Kwalé 3 et de Gouloué 1 & 2.

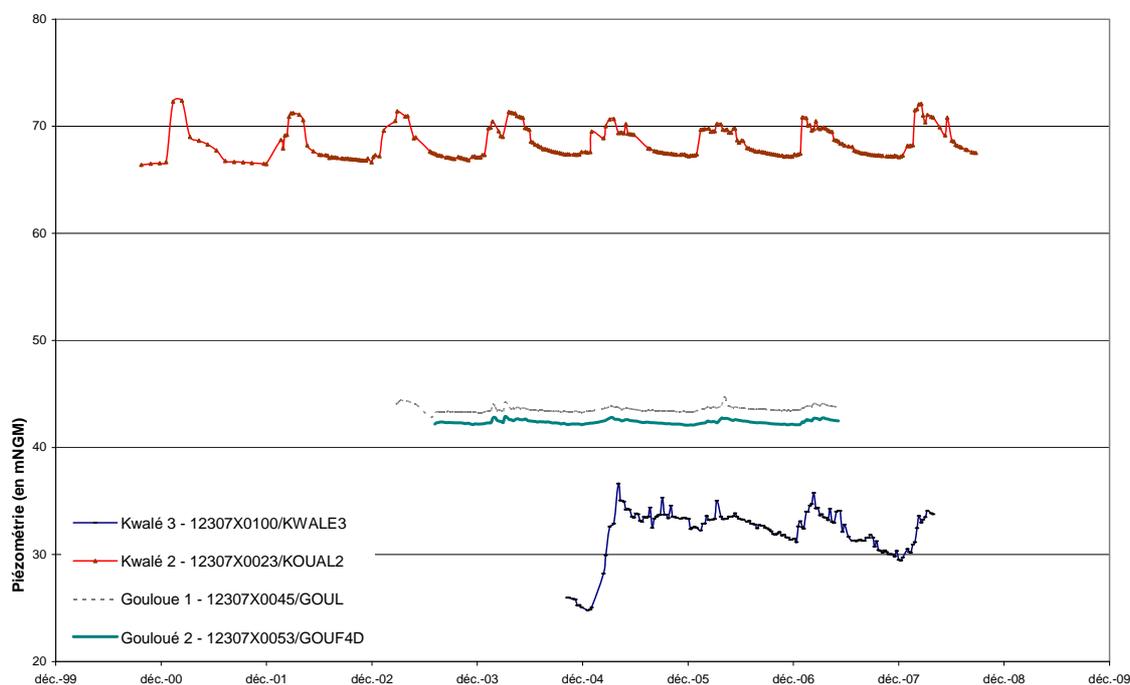


Illustration 9 : Variations piézométriques des piézomètres de la masse d'eau du massif de M'tsapéré.

L'examen de la chronique ci-dessus met en évidence des traits hydrogéologiques significatifs de la masse d'eau du M'tsapéré.

- i. Il existe manifestement plusieurs comportements hydrogéologiques. Outre le fait que les chroniques soient étagées entre 30 et 70 m NGM, il est possible de distinguer trois familles aux comportements différents. Gouloué 1 & 2 montrent des variations piézométriques voisines tandis que Kwalé 2 & 3 montrent des variations très distinctes par rapport aux forages de Gouloué mais aussi entre elles.
- ii. La cyclicité hydrogéologique du forage de Kwalé 3 est délicate à distinguer. Le nombre d'années de suivi est restreint à 4 et il semblerait que d'une année sur l'autre, le signal ne montre pas les mêmes évolutions. A titre d'exemple, la portion de courbe qui correspond à la recharge du premier trimestre 2005 montre une remontée de plus de 10 m des niveaux piézométriques, amplitude qui n'a jamais plus été enregistrée depuis. Par ailleurs, en ce qui concerne la vidange des aquifères, cette dernière ne semble pas constante d'une année sur l'autre. Ainsi, si au second semestre 2005 la vidange semble très faible en amplitude et ralentie, il s'avère que les années 2006 et 2007 montrent des amplitudes de vidange de plus en plus importantes (2005 ; - 4 m environ sur 10 mois, 2006 ; - 4 m environ sur 8 mois et 2007 ; -6 m NGM sur 10 mois). Cette variabilité témoigne essentiellement du fait que les niveaux piézométriques du forage de Kwalé 3 sont influencés par l'exploitation du forage de Kwalé 1 (12307X0022/KOUAL1, exploité à hauteur de 60 m³/h) comme indiqué dans les rapports BRGM/RP-53471-FR et BRGM/RP-56438-FR ainsi que le « bruitage » très élevé du signal piézométrique bien souvent témoin d'une influence hydraulique proche. En aucun cas ces variations ne sont représentatives des fluctuations « naturelles » de la masse d'eau du M'tsapéré. Par conséquent, outre sa mise en exploitation prochaine, ce piézomètre ne pouvait être retenu dans le réseau de surveillance DCE pour ses critères hydrogéologiques.
- iii. Les forages de Gouloué 1 & 2 montrent un signal piézométrique très stable et peu d'oscillations (un focus des chroniques est repris sur l'illustration 10). L'amplitude des variations annuelles est souvent inférieure au mètre, notamment pour le forage de Gouloué 2, ce qui en fait probablement le piézomètre le moins fluctuant de l'île. Le piézomètre de Gouloué 1 montre, quant à lui un pic au premier semestre 2006 qu'on ne retrouve pas sur l'ouvrage de Gouloué 2, ce qui semble indiquer soit (i) une réactivité plus importante de l'ouvrage de Gouloué 1 / Gouloué 2, ou tout simplement (ii) une erreur de mesure. Particularité aussi ; les phases de recharge et les phases de tarissement de l'aquifère montrent des pentes de même allure - si ce n'est proche – fait relativement rare sur l'île où il est courant de voir des remontées plus rapides de l'aquifère en période de recharge et des vidanges plus lentes en période de tarissement (d'un facteur 2). Il est possible – quoiqu'encore très tôt pour le vérifier – de signaler la légère hausse des niveaux d'étiage de l'ouvrage de Gouloué 1 depuis le début du suivi. Le forage de Gouloué 2 quant à lui semble rester stable.

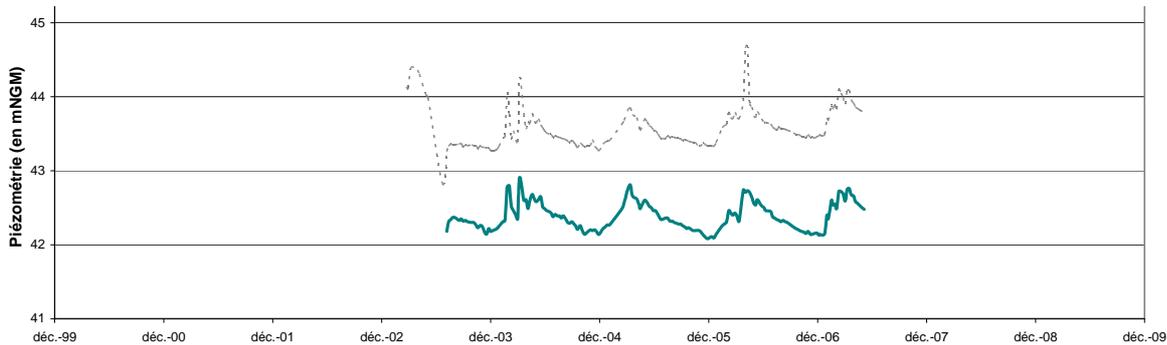


Illustration 10 : Variations piézométriques des seuls forages de Gouloué 1 (tirets) & 2 (en vert).

- iv. En ce qui concerne le forage de Kwalé 2, il possède un historique de chroniques piézométriques plus conséquent (1999/2000). Ses niveaux piézométriques sont relativement élevés, 68 m NGM en moyenne et ses fluctuations annuelles sont d'amplitude forte (environ 5 m). Les variations saisonnières du piézomètre de Kwalé 2 semblent relativement stables, tant dans ces amplitudes de variations que lors des phases de recharge et de tarissement où il apparaît que le comportement hydrogéologique ne montre pas de variabilité à l'inverse de Kwalé 3. Par ailleurs, il semble que les niveaux d'étiage de l'aquifère ont tendance à augmenter depuis le début du suivi (+ 1 m à l'étiage depuis 2000).

En l'absence de piézomètres plus représentatifs des formations volcaniques « jeunes » du M'tsapéré, le forage de Kwalé peut être considéré comme indicateur de la masse d'eau du massif de M'tsapéré en ce qui concerne ses formations plus anciennes du bouclier septentrional. Les arguments les plus importants pour justifier son intégration sont : la stabilité des variations annuelles (géométrie et amplitude des phases de recharge/tarissement) ainsi que la légère hausse des niveaux d'étiage qui semble se produire aussi mais dans une moindre mesure au niveau des forages de Gouloué. Cette observation pourrait être une caractéristique de l'évolution tendancielle de la masse d'eau du M'tsapéré bien qu'il soit trop tôt et que les éléments en notre possession soient trop maigres pour pouvoir l'avancer et l'affirmer. L'éloignement par rapport aux forages d'exploitation empêchera toute influence de ces derniers sur les variations piézométriques (comme c'est le cas au niveau du forage de Kwalé 3).

Lors de la campagne de forage de reconnaissance de 2009/2010, il est prévu d'implanter 5 ouvrages dans la masse d'eau du M'tsapéré et particulièrement dans les formations volcaniques « jeunes », plus intéressantes en termes d'exploitation. La probabilité n'est pas nulle qu'un (au moins) de ces forages ne soit mis en exploitation, soit pour des raisons de potentiel hydrogéologique insuffisant, soit pour des raisons techniques, auquel cas il sera possible de procéder à l'équipement de ce(s) forage(s) en piézomètre et de l(es) intégrer dans le réseau de surveillance.

c) Les piézomètres représentatifs de la masse d'eau du Massif de Digo (9602 c)

En ce qui concerne les formations récentes du Nord du massif du Digo, les ouvrages présents sont :

Le piézomètre de Digo (n° BSS à venir) : cet ouvrage pourra intégrer le réseau DCE en raison (i) de la probabilité élevée qu'il recoupe les formations récentes du Nord du Mlima Digo dont il serait représentatif, (ii) de son isolement par rapport aux ouvrages exploités et de sa position très en amont du bassin et (iii) du fait que l'ouvrage est neuf et de bonne qualité (cf. Coupe prévisionnelle en Illustration 11).

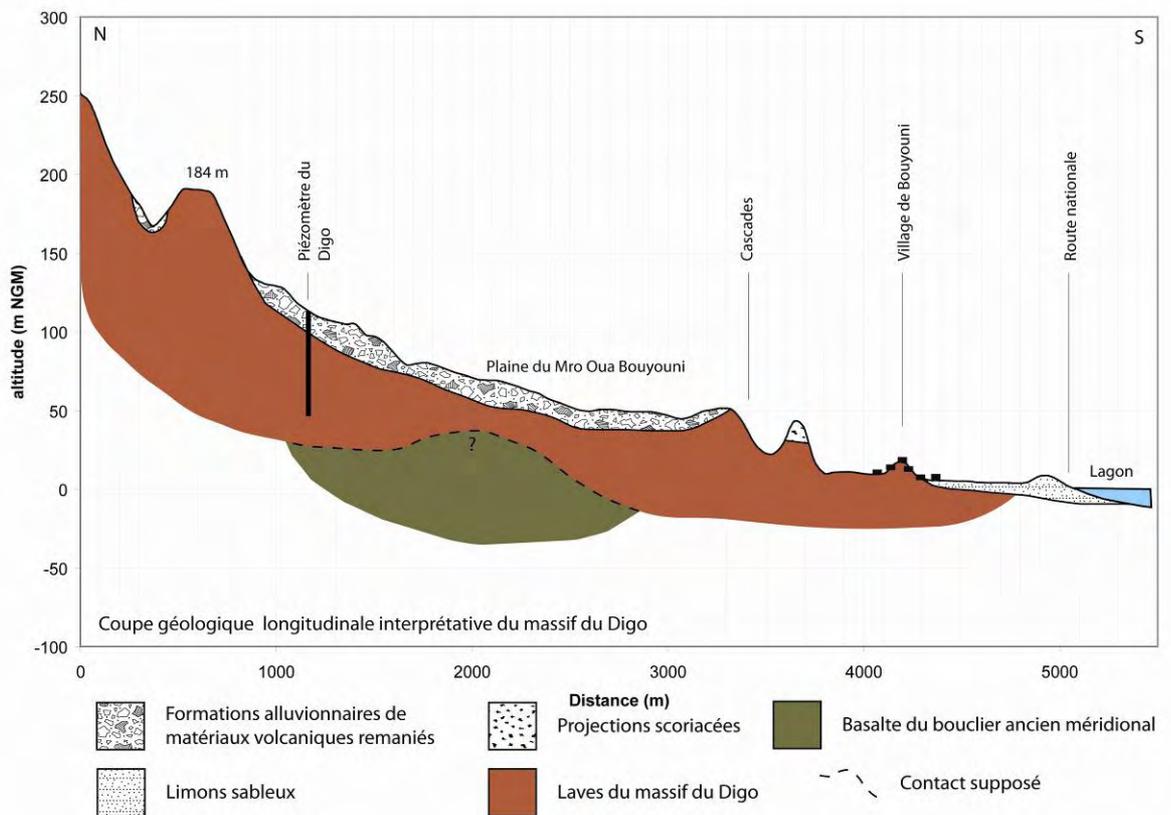


Illustration 11 : Coupe longitudinale prévisionnelle des formations géologiques recoupées lors du forage du piézomètre de Digo

En revanche, étant données (i) la position frontière du forage entre la masse d'eau 9602c et 9602a et (ii) l'absence d'informations géologiques et hydrogéologiques très précises sur ce secteur, ce piézomètre pourra être implicitement rattaché à la masse d'eau du Massif de M'tsapéré en tant qu'indicateur de l'état aquifère des formations volcaniques jeunes, par suite de l'absence de piézomètre dans ces formations (cf. § b)).

En ce qui concerne les formations du Sud de la masse d'eau du Digo considérées comme plus anciennes, (cf. § 4.1.3, le plateau de Combani en fait partie bien que sa couverture soit contemporaine du volcanisme récent), les ouvrages présents sur le secteur sont décrits ci-dessous et leurs variations piézométriques retracées en Illustration 12.

Le piézomètre de Tsingoni (12306X0013/T SIN1) : cet ouvrage recoupe des laves altérées qui semblent peu perméables et qui appartiennent vraisemblablement au substratum (cf. Illustration 12). Il se situe en aval de l'édifice (morphologique) du Mlima Digo et recouperait soit les formations basales du Milma Digo soit des formations du bouclier septentrional (hypothèse à vérifier lors des campagnes de reconnaissance hydrogéologiques du Nord-Ouest). Ce piézomètre ne peut être retenu comme indicateur sur la base de ces seules informations.

Le piézomètre d'Ourovéni 2 (12306X0012/OURO02) : cet ouvrage est retenu dans le réseau DCE. Apparemment, ce forage recouperait des alluvions anciennes, dont il est possible qu'elles appartiennent soit aux formations basales du Mlima Digo (comparables à l'ouvrage de Tsingoni), soit à des formations plus contemporaines (cf. Illustration 12). L'avantage de cet ouvrage est qu'il ne se situe pas à proximité de forages exploités et que le débit au soufflage significatif, suggère une bonne représentativité de la mesure. En outre cet ouvrage est en excellent état, actuellement instrumenté en continu et ne souffre d'aucun aménagement direct ni en perspective.

Le piézomètre de Kahani 1 (12312X0030/KAHA1) : d'après la coupe (cf. rapport BRGM R35165 REU 4S 92), ce forage ne recoupe pas des alluvions récentes et ne semble pas perméable en profondeur. Cet ouvrage intégrera le réseau DCE en raison de sa représentativité de la masse d'eau du massif de Digo et plus précisément des formations du plateau de Combani (cf. Illustration 12 et argumentaire ci-dessous).

Le piézomètre de Kahani 2 (12312X0031/KAHA2) : situé à proximité de l'ouvrage de Kahani 1 (500 m environ), l'ouvrage de Kahani 2 témoigne de variations piézométriques d'amplitude importante conséquentes au déversement de la nappe superficielle dans la nappe inférieure, ce qui brouille sensiblement la cyclicité annuelle du signal (cf. rapport BRGM R35165 REU 4S 92, la notion d'ouvrage mal cimenté a été avancée). Ce piézomètre n'est pas représentatif de la masse d'eau du Digo dans ses fluctuations.

Le piézomètre de Combani 1 (12306X0009/COMB1) : comparable à l'ouvrage de Combani 2 (BSS 12306X0010, aujourd'hui hors d'usage) en termes de géologie recoupée et de caractéristiques hydrogéologiques, ce piézomètre est représentatif des systèmes aquifères du secteur sud de la masse d'eau du Digo, à savoir le plateau de Combani. Néanmoins, ce forage ne peut intégrer le réseau DCE sans avoir été réhabilité au préalable

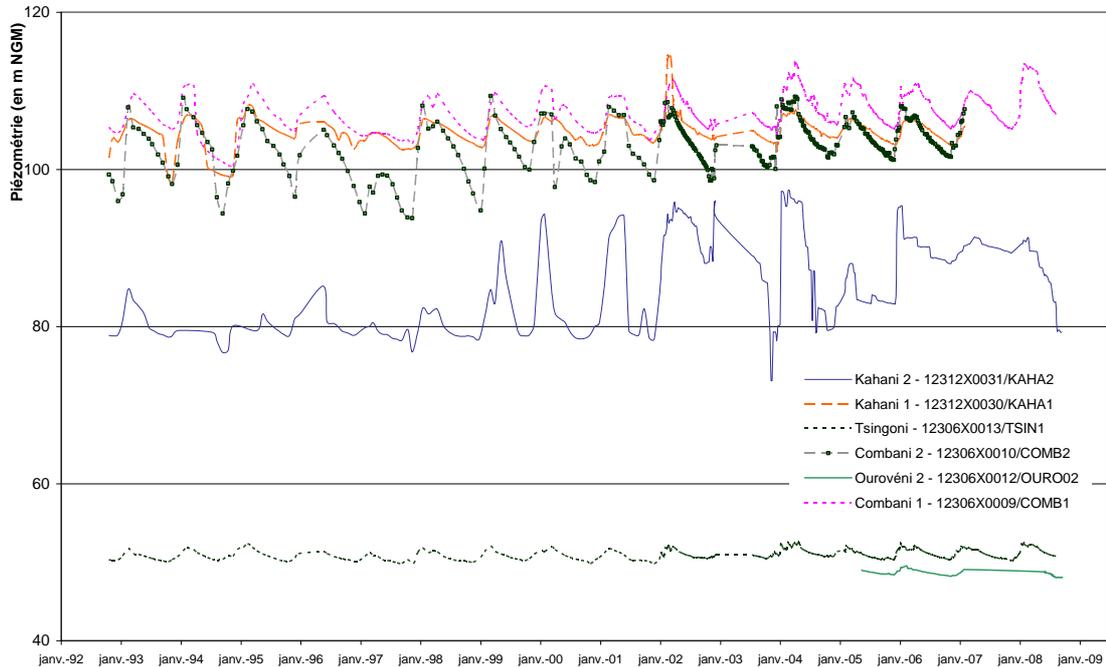


Illustration 12 : Variations piézométriques des piézomètres de la masse d'eau du Digo (principalement du sud de la masse d'eau, à savoir le plateau de Combani)

L'illustration 12 présente les variations piézométriques des principaux piézomètres de la masse d'eau du Digo. Il est manifeste que :

- i. les piézomètres de Combani 1 & 2 et Kahani 1 ont des comportements très proches et sont vraisemblablement les piézomètres les plus représentatifs du plateau de Combani, en raison (i) de l'amplitude élevée du signal entre saison sèche et saison humide (quasiment 10 m), (ii) de la variabilité du signal d'une saison sur l'autre et (iii) de la tendance à la hausse des niveaux piézométriques moyens depuis 1998. Cette hausse des niveaux piézométriques est particulièrement remarquable en ce qui concerne les niveaux d'étiage et pourrait traduire l'influence de la mise en place en amont hydraulique de la retenue collinaire de Combani (remplissage en 1998). 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). Néanmoins cette hypothèse mériterait d'être vérifiée par une étude approfondie.

- ii. les piézomètres de Tsingoni et d'Ourovéni 2 ont des comportements assez voisins, à savoir des fluctuations d'amplitude relativement faibles et une variabilité de signal relativement constante d'une année sur l'autre. La tendance moyenne des niveaux de l'aquifère ne semble pas traduire une influence visible de la création de la retenue collinaire
- iii. le piézomètre de Kahani 2 semble avoir un comportement piézométrique très différent. En raison des arguments avancés précédemment, il est préférable de le laisser à l'écart et de ne pas l'utiliser comme indicateur.

L'ensemble de ces observations conforte le choix des piézomètres d'Ourovéni 2, de Digo et de Kahani 1 comme indicateurs des comportements hydrogéologiques distincts de la masse d'eau du Digo mais aussi de la masse d'eau du M'tsapéré.

d) Les piézomètres représentatifs de la masse d'eau du Complexe du Nord (9601)

Le piézomètre de Mtsangamouji 8p (12306X0011/TSAN1) : ce forage recouperait le substratum altéré peu perméable (cf. rapport BRGM R35165 REU 4S 92). Les forages 12306X0016/MTSAN2 et 12306X0017/MTSAN1 actuellement en exploitation seraient dans des formations plus perméables sus-jacentes. Il manque une synthèse hydrogéologique développée sur le secteur qui permettrait de vérifier la représentativité des données piézométriques pour le moins particulières, surtout depuis que les forages voisins sont exploités (cf. Illustration 14).

L'intégration de cet ouvrage dans le réseau DCE doit pour l'instant être évitée en l'absence d'études complémentaires.

Le piézomètre de Mtsangamouji Massimoni (12306X0045/MTSA) : le rapport correspondant suggère bien que le forage recoupe des formations à rattacher à un « substratum », au moins local, ces formations étant peu perméables. Ce forage n'a jamais été réellement suivi : des défauts techniques ont eu lieu lors de sa réalisation (le train de tige serait tombé lors de la foration). Les arguments pour l'intégrer dans le réseau de surveillance sont faibles.

Le piézomètre de Dzoumognè 2 (code BSS à venir) : cet ouvrage devra être intégré dans le réseau de surveillance DCE, dans l'hypothèse où les niveaux statiques ne sont pas trop influencés par les variations de niveaux de la retenue collinaire. Bien que située en aval hydraulique du piézomètre, les fluctuations de celle-ci peuvent conditionner les écoulements en amont en freinant le drainage des unités aquifères.

Les arguments de son intégration au réseau DCE sont les suivants ; (i) emplacement du piézomètre au cœur de la masse géologique de l'édifice volcanique du Nord (cf. coupe géologique prévisionnelle en Illustration 13), (ii) relativement éloigné des ouvrages exploités, et (iii) l'ouvrage est neuf et de bonne qualité. L'ancien forage de **Dzoumognè 1 (BSS 12302X0017/DZOU1)** aujourd'hui hors d'usage (cf. Illustration 14) témoigne du potentiel hydrogéologique du secteur et de sa représentativité avérée à

l'échelle de la masse d'eau, bien que ses niveaux aient été influencés à compter de 2002 suite à la réalisation de la retenue collinaire de Dzoumognè en amont qui a eu pour conséquence l'alimentation soutenue des aquifères avals (De la même manière qu'à Combani, cf. § c)i).

La réalisation de l'ouvrage de Dzoumognè 2 s'inscrit dans la continuité du suivi hydrogéologique du secteur initié par l'ancien piézomètre de Dzoumognè 1.

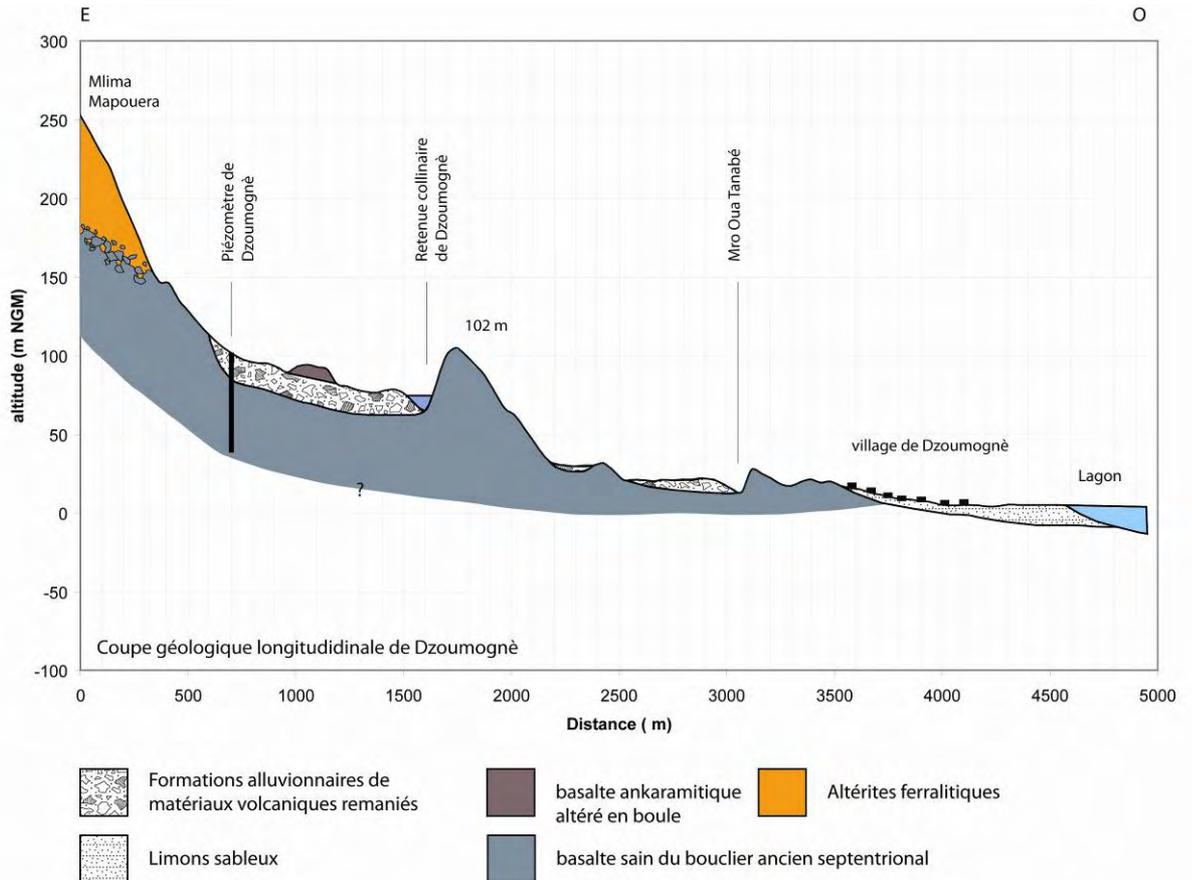


Illustration 13 : Coupe longitudinale prévisionnelle des formations géologiques recoupées lors du forage du piézomètre de Dzoumognè 2.

Le piézomètre de Béja 1 (12306X0014/BEJA1) : en raison de la mise en exploitation prochaine du forage de Béja 2 situé à quelques mètres seulement, il est préférable de ne pas proposer cet ouvrage comme piézomètre de référence DCE, bien que la représentativité des mesures de cet ouvrage soit avérée (cf. Illustration 14) pour la masse d'eau du complexe du Nord.

Au regard des variations figurées sur l'illustration 14, il est possible de distinguer quelques éléments sommaires de fonctionnement de la masse d'eau :

- i. L'amplitude des variations piézométriques annuelles est relativement faible (de l'ordre de 2 m au maximum comme en témoignent les ouvrages de Béja 1 et de l'ancien forage de Dzoumogné 1)
- ii. La variabilité du signal piézométrique est relativement constante d'une année sur l'autre. Par ailleurs les pentes de recharge des aquifères de Béja 1 et de Dzoumogné sont peu prononcées, ce qui traduit une réactivité assez faible des systèmes aquifères
- iii. A contrario, le forage de M'tsangamouji 8p présente une chronique pour la moins particulière : la cyclicité hydrogéologique est difficile à distinguer et l'évolution des niveaux piézométriques moyens depuis les années 92/93 (hausse de + 8 m des niveaux moyens) incite à la plus grande prudence quant à la représentativité des mesures de cet ouvrage. En ce qui concerne le forage de Dzoumogné, la hausse des niveaux moyens depuis 2001/2002 est manifestement imputée à la mise en place de la retenue collinaire qui a eu pour conséquence directe la mise en charge des aquifères sous-jacents et donc une perturbation des cycles hydrogéologiques et de la mesure.

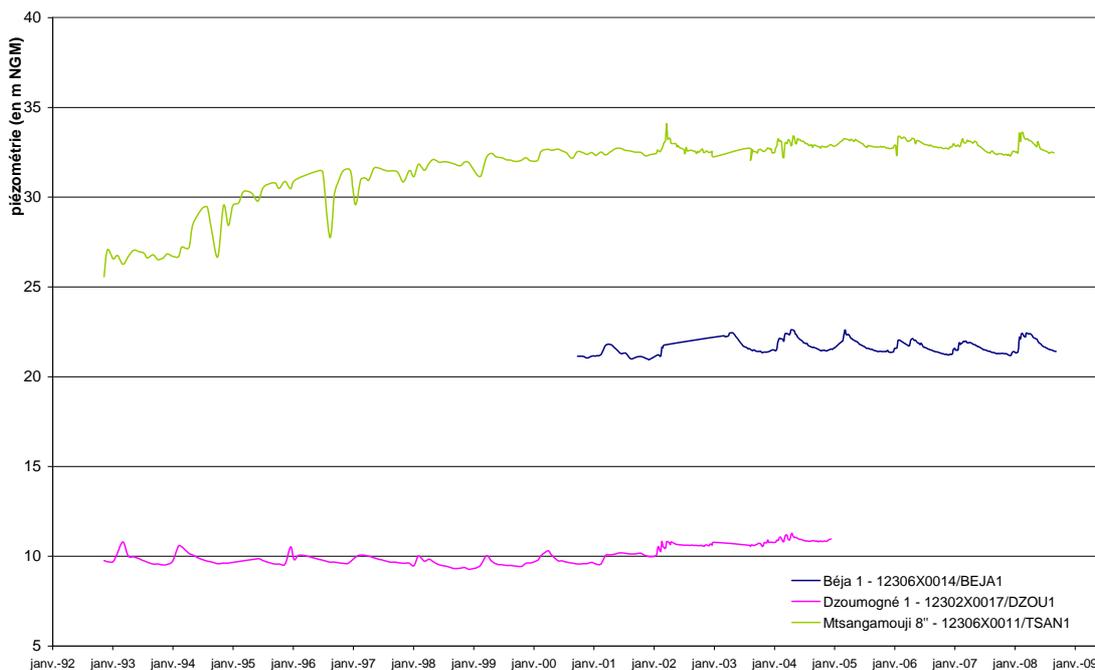


Illustration 14 : Variations piézométriques des piézomètres de la masse d'eau du Complexe du Nord

L'ensemble de ces observations conforte le choix - et ce dans un premier temps - du piézomètre de Dzoumogné 2 comme indicateur du comportement hydrogéologique de la masse d'eau du Complexe du Nord. Les investigations hydrogéologiques futures (programme de reconnaissance hydrogéologique BRGM) permettront de préciser les modalités hydrogéologiques de cette masse d'eau et - peut être - d'envisager l'usage

d'un autre piézomètre ou d'un piézomètre supplémentaire comme indicateur de remplacement ou complémentaire.

e) Les piézomètres représentatifs de la masse d'eau du Complexe du Sud (9603)

Les piézomètres représentatifs de la masse d'eau du Sud devraient pouvoir caractériser d'une part des séries à rattacher à la phase post-érosionnelle et d'autre part à des formations du bouclier (Debeuf - 2004).

En ce qui concerne le secteur nord de cette masse d'eau (cf. § 4.1.4), on dénombre les piézomètres ci-dessous :

Le piézomètre de Dembéni Haut (BSS 12313X0034/DEMHAU) : ce piézomètre pourrait intégrer le réseau de surveillance quantitatif DCE car représentatif des fonctionnements hydrogéologiques de la partie Nord de la masse d'eau du Complexe du Sud (formations que l'on attribue arbitrairement à celles du Bénéra).

Les piézomètres d'Hajangoua 1 & 2 (BSS 12313X0020/HANJ1 et 12313X0031/HAN2) ne sont pas retenus comme candidats potentiels pour la représentativité du fonctionnement hydrogéologique de la partie Nord de la masse d'eau du Complexe du Sud, principalement en raison de leurs comportements hydrogéologiques plus proches de la masse d'eau des Alluvions (cf. Illustration 17 et Illustration 19).

Ces comportements hydrogéologiques se traduisent par :

- i. des variations annuelles d'amplitude relativement élevée (souvent de l'ordre de 5 m entre saison sèche et saison humide) ;
- ii. 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 le secteur Médian de cette masse d'eau (cf. § 4.1.4), on dénombre les piézomètres ci-dessous :

Le piézomètre de Bandrélé Dagoni (12313X0033/BAND) : ce forage semble se situer dans le contexte de la phase post-érosionnelle. Ce piézomètre répond à la majorité des critères lui permettant de trouver sa place dans le réseau de surveillance DCE comme indicateur de ce secteur de la masse d'eau (cf. variations piézométriques en Illustration 17).

Le piézomètre de Poroani 10p (12312X0050/PORO) : ce forage ne capte pas des alluvions récentes, mais des paléo-alluvions perchées. Il recoupe donc des formations rattachées au complexe du Sud et probablement post-érosionnelles. A la lecture de l'illustration 17, le comportement hydrogéologique du piézomètre est très comparable à

celui de Dembéni haut ; ce piézomètre serait donc plutôt représentatif du secteur nord que du secteur médian (cf. ci-dessus)

Il est difficile de se prononcer quant à la représentativité de ce piézomètre en ce qui concerne ce secteur de la masse d'eau (cf. Illustration 17, le comportement hydrogéologique de ce piézomètre semble unique et très éloigné du comportement des autres piézomètres). Il n'est pas retenu comme indicateur pour le réseau DCE.

Le piézomètre de Miréréni 1 (BSS 12312X0034/MRERE1) : le comportement hydrogéologique de l'ouvrage est représentatif de la masse d'eau du Sud, très similaire au comportement de l'ouvrage de Bandrélé Dagoni (cf. Illustration 17). Néanmoins, la mise en exploitation prochaine du forage de Miréréni 2 à quelques mètres seulement incite à la plus grande prudence quant à l'incorporation de ce piézomètre dans le réseau DCE.

Le piézomètre du dispensaire de Mramadoudou (code BSS à venir) : ce nouvel ouvrage devrait recouper une majeure partie des alluvions de la plaine de Chirongui (coupe géologique prévisionnelle en Illustration 15) ainsi que les unités basaltiques profondes, probablement de la phase post-érosionnelle (sup à 30 m) et donc représenter davantage la masse d'eau du Complexe du Sud dans sa partie médiane que celle des alluvions superficielles. Cet ouvrage est à retenir dans le réseau pour les raisons suivantes : (i) isolement par rapport aux ouvrages exploités et position très en amont du bassin (ii) l'ouvrage est neuf et de bonne qualité, et (iii) la ressource de la plaine de Chirongui a un intérêt stratégique certain dans les années à venir, notamment en raison du développement agricole et urbain, d'où la nécessité d'un regard au plus près de la ressource. Ainsi, les forages de Poroani 10p et Bandrélé Dagoni ne sont pas retenus à son profit.

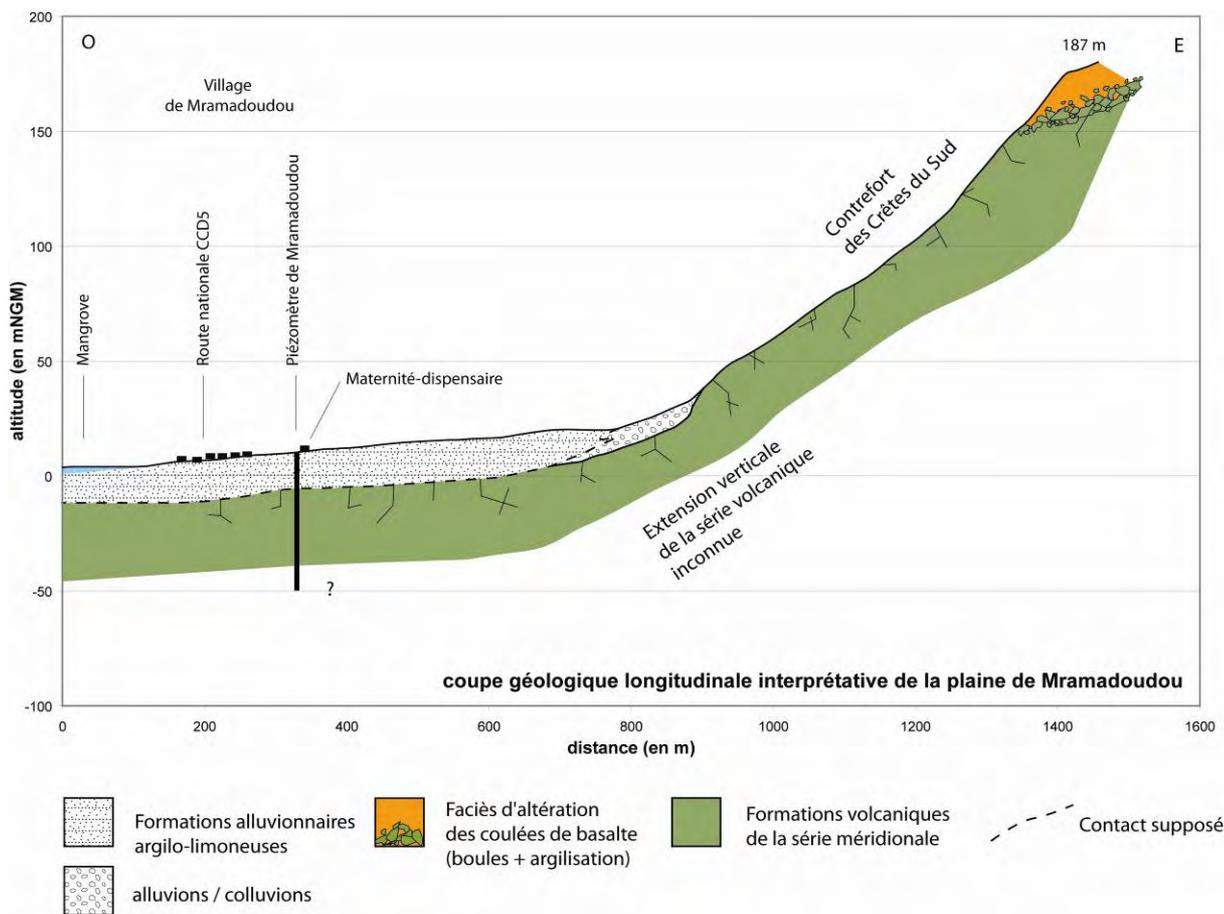


Illustration 15 : Coupe longitudinale prévisionnelle des formations géologiques recoupées lors du forage du piézomètre du dispensaire de Chirongui.

En ce qui concerne le secteur Sud de cette masse d'eau (cf. § 4.1.4), on dénombre les piézomètres suivants :

Le piézomètre de M'ronabéja 1 (BSS 12316X0031/MRO1) : ce piézomètre est situé à quelques mètres seulement du forage d'exploitation de M'ronabéja 2 (non exploité à l'heure actuelle, mais dont la remise en service est certaine) et par conséquent ne peut intégrer le réseau DCE en raison des perturbations piézométriques induites par cette exploitation.

Le piézomètre de Kani-Kéli 2 (code BSS à venir) : ouvrage à intégrer dans le réseau DCE, il s'agit de l'ouvrage le plus méridional de l'île, il se trouve au pied du versant sud du mont Choungui et il est tenu loin des ouvrages exploités ou des sites en perspective d'exploitation (M'ronabéja et Dapani). Cet ouvrage - dont les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques (cf. coupe géologique prévisionnelle en Illustration 16) devraient être similaires à celle de l'ancien piézomètre de Kani-Kéli (BSS 12316X0030/KANIKE, cf. rapport BRGM R35165 REU 4S 92) – serait représentatif des comportements hydrogéologiques de la masse d'eau du Sud et plus précisément de sa partie Sud (cf. § 4.1.4).

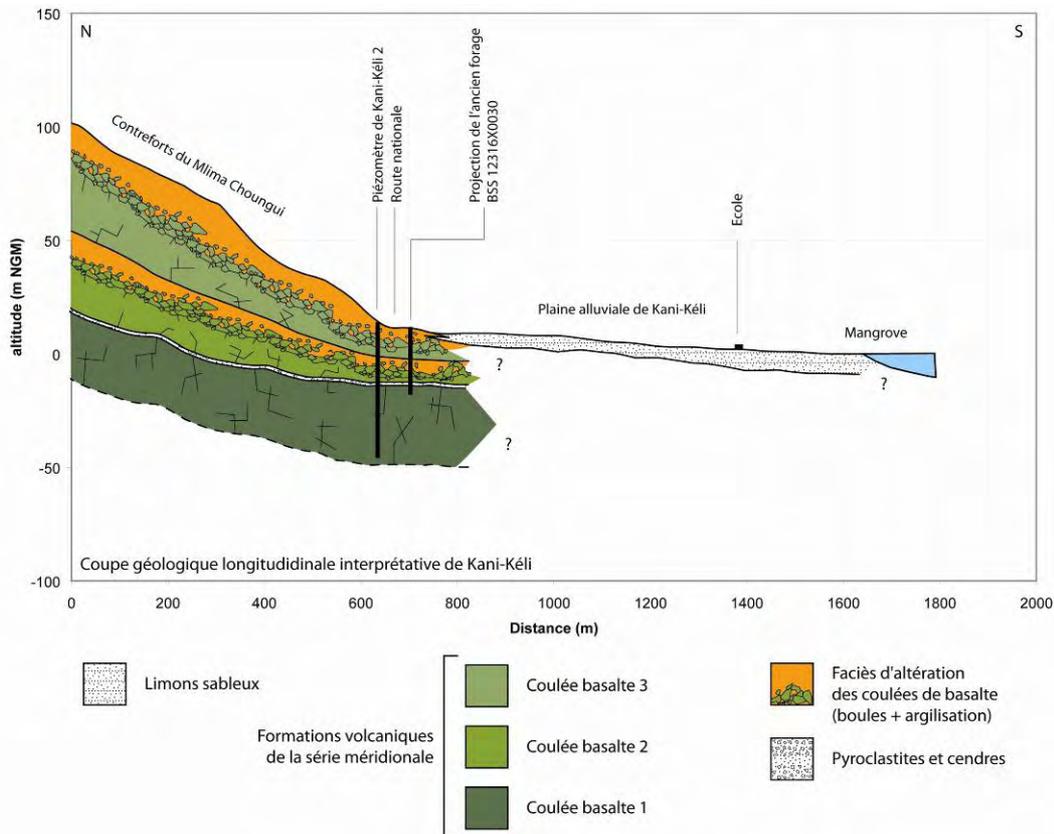


Illustration 16 : Coupe prévisionnelle des formations géologiques recoupées lors du forage du piézomètre de Kani-Kéli 2. Les horizons aquifères les plus significatifs sont les coulées de basalte 1 et 2 dans leur partie saine et en gratons.

En résumé, la lecture de l'illustration 17 conforte les choix réalisés, à savoir :

- i. Le choix d'un piézomètre dans le secteur Nord de la masse d'eau, en l'occurrence celui de Dembéni haut représentatif des formations du Bénara dont le comportement hydrogéologique est aussi illustré par le piézomètre de Poroani, à savoir ; (i) des niveaux piézométriques haut en altitude (>30 m NGM), (ii) des variations piézométriques annuelles de peu d'amplitude (de l'ordre du mètre), (iii) des pente de remontée et de tarissement faibles traduisant des options lentes d'alimentation et de vidange (systèmes aquifères à réactivité moindre).
- ii. Le choix d'un piézomètre dans la partie médiane - celui du dispensaire de Chirongui - dont le comportement hydrogéologique se rapprocherait des ouvrages de Bandrélé Dagoni et Miréréni 1. les chroniques témoignent, (i) de variations annuelles d'amplitude relativement élevée (entre 3 et 5 m selon les années), (ii) d'une réactivité importante lors de la recharge et du tarissement (pente prononcée), ce qui implique des systèmes aquifères plutôt ouverts et perméables.

- iii. Le choix d'un piézomètre dans la partie Sud de la masse d'eau, à savoir celui de Kani-Kéli 2 qui s'explique prioritairement par le manque d'informations hydrogéologiques sur l'ensemble du secteur.

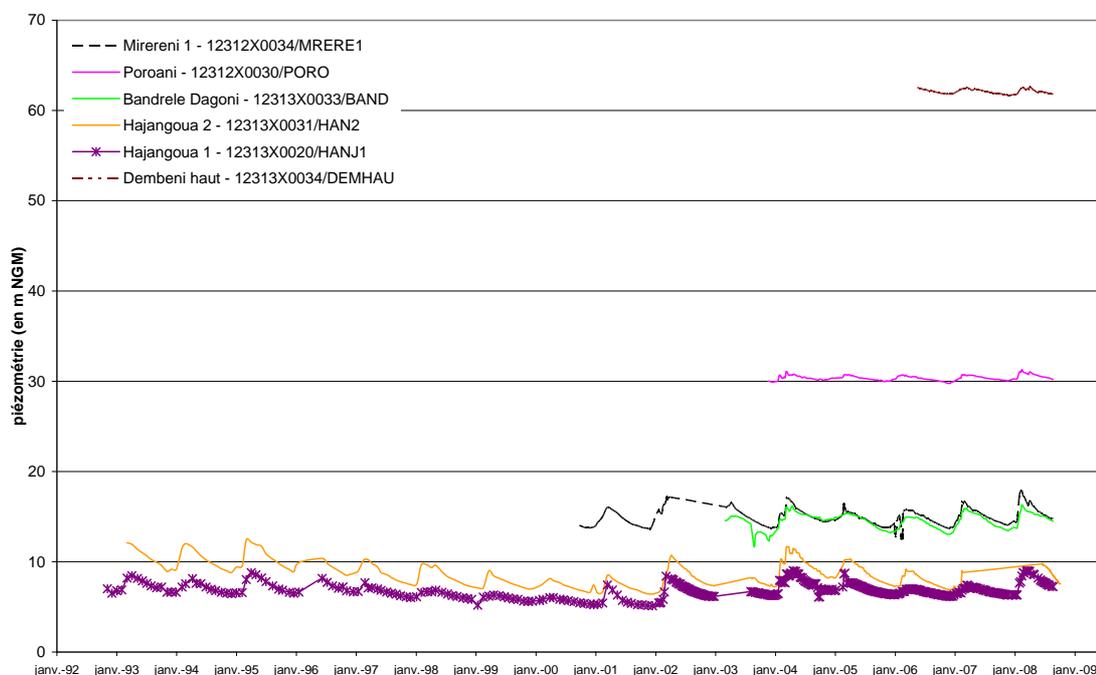


Illustration 17 : Variations piézométriques des piézomètres de la masse d'eau du Complexe du Sud

f) Les piézomètres représentatifs de la masse d'eau des Alluvions (9604) ou du regroupement de toutes les formations alluviales récentes

Le piézomètre de Kawéni 1 10p (12307X0019/KAOUÉ1) : ce piézomètre a fait l'objet d'un suivi épisodique depuis sa réalisation en 1999 et devrait être représentatif de la partie nord du site de Kawéni. Cet ouvrage pouvait intégrer le réseau DCE car plus éloigné des ouvrages en production et en meilleur état. Malheureusement l'accès au forage est délicat en raison de problèmes de propriété. La pérennité de l'ouvrage n'étant pas assurée (il arrive que fréquemment des bennes de terre et de matériaux soient versés dessus) il ne sera pas retenu dans le réseau de surveillance DCE.

Le piézomètre de Kawéni 1 8p (12307X0011/KAWE1) : cet ouvrage sera intégré dans le réseau DCE, puisque représentatif de la partie sud du cratère de Kawéni. Les valeurs de perméabilité sont en accord avec les autres secteurs investigués, la profondeur de l'ouvrage et sa hauteur crépinée sont importantes et les niveaux et fluctuations piézométriques sont voisins des autres ouvrages - cf. rapport BRGM R35165 REU 4S 92 - et notamment du piézomètre de **Kawéni 2 8p (12307X0012/KAWE2)** aujourd'hui hors d'usage (cf. Illustration 18). Les seuls

inconvenients à opposer sont : que l'ouvrage de Kawéni 1 8p est dans un état de dégradation important, sur un site exposé (casse automobile) et il se situe un peu trop près des ouvrages actuellement exploités. Malheureusement, l'absence d'ouvrage de substitution implique d'office son intégration dans le réseau. On notera cependant que des travaux de réhabilitation sont à l'étude afin de pérenniser ce point.

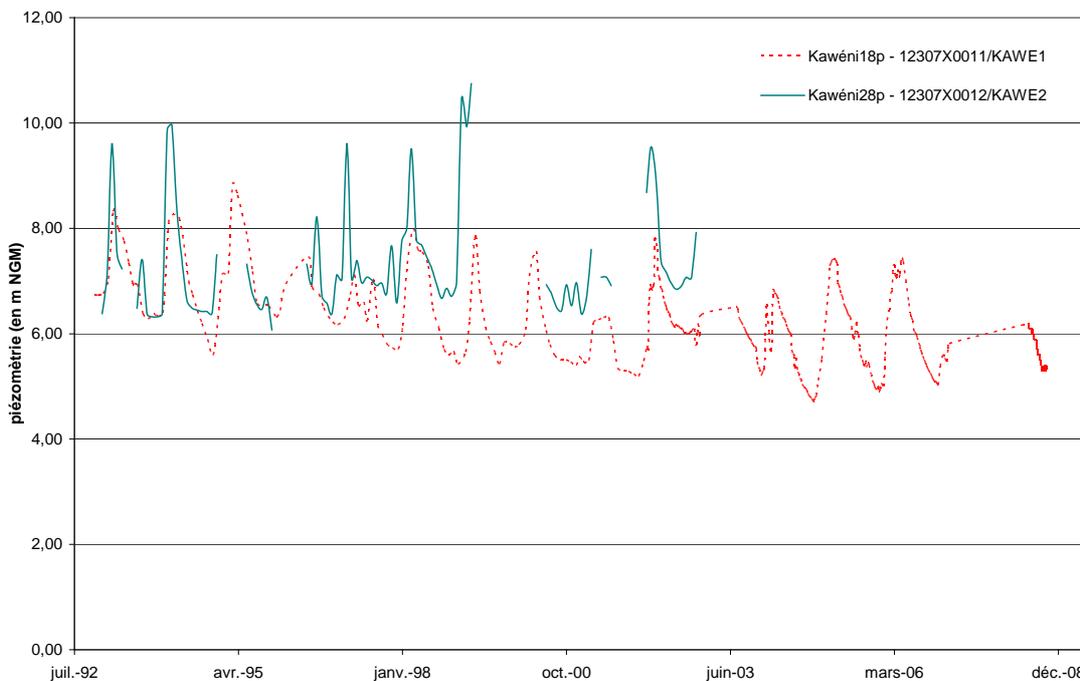


Illustration 18 : Variations piézométriques des piézomètres de la nappe alluviale de Kawéni. La quantité et la qualité des mesures de l'ouvrage de Kawéni 2 8p sont malheureusement insuffisantes.

A la lecture de l'illustration 18, il est possible d'avancer les éléments de comportement hydrogéologique suivants :

- L'amplitude des variations piézométriques annuelles à cet endroit de l'aquifère est en moyenne de 2 m à 2,5 m entre la saison humide et la saison sèche mais peut atteindre 4 m. Cette amplitude est variable d'une année sur l'autre en raison de l'importance de la recharge ;
- Les pentes de remontée et de tarissement des niveaux piézométriques sont relativement raides, il n'est pas rare de remarquer que ces pentes sont souvent voisines et traduisent des modalités de recharge et de vidange plutôt rapides parallèlement à ce qui est observable en illustration 19 ;
- 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 : la baisse des niveaux piézométriques est plus prononcée pour les niveaux en basses eaux qu'en hautes eaux. Cette observation traduit 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. Il est alors possible d'envisager deux facteurs comme responsables de cette baisse ; (i) 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 ou (ii) l'impact des prélèvements hydrauliques par les forages F1, F2 et Kawéni 3 10p. Il faut rappeler ici que les prélèvements de la nappe à hauteur de 30 m³/h entre 1990 et 2002 ont été augmentés à 60 m³/h lors de la mise en service du forage de Kawéni 3 10p en 2002.

Ces observations confirment le choix du piézomètre de Kawéni 1 8p comme indicateur de la masse d'eau des alluvions sur le secteur de Kawéni.

Le piézomètre de Tsararano 1 (12313X0021/TSARA1): (cf. rapport BRGM/RP-50428-FR). Cet ouvrage pourrait être intégré au réseau car bien positionné au sein de la nappe alluviale (les 11 premiers mètres du forage sont des alluvions fluviales). Il faudrait déterminer si les horizons inférieurs appartiennent à la formation du bouclier ou à la phase post érosionnelle. Néanmoins, il faut veiller à l'état de l'ouvrage (crépine qui semble relativement dégradée) et composer avec le risque qu'il soit repris un jour pour un usage, ou qu'un forage soit mis en exploitation à proximité.

L'illustration 19 présente les fluctuations des piézomètres de Tsararano 1 et de Dembéni 1 (BSS 12313X0018/DEMB1), piézomètre aujourd'hui hors d'usage mais qui présentait aussi les critères hydrogéologiques appropriés pour permettre son intégration au réseau DCE. A la lecture des variations, il est possible de retenir les éléments suivants :

- les amplitudes de variations annuelles entre les 2 forages, bien que décalées selon Z, sont très similaires, entre 2 et 2,5 pour une année hydrogéologique moyenne.
- Sur les années comparables, les réactivités de mise en charge et de vidange sont les mêmes sur les 2 piézomètres. Les pentes de tarissement sont identiques (ex en saison sèche de 2004, 2005 et 2006)
- L'évolution globale de la ressource en termes de quantité sur les 2 piézomètres suit la même tendance, à savoir des niveaux piézométriques moyens significativement plus élevés depuis 2003 qu'ils ne l'étaient dans les années précédentes (surtout visible sur Dembéni 1)

Ces observations nous confortent dans le choix du piézomètre de Tsararano 1 comme indicateur de l'évolution de cette nappe alluviale. Par ailleurs, l'ouvrage de Tsararano est retenu comme indicateur de la qualité des eaux souterraines du réseau de surveillance quantitatif DCE (cf. rapport BRGM/RP-56774-FR).

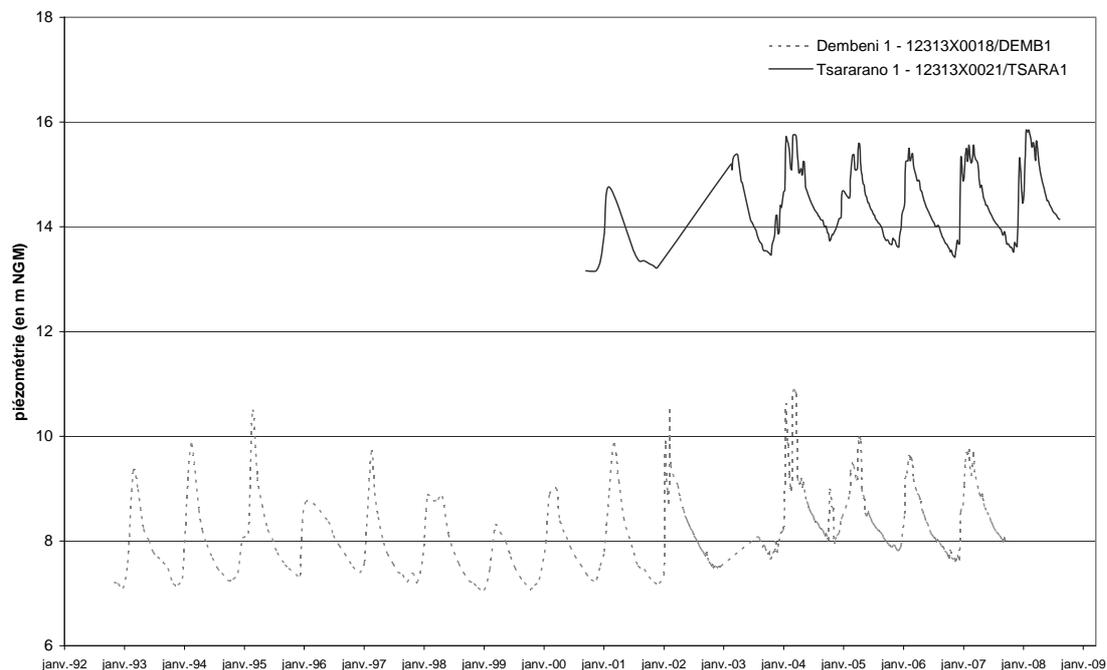


Illustration 19 : Variations piézométriques des piézomètres de la nappe alluviale de Dembéli

4.3. FREQUENCES DE MESURE

En milieu volcanique, la Directive Cadre impose de bancariser dans la banque ADES les données sur les niveaux d'eau au minimum : une mesure/15 jours en cas de masse d'eau peu ou pas sollicitée et une mesure/semaine selon si la masse d'eau fait l'objet de pressions anthropiques conséquentes (cf. § 2.2 et Illustration 2).

Les piézomètres du réseau DCE sont, pour la plupart, des piézomètres du réseau unitaire sous maîtrise d'ouvrage BRGM. Ces piézomètres sont équipés de stations de mesure automatiques qui relèvent 1 mesure/heure. Au même titre, les points du réseau DCE qui n'appartiennent pas à ce réseau unitaire seront automatisés avec une fréquence de suivi horaire.

Sur l'ensemble de ces données ne seront bancarisés dans la banque ADES que les niveaux d'eau correspondant au maximum journalier.

4.4. RECAPITULATIF – LE RESEAU DCE DE MAYOTTE

4.4.1. Les points de référence

La sélection des points pour la constitution du réseau DCE de surveillance quantitatif des eaux souterraines de Mayotte a permis de retenir 10 points sur la base des critères objectifs mentionnés dans les paragraphes précédents (cf. § 4.2 et Illustration 20).

Toutes les masses d'eau souterraine de Mayotte possèdent au minimum 1 piézomètre de surveillance, et seront suivies automatiquement à pas de temps horaire et la valeur piézométrique maximale journalière sera bancarisée dans la banque ADES.

Les masses d'eau de **Petite Terre** et du **Complexe du Nord** possèdent 1 piézomètre chacune.

La masse d'eau du **Complexe du Sud** se voit attribuer 3 piézomètres indicateurs du comportement hydrogéologique de cette masse d'eau. Ce nombre s'explique principalement par la taille de la masse d'eau, son hétérogénéité mais aussi par le manque d'informations géologiques à notre disposition qui contraint à densifier le suivi de surveillance.

La masse d'eau des **Alluvions** possèdent 2 forages, principalement en raison de son éclatement (secteur de Kawéni et de Tsararano) et de l'importance stratégique de la ressource (notamment à Kawéni avec la baisse significative du niveau de l'aquifère, cf. rapport BRGM/RP-56773-FR).

En raison de l'absence de piézomètre fiable dans la masse d'eau du **massif de M'tsapéré** et des similitudes avec la masse d'eau du **massif de Digo**, les deux entités sont regroupées pour le suivi de surveillance au moyen de trois forages, le premier captant les formations anciennes (Ourovéni 2) ; le second les formations anciennes à récentes du plateau intermédiaire de Combani (Kahani 1) et le dernier les formations volcaniques récentes communes au deux massifs (forage de Digo). La possibilité de la foration prochaine d'un piézomètre attiré à la masse d'eau du M'tsapéré reste envisagée, auquel cas il sera alors possible de considérer la masse d'eau dans son intégrité.

CAMPAGNE	NUMERO BSS	NOM	MO	COMMUNE	Type masse d'eau	Masse d'eau	Code masse d'eau	Rapport de référence
1990/1991	12307X0011/KAWE1	Kawéni 1 8p	BRGM	Mamoudzou	Dominante sédimentaire	Alluvions	9604	R35165 REU 4S 92
1990/1991	12312X0030/KAHA1	Kahani 1	BRGM	Ouangani	Edifice volcanique	Massif de Digo	9602 c	R35165 REU 4S 92
1999/2000	12313X0021/TSARA1	Tsararano 1	DAF	Dembéni	Dominante sédimentaire	Alluvions	9604	BRGM/RP-50428-FR
1999/2000	12307X0023/KOUAL2	Kwalé 2	DAF	Mamoudzou	Edifice volcanique	Massif de M'tsapéré	9602a	BRGM/RP-50428-FR
2004	12306X0012/OURO02	Ourovéni 2	BRGM	Tsingoni	Edifice volcanique	Massif de Digo	9602 c	BRGM/RP-53472-FR
2005/2006	12313X0034/DEMHAU	Dembéni Haut	DAF	Dembéni	Edifice volcanique	Complexe du sud	9603	

Définition du réseau DCE de surveillance quantitative des eaux souterraines de Mayotte

2008	Dzoumognè 2	BRGM	Mtsamboro	Edifice volcanique	Complexe du Nord	9601	BRGM/RP-56779-FR
2008	gymnase Dzaoudzi	BRGM	Dzaoudzi Labattoir	Edifice volcanique	Petite Terre	9602b	BRGM/RP-56783-FR
2008	Digo	BRGM	Tsingoni	Edifice volcanique	Massif de Digo	9602 c	BRGM/RP-56781-FR
2008	Dispensaire de Mramadoudou	BRGM	Chirongui	Edifice volcanique	Complexe du sud	9603	BRGM/RP-56780-FR
2008	Kani Kéli 2	BRGM	Kani-Keli	Edifice volcanique	Complexe du sud	9603	BRGM/RP-56782-FR

Illustration 20 : Tableau récapitulatif des 11 piézomètres composant le réseau de surveillance quantitatif DCE de Mayotte (ouvrages classés par ordre chronologique de campagne)



Illustration 21 : Carte figurative des piézomètres du réseau DCE. Chacune des masses d'eau est suivie par un ou plusieurs piézomètre(s) de référence.

Ainsi, la densité du réseau DCE de surveillance piézométrique des eaux souterraines de Mayotte peut être résumée dans le tableau suivant :

Masse d'eau	Nombre de Piézomètres	Surface de la masse d'eau (en km ²)	Surface couverte par piézomètre (en km ²)
Complexe du Nord : 9601	1	69	69
Petite Terre : 9602b	1	10,6	10,6
Massif de Mtaspiré : 9602a	1	100,5	100,5
Massif de Digo : 9602c	3	44,4	14,7
Complexe du Sud : 9603	3	140	47
Alluvions : 9064	2	3,6	1,8

Illustration 22 : Densité du réseau de surveillance piézométrique des eaux souterraines de Mayotte par masse d'eau

La densité moyenne du réseau de surveillance est bien supérieure à celle préconisée par la DCE dans l'illustration 1 en ce qui concerne :

- les masses d'eau de type volcanique (1/40 km² contre 1/7000 km²) ;
- les masses d'eau alluviale (1/2 km² contre 1/500 km²).

Bien que ce nombre de piézomètres - considérés comme indicateurs de l'état de santé de la ressource en eau souterraine – soit supérieur aux préconisations de la DCE, il n'en reste pas moins que ce nombre n'est pas représentatif de l'état de la ressource dans le détail (par aquifère distinct). Il est donc capital de conserver un parc piézométrique patrimonial qui reflète davantage les enjeux locaux en matière de ressource.

Cela étant, dans le cadre de la DCE cette densité élevée de points de surveillance ainsi qu'une fréquence de mesure appropriée permettront :

- i. **de donner une bonne répartition hydroclimatique et géographique** à l'échelle de Mayotte,
- ii. **de suivre au plus près l'état quantitatif** de la ressource en eau souterraine, particulièrement dans les zones à ressource stratégique (par exemple les aquifères alluviaux de Kawéni, et de Tsararano, la nappe de Chirongui, etc.).
- iii. **d'identifier les tendances évolutives de la ressource.** Les piézomètres sont considérés comme des indicateurs de la masse d'eau, c.à.d. comme des outils de gestion de l'état de la ressource, d'où l'importance de pérenniser autant que possible ces indicateurs afin de disposer des chroniques les plus longues essentielles à toute étude de perspective en matière de ressource.

- iv. **enfin de rapporter à l'Europe** de manière complète et régulière - au moyen de la mise en banque des données – l'état quantitatif de la ressource en eau souterraine.

4.4.2. Inscription du métaréseau DCE

Le réseau de surveillance piézométrique DCE de Mayotte a été initialisé au sein du SIE sous le libellé 1100000002 FRMSOP Surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines du bassin de Mayotte. Les codifications SANDRE des réseaux de suivi des eaux souterraines pour la base DISCEAU (administrée par la DAF de Mayotte) sont données en annexe 5.

5. Conclusion

Sur la base des critères imposés par la Directive Cadre européenne sur l'Eau et des particularités géographiques, climatiques, géologiques et hydrogéologiques du contexte mahorais, la sélection des piézomètres composant le métaréseau de surveillance piézométrique des eaux souterraines de Mayotte a permis de retenir **11 piézomètres représentatifs du fonctionnement hydrogéologique global des systèmes aquifères des 6 masses d'eau souterraine de l'île**. Ces piézomètres seront considérés comme indicateurs de référence de l'état de la ressource au titre de la DCE et viennent en complément du suivi des aquifères et nappes plus locales.

Les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques des masses d'eau et les modalités de sélection des piézomètres ont abouti :

- i. au choix de plusieurs piézomètres de référence par masse d'eau lorsque le nombre de piézomètres disponibles s'avérait adéquat. Ce choix s'explique notamment par la petite taille des aquifères et l'extrême hétérogénéité des comportements hydrogéologiques.
- ii. à confirmer l'implantation des 5 nouveaux piézomètres intégrés au réseau DCE sur les critères considérés comme les plus judicieux en matière de surveillance piézométrique : importance stratégique de la ressource, densité des points d'informations, etc.

Le réseau de surveillance piézométrique DCE, dans son fonctionnement final, sera mis en place au premier semestre 2009.

6. Bibliographie

ASCONIT, bureau d'études (2006) – Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) de Mayotte. Etat des lieux et définition des problèmes principaux. *Directive Cadre européenne sur l'Eau – Préfecture de Mayotte, Direction de l'Agriculture et de la forêt de Mayotte.*

Circulaire DCE 2003/07 relative au cahier des charges pour l'évolution des réseaux de surveillance des eaux souterraines en France, en application de la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

Circulaire DCE n° 2005-14 du 26 octobre 2005 relative à la surveillance des eaux souterraines en France, en application de la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau

Debeuf D. (2004) – Etude de l'évolution volcano-structurale et magmatique de Mayotte (Archipel des Comores, Océan Indien) – Thèse de 3^{ème} cycle de l'Université de la Réunion, 277 p.

Dictionnaire des données – Dispositifs de collecte (Version 2.1) – SANDRE 2008

Guilbert M., Aunay B., Lachassagne P., Malard A., Mathieu F. (2008) – Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite-Terre et de Tsoundzou-Koungou. Rapport BRGM/RP-56600-FR, 79 p., 29 ill. et 8 ann.

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., 10 tab., 6 ann.

Jourdain T., Maurillon N., Mouron R. (2002) – Approche géologique et hydrogéologique des ensembles volcaniques de Grande Terre (Ile de Mayotte). Rapport BRGM/RP-52193-FR, 80 p., 17 fig., 8 tab., 5 ann.

Lachassagne P., Cruchet M., Daesslé M., Lebon D. (2000) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte. Campagne prioritaire d'études et de forages de reconnaissance / d'exploitation (juin 1999 – octobre 2000). Compte rendu des travaux et principaux résultats géologiques et hydrogéologiques. Rap. BRGM/RP-50428-FR – 2000 SGR/MAY 33, 20 p., 2 fig., 4 tabl., 14 ann.

L. Stieljes, J-M. Cantagrel, J. Nougier *et al* (1988) – Carte géologique de Mayotte (Archipel des Comores). Echelle : 1 / 50 000, Collectivité Territoriale de Mayotte. Orléans : BRGM.

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., Winckel A. (2008) – Définition des réseaux de surveillance DCE de la qualité des eaux souterraines, de surface et côtière de Mayotte – BRGM/RP-56774-FR.

Petit V., Frissant N., Euchet G., Lachassagne P. (2004) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte – Campagne 2004 – Forage 1230-7X-0100 (Kwalé 3). BRGM/RP-53471-FR, 89 p., 13 illustrations, 4 annexes.

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

Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de Mayotte. Etat des lieux et définition des problèmes principaux. 3 tomes, synthèse + atlas cartographique. ASCONIT 2006.

Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de Mayotte. Consolidation de l'état des lieux. ASCONIT-SOGREAH. Juillet 2008.

Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de Mayotte. Avant projet de SDAGE. ASCONIT-SOGREAH. Novembre 2008.

Annexe 1

Compte rendu de la réunion DAF/BRGM du 25 janvier 2008 relative à la convention biennale ONEMA/BRGM 2008/2009

COMPTE RENDU DE RÉUNION	
Projet : Réseau piézométrique et réseau qualité	Numéro :
Objet : Convention biennale ONEMA-BRGM 2008/2009	
Date : 25 janvier 2008	Lieu : Mamoudzou
Participants : DAF : Gilles CREUZOT, Anil AKBARALY BRGM : Pascal PUVILLAND, Maud GUILBERT	
Absents :	
Diffusion : DAF, BRGM	

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS
<p>1. Objet de la réunion</p> <p>Suite à la réunion entre l'ONEMA et le BRGM qui avait pour objet la convention biennale ONEMA-BRGM 2008-2009, l'ONEMA a demandé au BRGM d'engager certaines actions spécifiques dans les DOM-COM. Dans le contexte de Mayotte, il s'agit de faire une proposition construite avec la DAF sur la définition du réseau de surveillance de Mayotte (eaux souterraines, eau de surface, eaux littorales) en termes de quantité et de qualité. Cette action devra s'appuyer sur les compétences locales déjà mobilisées par la DAF et y associée l'ARDA et l'ARVAM.</p>
<p>2. Réseau piézométrique</p> <p><u>Bilan réseau BRGM-MEDAD :</u></p> <p>Avant d'engager toutes discussions concernant la convention biennale BRGM/ONEMA, la DAF demande au BRGM de faire un bilan sur le fonctionnement du réseau piézométrique MEDAD-BRGM.</p> <p>Ce réseau piézométrique a été mis en place en 2006. 5 piézomètres définissent ce réseau. Ils sont équipés de sonde à acquisition automatique. Les données piézométriques sont stockées au BRGM de Mayotte mais ne sont pas valorisées.</p>

L'appel d'offres pour la réalisation de 5 nouveaux piézomètres est en cours de lancement. Les zones de forage ont été définies, mais pas les emplacements précis des forages.

Convention ONEMA-BRGM :

Pour des raisons de délais écourtés, le budget 2008 alloué à la gestion du réseau piézométrique a été fixé avant cette réunion. Ce budget est de 50 000€.

Le BRGM et la DAF conviennent de rédiger une convention complémentaire à la convention ONEMA-BRGM, en accord avec la CDM au sujet de la gestion du réseau piézométrique. La DAF et le BRGM souhaitent travailler ensemble sur la gestion de ce réseau. Les rôles de chacun seront clairement définis dans le programme technique qui sera rédigé au cours des prochaines réunions de travail.

La DAF veut assurer un service technique stable et pérenne dans la gestion du réseau piézométrique avec un hydrogéologue fixe à Mayotte. Elle rappelle au BRGM que la CDM met à disposition 4 agents techniques à la DAF pour assurer le suivi quantitatif de la ressource dont le suivi piézométrique du réseau de la DAF.

Selon la DAF de Mayotte, l'ONEMA serait représenté par la DAF à Mayotte (c'est une hypothèse).

Le BRGM et la DAF se mettent d'accord pour faire un travail en commun sur la définition d'un réseau piézométrique compatible avec la DCE (choix des points, diversité des aquifères, zone à enjeu, etc.).

Une réunion de travail est organisée à ce sujet entre les ingénieurs du BRGM et de la DAF. L'objet de cette réunion est donc de définir les actions qui seront menées en 2008 à partir du budget alloué pour la gestion du réseau piézométrique et d'analyser les opérations à mener en 2009 afin de définir les clauses techniques et financières pour 2009.

Base de données :

La DAF et le BRGM reconnaissent qu'il y a urgence à bancariser les données sous ADES afin d'être conforme au SIE (Système d'Information sur l'Eau). La DAF possède plusieurs années de données sur plusieurs piézomètres et le BRGM une année de données sur 5 piézomètres. Les données de la DAF sont actuellement stockées sous forme de fichiers Excel. Elle a fait l'acquisition en décembre 2007 de l'outil SIES utilisé par plusieurs SGR et DIREN.

Référentiel hydrogéologique :

La DAF demande où en est la définition du référentiel hydrogéologique à Mayotte. Le BRGM répond qu'aucune étude n'a été réalisée à ce jour sur la définition du référentiel hydrogéologique de Mayotte.

3. Réseau qualité

L'objet de la convention est d'établir une note technique et financière pour la définition d'un réseau de surveillance qualité des eaux de surface, des eaux littorales, et des eaux souterraines.

Le BRGM a contacté l'ARDA pour rédiger une note technique et financière sur la définition d'un suivi de la qualité des eaux surfaces, volet poissons et macro-invertébrés.

Le BRGM se chargera de contacter l'ARVAM pour lui demander de rédiger une note technique et financière sur la définition d'un suivi de la qualité des eaux littorales.

Dans l'optique de mieux définir les actions à mener quant à la définition d'un réseau de surveillance qualité à Mayotte, le BRGM et la DAF se réuniront afin de dresser un bilan de tout ce qui a été fait d'un point de vue du suivi de la qualité des eaux souterraines et de surface à Mayotte.

Le BRGM et la DAF se chargeront de récupérer auprès des différents acteurs de l'eau (DASS, SOGEA, etc.) les données qualités nécessaires à la définition de ce réseau.

Suite aux différentes réunions de travail organisées à ce sujet, une première estimation technique et financière du réseau qualité "à minima " sera réalisée pour les années 2008-2009, en signalant que ce réseau sera susceptible d'évoluer avec le temps.

Action	Responsable	Délai	Soldé
Réunion de travail DAF-BRGM : " Définition du réseau piézométrique de Mayotte"; rédaction de la note technique et financière nécessaire à la définition du budget 2009 qui sera alloué à Mayotte.	M. GUILBERT A. AKBARALY	Mi-février 2008	
Réunion de travail DAF-BRGM : "Définition du réseau qualité de Mayotte" ; rédaction de la note technique et financière nécessaire à la définition du budget 2008-2009 qui sera alloué à Mayotte.	M. GUILBERT A. AKBARALY	Mi-février 2008	

Annexe 2

Compte rendu de la réunion de travail DAF/BRGM du 10 novembre 2008 sur la définition des points du réseau de surveillance piézométrique DCE de Mayotte

COMPTE RENDU DE RÉUNION	
Projet : réseau de surveillance piézométrique DCE des eaux souterraines de Mayotte	
Objet : Mise au point du réseau de surveillance piézométrique DCE	
Date : 10 novembre 2008	Lieu : DAF Mayotte
Participants : Gilles Creuzot (DAF/SE), Anil Akbaraly (DAF/SE), Arnauld Malard (BRGM), Charles Cluzet (DAF/SE)	
Absents :	
Diffusion : DAF/BRGM	

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

L'objet de la réunion du lundi 10 novembre 2008 portait sur la validation du réseau piézométrique DCE de surveillance des masses d'eau.

Une 1^{ère} concertation portant sur la composition des points du réseau DCE avait été réalisée suite à la réunion du 25 janvier 2008. Par la suite, les modifications apportées à la carte de délimitation des masses d'eau, la réactualisation des piézomètres en service ainsi que le positionnement des 5 nouveaux piézomètres ONEMA/BRGM ont entraîné la reconstitution d'une proposition de réseau de surveillance.

Ce présent compte rendu figurera en annexe du rapport de définition du réseau de surveillance piézométrique de Mayotte (rapport BRGM/RP-56772-FR)

Ont été approuvés lors de la réunion :

1. La carte de délimitation des masses d'eau figurant dans la consolidation de l'état des lieux du SDAGE de juillet 2008. Les modifications dans le tracé des délimitations ont été apportées en leur temps par la DAF et le BRGM. La carte actuellement en cours de validation préfectorale devient donc la carte de référence pour le choix des points du réseau de surveillance.
2. La proposition de réseau DCE composé des 8 ouvrages auxquels sera ajouté le

piézomètre de Dembéni Haut pour la représentativité de la masse d'eau du complexe du Sud dans sa partie nord.

Néanmoins des remarques ont été apportées sur : (i) la représentativité du piézomètre de Dzoumognè 2 du fait de la présence de la retenue collinaire en aval, (ii) sur l'emplacement du piézomètre du Digo à cheval sur les masses d'eau du M'tsapéré et du Digo, d'où la confusion possible sur la nature de l'aquifère recoupé. Cette nuance n'a finalement qu'une incidence légère dans le sens où les masses d'eau du Digo et du M'tsapéré seront regroupées pour le suivi de surveillance

3. le regroupement de la masse d'eau du Digo et du M'tsapéré pour le suivi de surveillance en raison : du déficit de piézomètre représentatif de la masse d'eau du M'tsapéré et des similitudes en termes de structuration géologique et de comportement hydrogéologique entre les deux édifices.
4. le fait que la DAF est disposée à équiper de sondes automatiques les ouvrages de Dembéni haut et de Tsararano 1 dans le cadre du réseau de surveillance. La réfection des têtes de piézomètres est en cours sur une partie des ouvrages les plus anciens

La DAF apporte ses remarques sur :

1. La nécessité de la composition rigoureuse du réseau DCE en prenant en compte notamment le développement à venir de l'utilisation de la ressource en eau souterraine. Des efforts particuliers seront apportés au rapport de définition du réseau DCE (BRGM/RP-56772-FR) et les points du réseau argumentés au sens de leur intérêt vis-à-vis de la DCE.
2. La question de la pertinence d'une mesure/heure sur les piézomètres suivis à l'heure actuelle. A son sens il serait nécessaire de vérifier cette pertinence et - au besoin – d'ajuster la mesure à un pas de temps plus adapté, notamment par rapport à la fiabilité du matériel et son utilisation en milieu tropical et aussi par rapport à la gestion des données conséquente à cette fréquence de mesure. Cette remarque est valable pour le réseau DCE.

NB : à la suite d'un email adressé aux participants à cette réunion (email daté du 13/11/08 intitulé « réseau DCE »), décision a été prise de porter à 10 le nombre de piézomètres DCE par l'ajout du piézomètre de Kahani 1(12312X0030) dont la représentativité du comportement hydrogéologique des formations du plateau de Combani ne fait pas de doute et traduit une importance haute au regard de la ressource en eau potentielle et à sa surveillance.

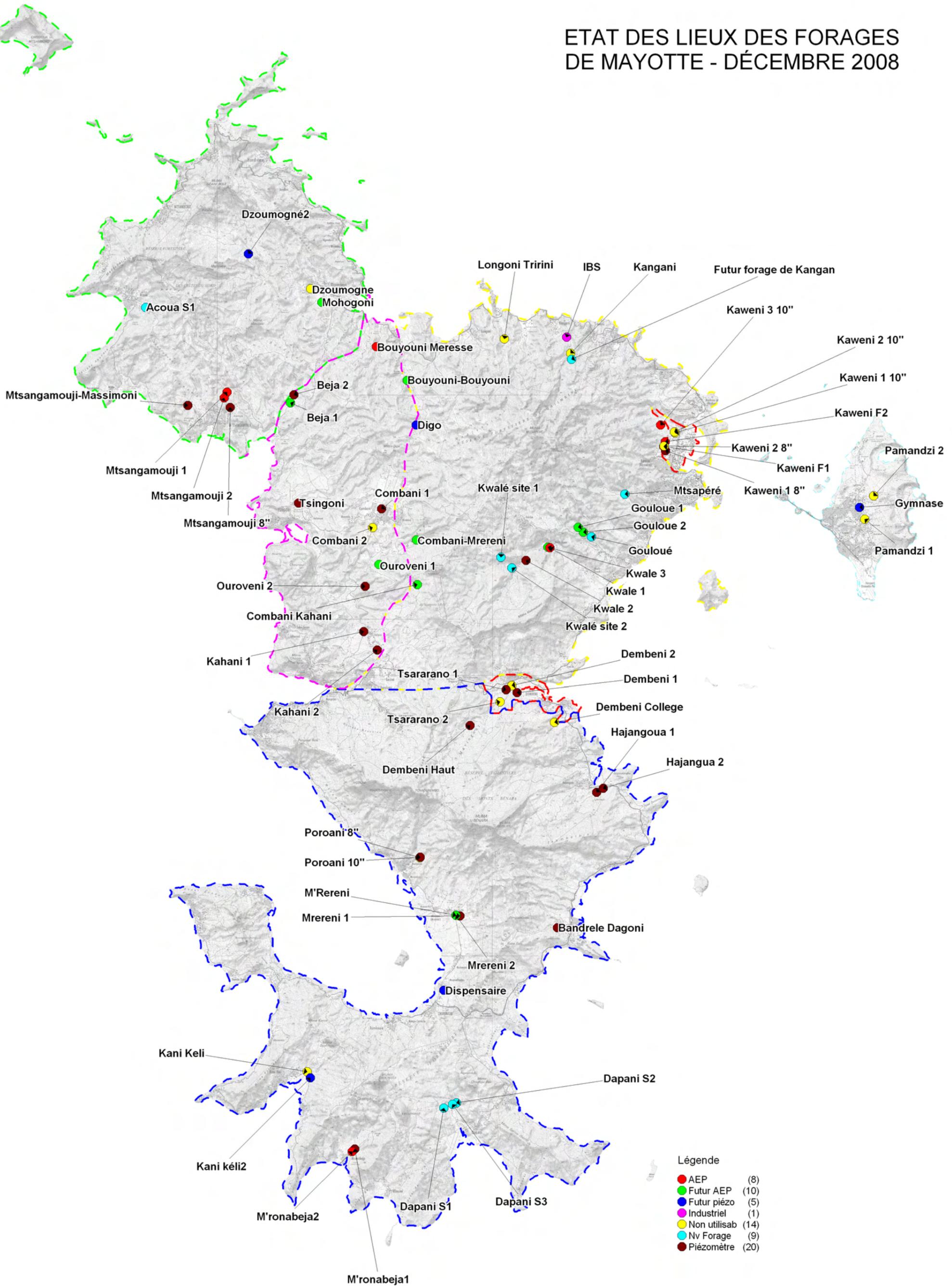
Action	Responsable	Délai	Soldé
--------	-------------	-------	-------

- Rédaction du rapport de définition du réseau DCE de surveillance des eaux souterraine de Mayotte	BRGM	Très rapidement	
--	------	-----------------	--

Annexe 3

Localisation des forages de Mayotte, toutes utilisations confondues

ETAT DES LIEUX DES FORAGES DE MAYOTTE - DÉCEMBRE 2008



Annexe 4

Informations synthétiques, localisation et coupes techniques des forages du réseau DCE de surveillance quantitative des eaux souterraines

Définition du réseau DCE de surveillance quantitative des eaux souterraines de Mayotte

Tableau récapitulatif des piézomètres du réseau DCE de surveillance piézométrique de Mayotte

Campagne de forage	Identifiant BSS*	Désignation (nom de l'ouvrage)	Commune	Coordonnées		Altitude (en m NGM)	Profondeur de l'ouvrage (en m)	Niveau d'eau mesuré			ETAT / UTILISATION	Données piézométriques ***	Potentiel d'exploitation	Position de la crépine (profondeur en m)	Qualité des eaux du forage	Masse d'eau
				X (Comb 50)	Y (Comb 50)			altitude de l'eau (en m NGM)	profondeur de l'eau (en m/sol)	date de la mesure **						
1990-1991	12307X0011	Kaweni 1 8"	Mamoudzou	523 764	8 588 653	13,0	50,0	9,0	4,0	03/03/1990	Piézomètre	1992-2008†	<5 m3/h	10,5 à 50	Manque d'informations	Alluvions
1990-1992	12312X0030	Kahani 1	Ouangani	514 081	8 582 433	116,18	45,0	107,6	8,6	03/04/1990	Piézomètre	1992-2008†	<6 m3/h	8,5 à 45	Manque d'informations	Massif de Digo
1999-2000	12307X0023	Kwale 2	Mamoudzou	519 182	8 585 038	75,0	70,0	65,5	9,5	07/09/2000	Piézomètre	2000-2008†	<5 m3/h	35,21 à 49,15	Manque d'informations	Massif de M'tsapéré
1999-2000	12313X0021	Tsararano 1	Dembeni	518 530	8 580 800	16,00	49,6	13,5	2,5	26/04/2000	Piézomètre	2000-2008†	8 m3/h	26,51 à 48,75	Manque d'informations	Alluvions
2004	12306X0012	Ouroveni 2	Tsingoni	514 170	8 583 912	55,0	100,5	49,0	6,0	02/06/2005	Piézomètre	2005-2008†	5-10 m3/h	12,52 à 15,35 - 29,64 à 35,35 et 43,96 à 53,6	Eau de qualité standard	Massif de Digo
2005-2006	12313X0034	Dembeni Haut	Dembeni	517 340	8 579 630	88,00	86,0	68,0	20,0	17/01/2006	Piézomètre	2006-2008†	8 m 3/h	33,44 à 69,76 71,64 à 77,38	Manque d'informations	Complexe du sud
2008		Dzoumogné II	Mtsamboro	510 060	8 595 111		60,0				Piézomètre				Manque d'informations	Complexe du Nord
2008		Gymnase Dzaoudzi	Dzaoudzi-Labattoir	530 137	8 586 783		60,0				Piézomètre				Manque d'informations	Petite Terre
2008		Kani Kéli II	Kani-Keli	512 103	8 568 045		60,0				Piézomètre				Manque d'informations	Complexe du sud
2008		Digo	Tsingoni	515 575	8 589 489		60,0				Piézomètre				Manque d'informations	Massif de Digo
2008		Dispensaire de Mramadoudou	Chirongui	516 482	8 570 931		60,0				Piézomètre				Manque d'informations	Complexe du sud

* L'identifiant BSS est un code national qui permet d'identifier chaque forage au sein de la Banque de données du Sous Sol <http://infoterre.brgm.fr>

† points qui sont actuellement suivis dans le cadre d'un réseau de surveillance du niveau des nappes souterraines

** La date de la mesure correspond le plus souvent à la date d'achèvement des travaux de forage

*** Les chroniques piézométriques des forages suivis sont disponibles dans la banque de données des eaux souterraines <http://ades.eaufrance.fr>

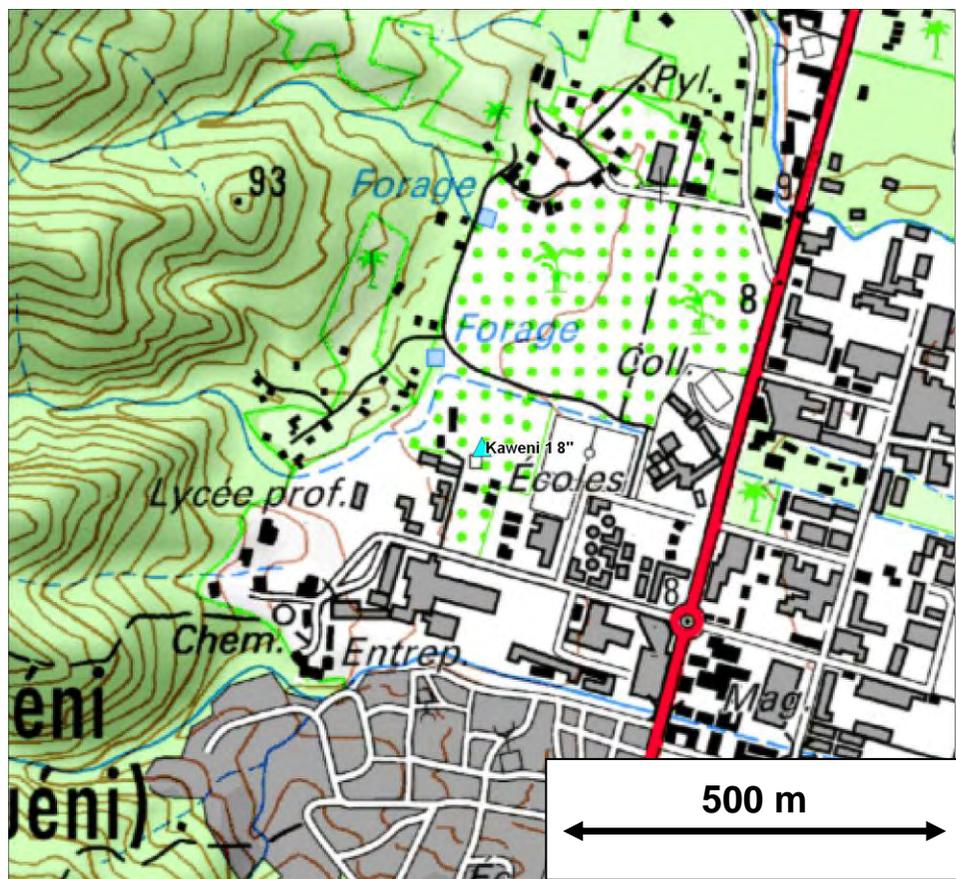
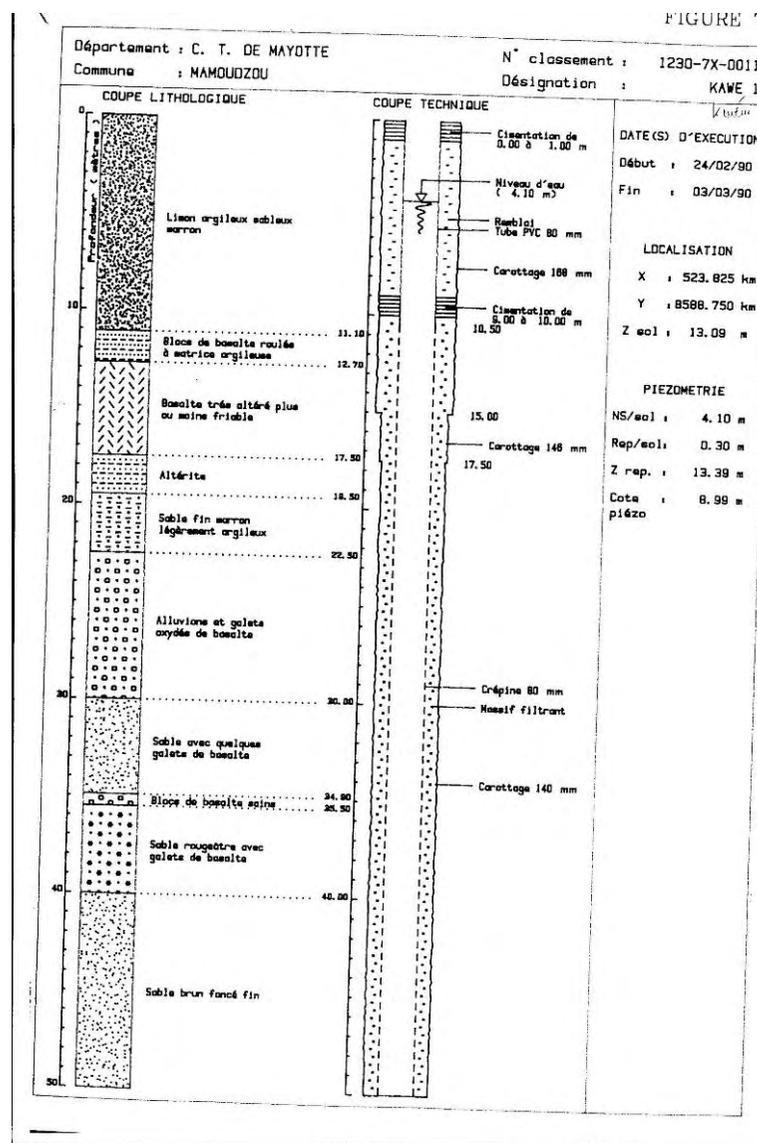


Figure 1 : localisation et coupe technique du piézomètre de Kawéni 1 8p



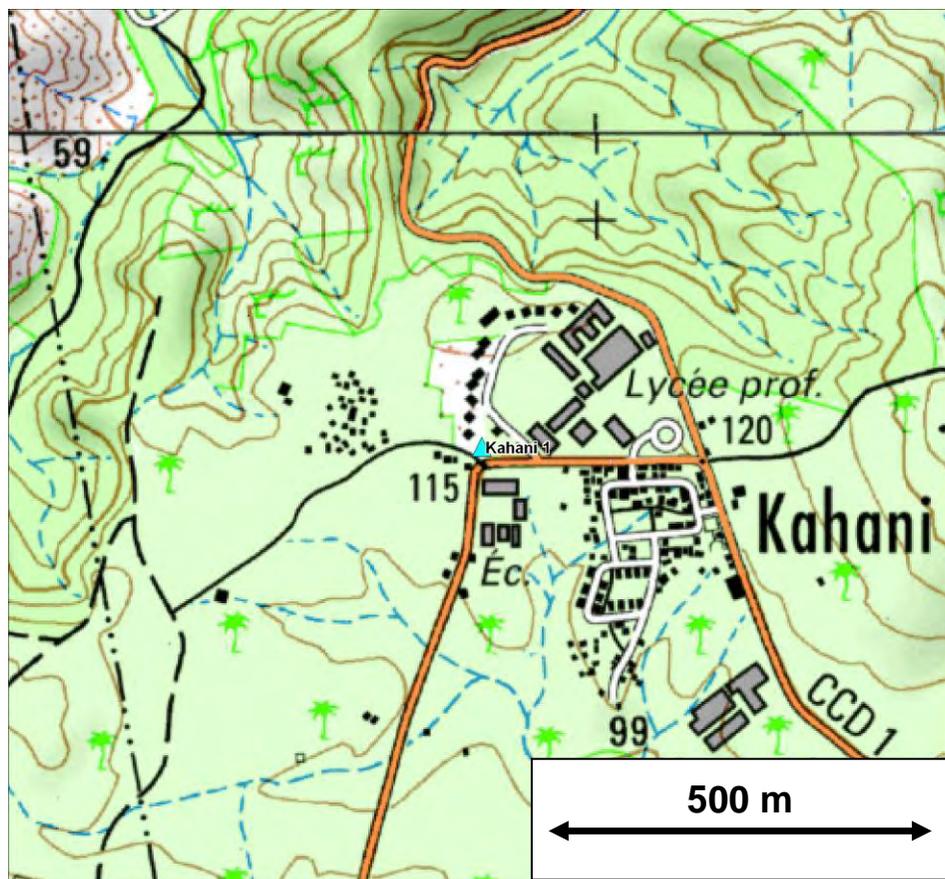
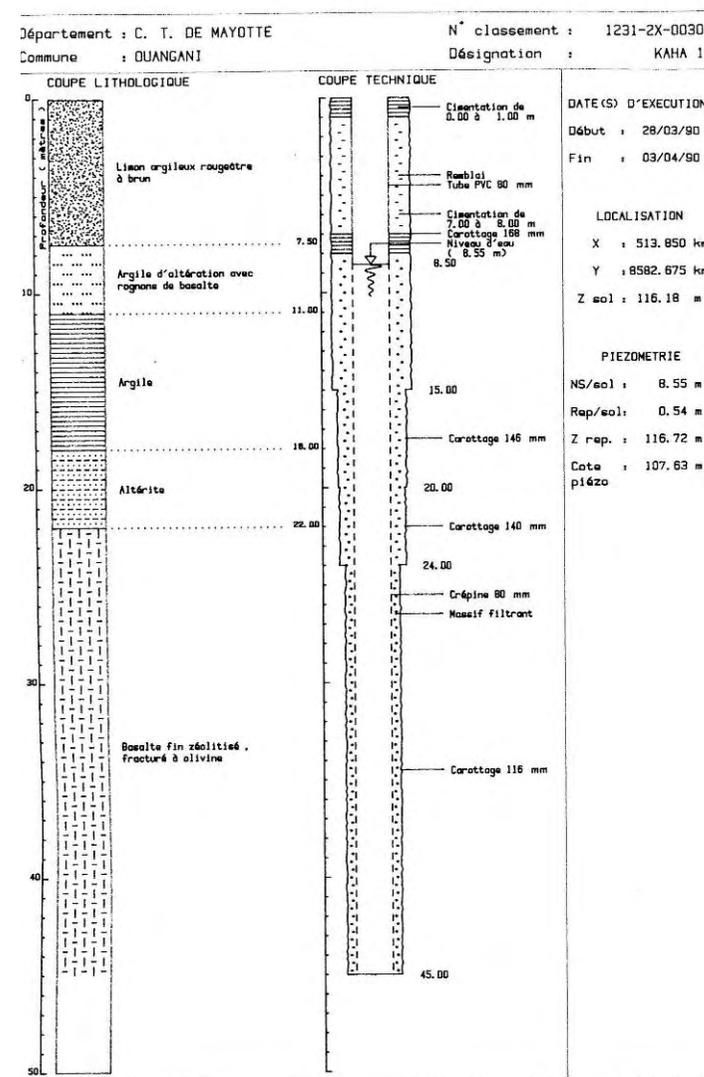


Figure 2 : localisation et coupe technique du piézomètre de Kahani 1



Définition du réseau DCE de surveillance quantitative des eaux souterraines de Mayotte

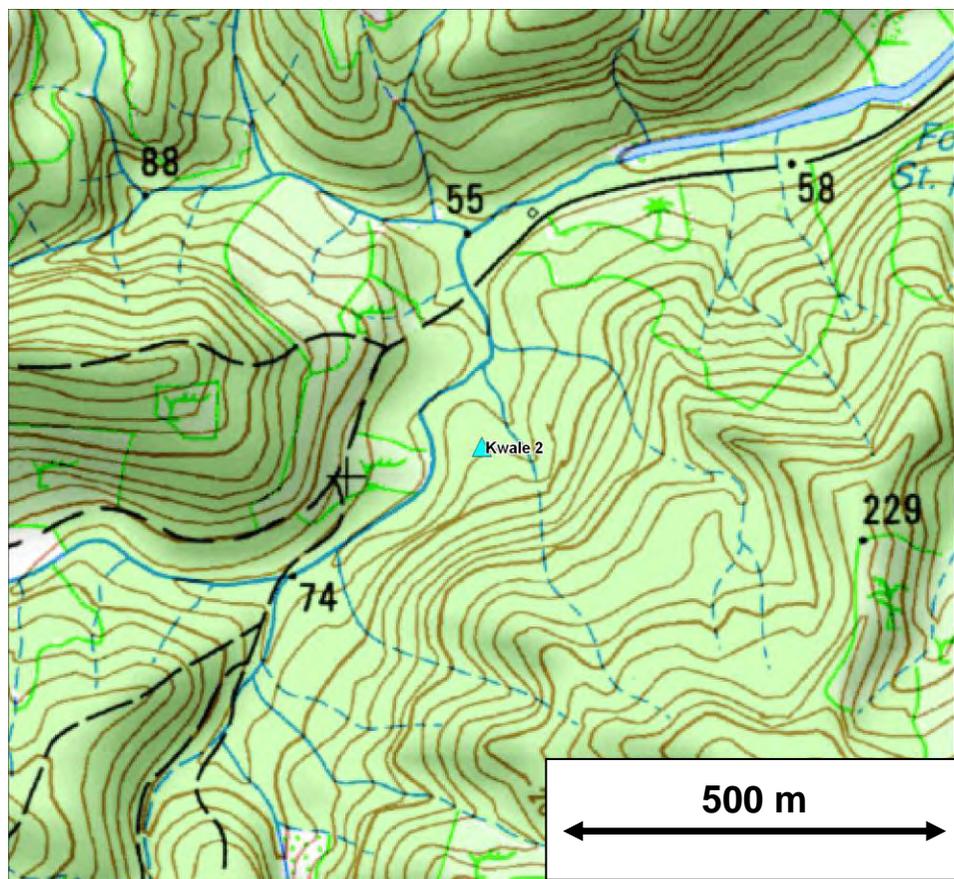
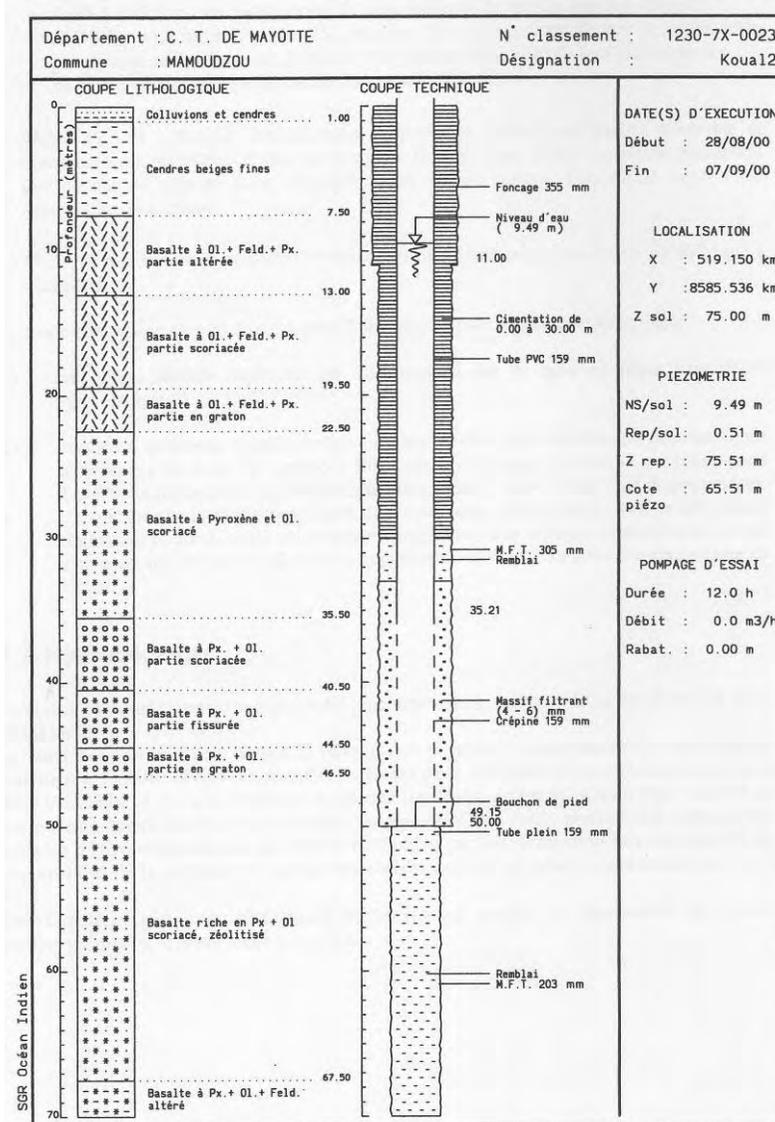


Figure 3 : localisation et coupe technique du piézomètre de Kwale 2



Définition du réseau DCE de surveillance quantitative des eaux souterraines de Mayotte

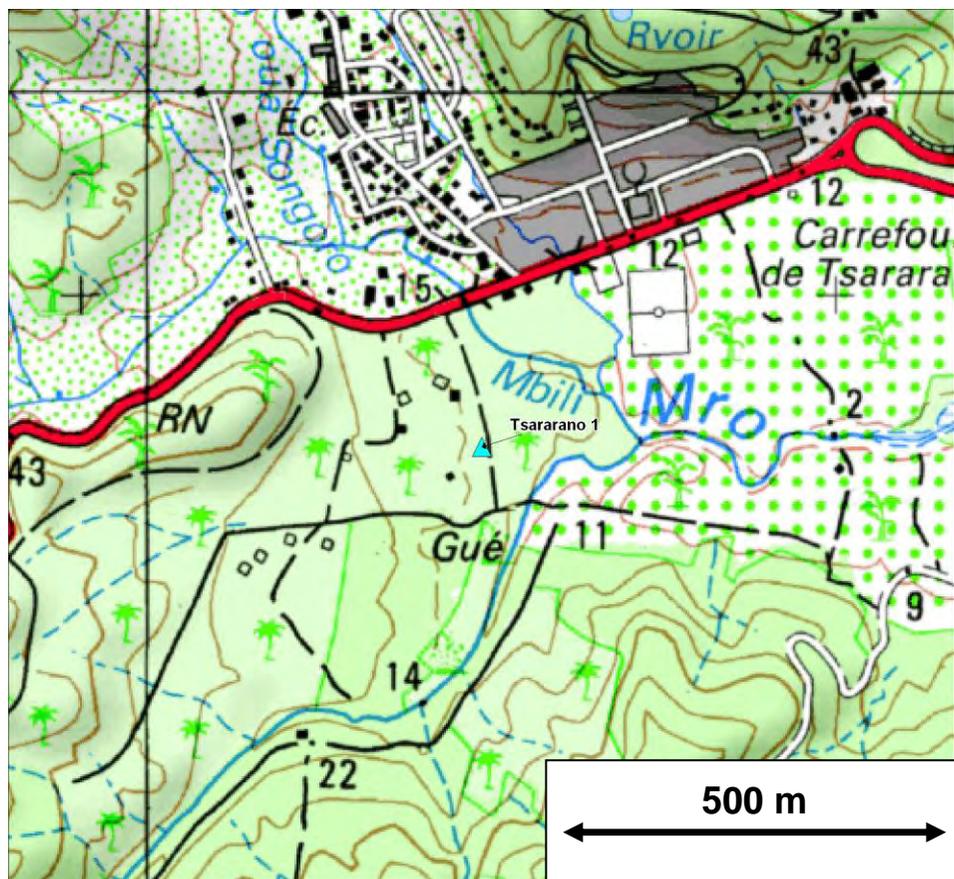
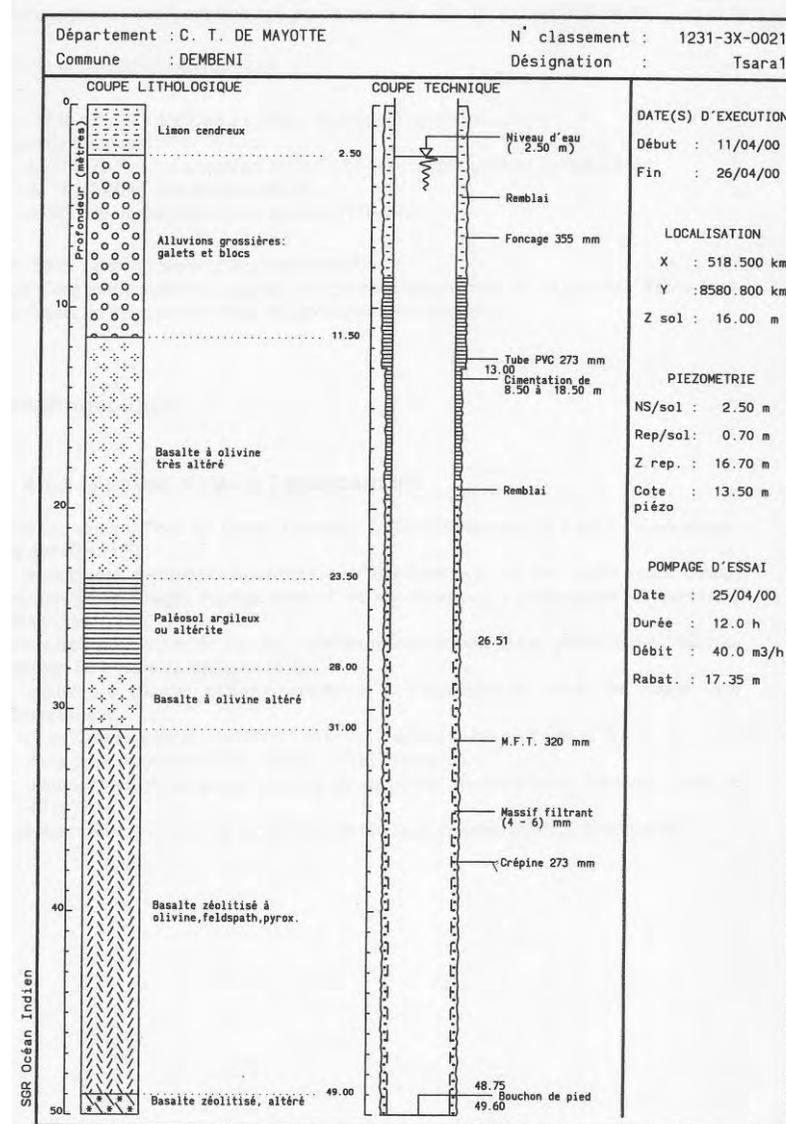


Figure 4 : localisation et coupe technique du piézomètre de Tsararano 1



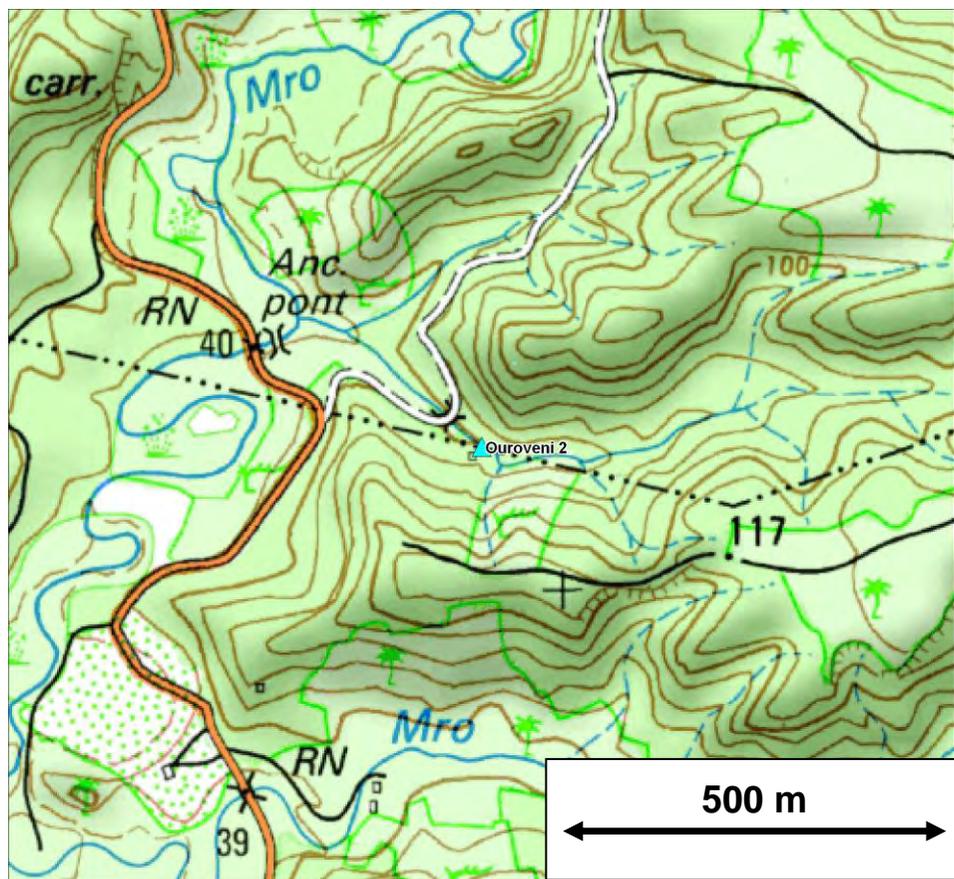
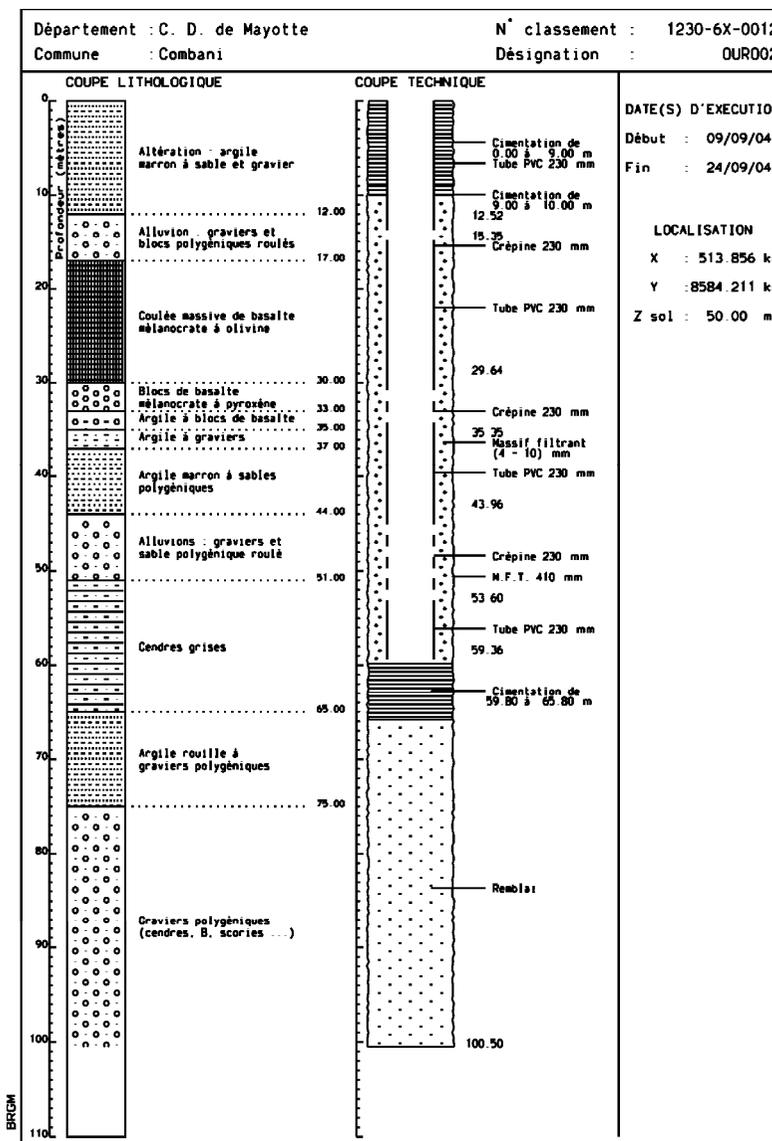


Figure 5 : localisation et coupe technique du piézomètre d'Ourovéni 2



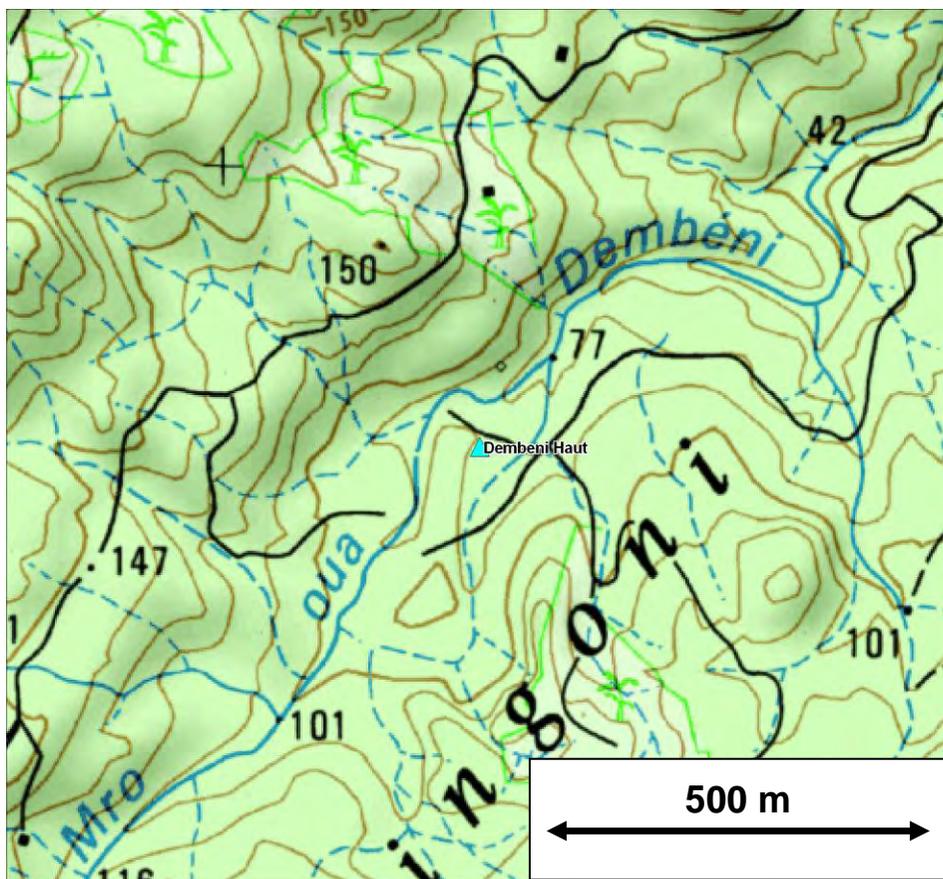
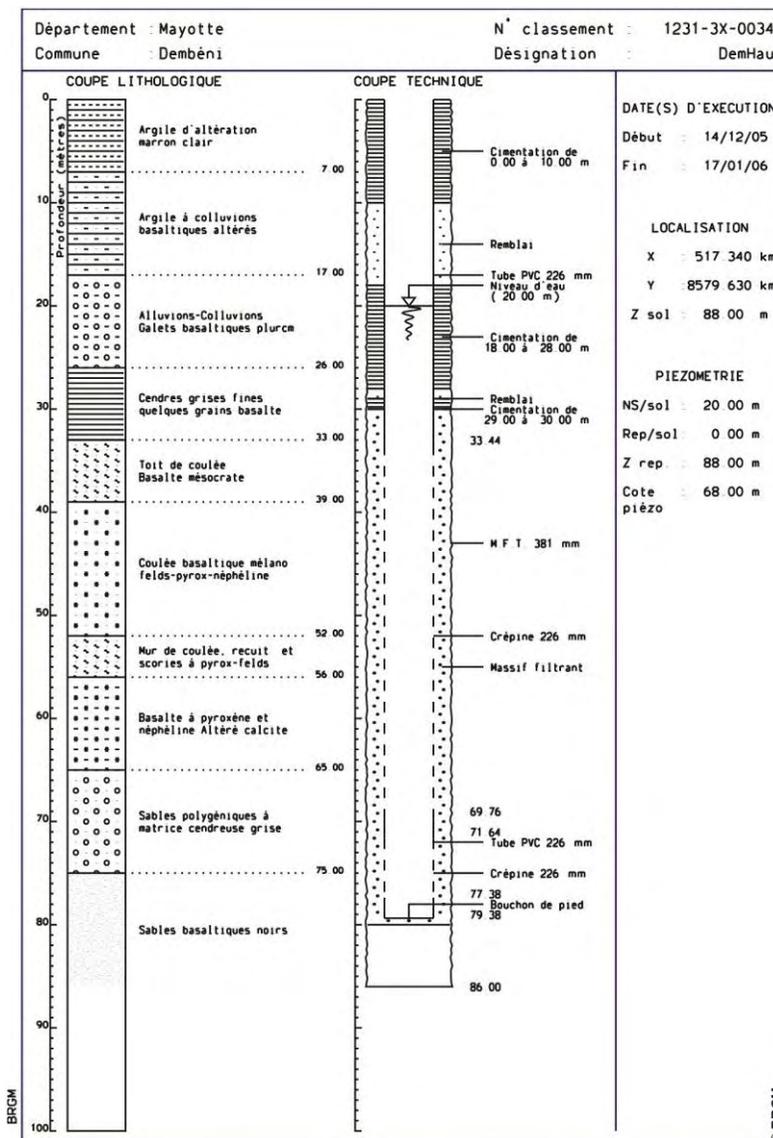


Figure 6 : localisation et coupe technique du piézomètre de Dembèni haut



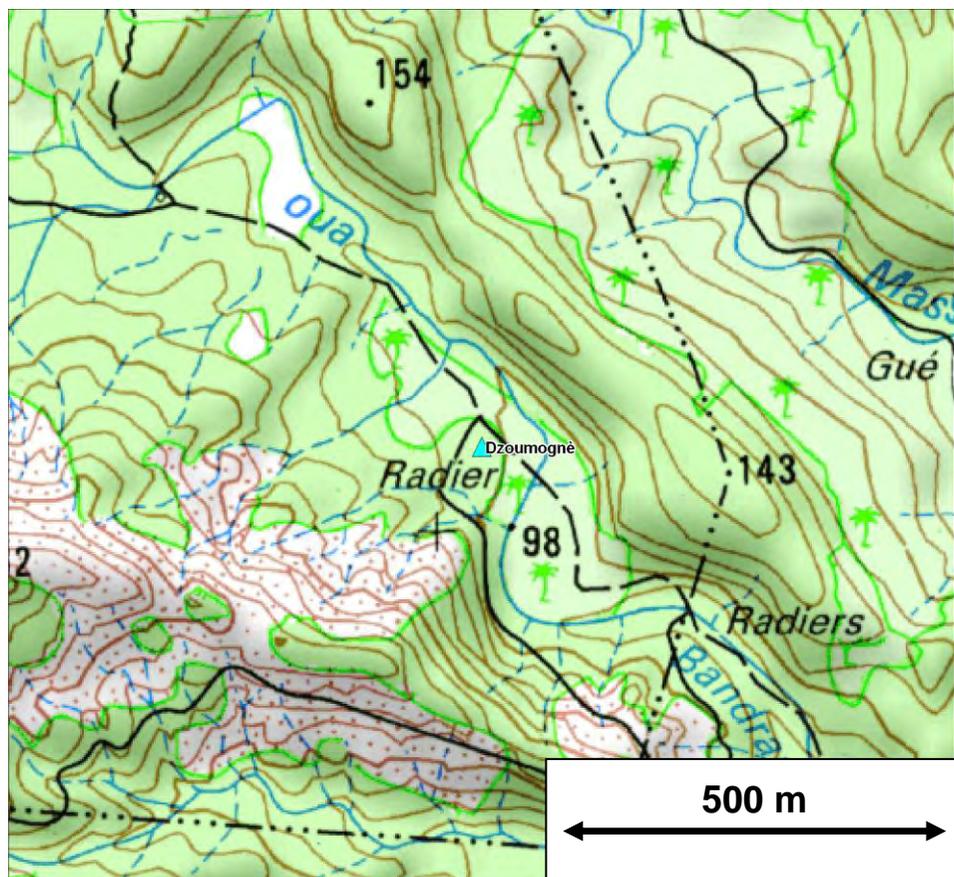


Figure 7 : localisation et coupe technique du piézomètre de Dzeumogné 2

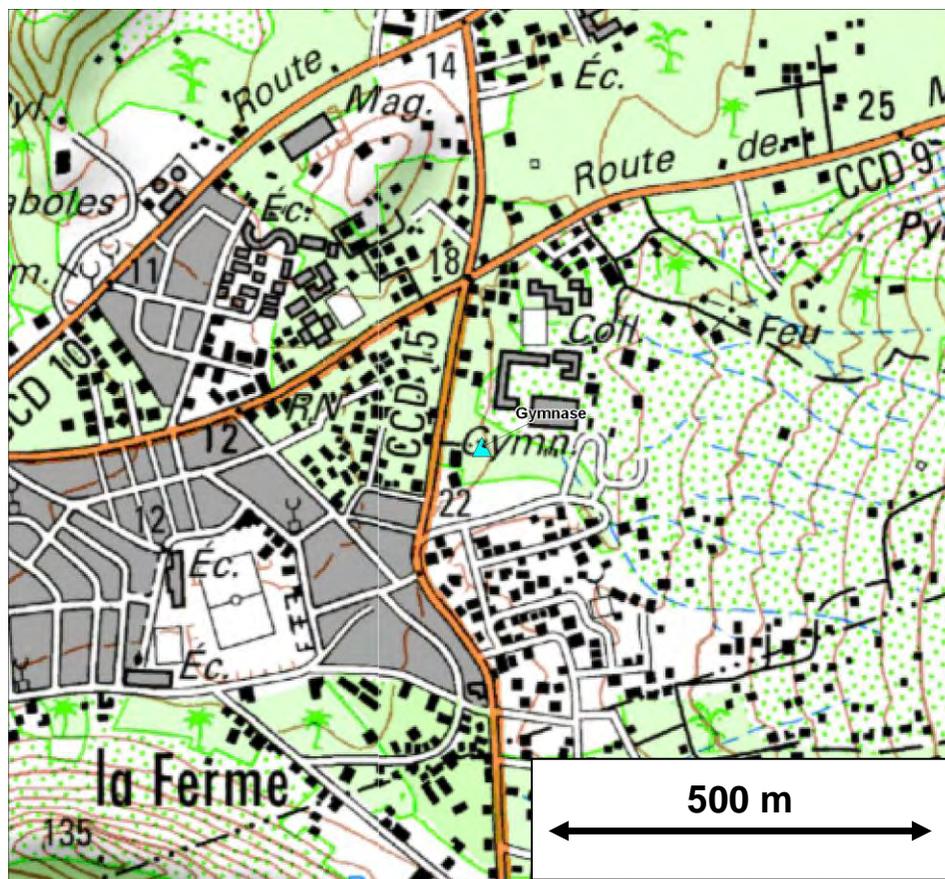


Figure 8 : localisation et coupe technique du piézomètre du gymnase de Petite Terre

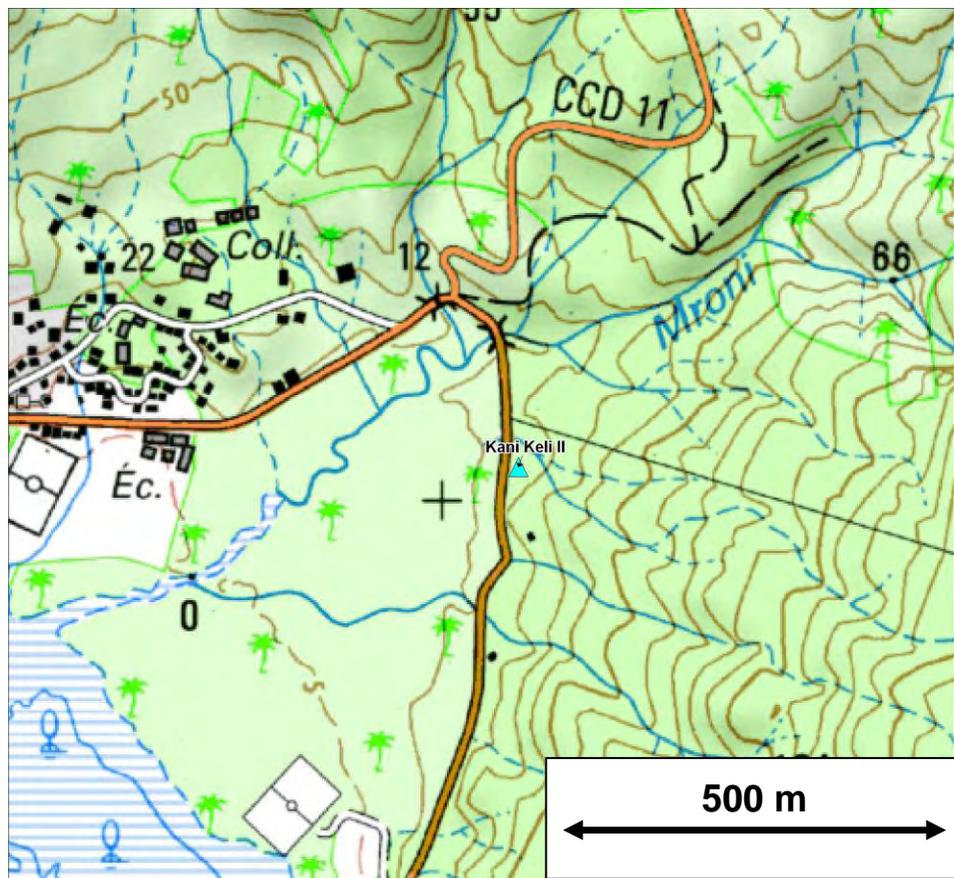


Figure 9 : localisation et coupe technique du piézomètre de Kani Kéli 2

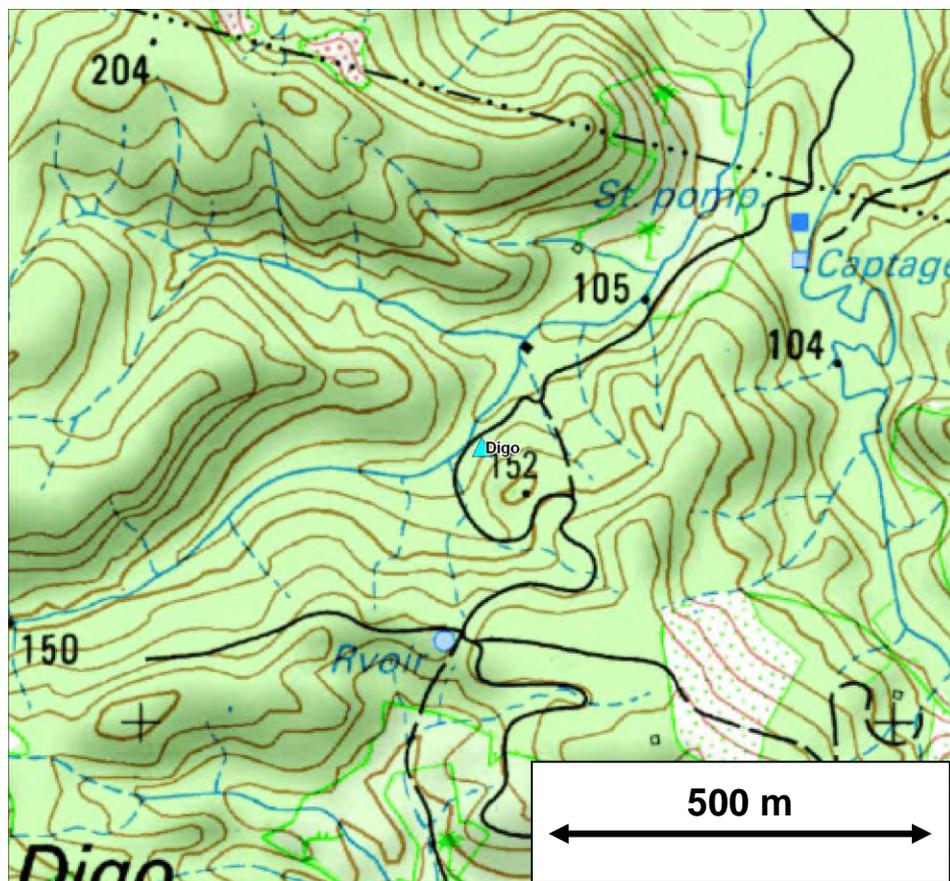


Figure 10 : localisation et coupe technique du piézomètre du Digo

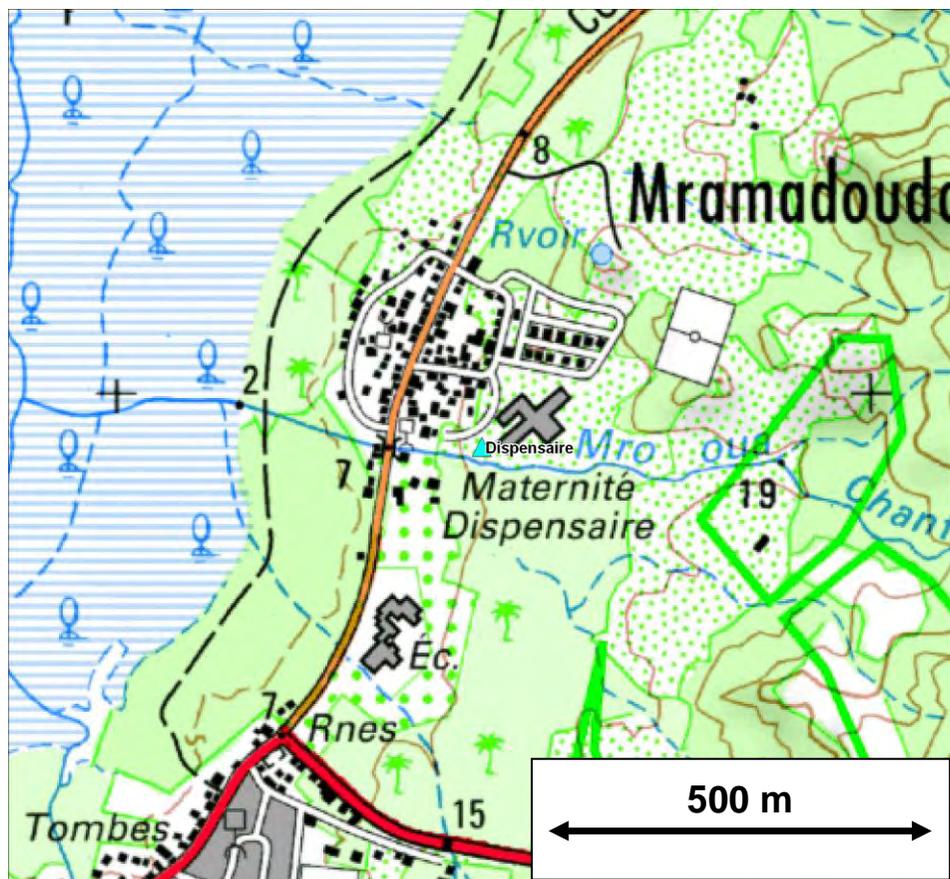


Figure 11 : localisation et coupe technique du piézomètre du dispensaire de Chriougui

annexe 5

Liste des réseaux de suivi des eaux souterraines de Mayotte et codification SANDRE

Définition du réseau DCE de surveillance quantitative des eaux souterraines de Mayotte

GESTION CODES	CODE SANDRE	TYPE RESEAU	NOMBRE DE POINTS	TYPE DE SUIVI	MNEMONIQUE LIBELLE COURT	LIBELLE LONG	RESPONSABLE CATALOGAGE DU RESEAU DANS ADES	MAITRE d'OUVRAGE	FINANCEURS	MAITRE D'ŒUVRE	PRODUCTEUR DE DONNEES
	1100000001	réseau	5	quantité	RDESOUPMAYBRGM	Réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines de Mayotte MO BRGM	BRGM MAY	BRGM	ONEMA, BRGM	BRGM	BRGM
	1100000002	metaréseau	8	quantité	FRMSOP	Surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines du bassin Mayotte	DAF		ONEMA, BRGM	BRGM	BRGM
	1100000003	réseau	?	qualité	FRMSOS	Surveillance de l'état chimique des eaux souterraines du bassin Mayotte	DAF	BRGM	ONEMA, BRGM	BRGM	BRGM
code gelé	1100000004	reseau	?	qualité	FRMSOO	Contrôles opérationnels de l'état chimique des eaux souterraines du bassin Mayotte					
	1100000005	réseau	18	quantité	RDESOUPMAYDAF	Réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines de Mayotte MO DAF	DAF	DAF	DAF, ONEMA	DAF	DAF

Définition du réseau DCE de surveillance quantitative des eaux souterraines de Mayotte



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 la Réunion
Antenne de Mayotte
9, centre Amatoula, Z.I. de Kawéni - BP 1398
97600 – Mamoudzou France
Tél. : 02 69 61 28 13