



**Programme de recherche et  
d'exploitation des eaux  
souterraines de Mayotte – 5<sup>ème</sup>  
campagne de forage à Mayotte.  
Révision des implantations**

Rapport final

BRGM/RP-60035-FR

Juillet 2011



# Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines de Mayotte – 5<sup>ème</sup> campagne de forage à Mayotte. Révision des implantations

Rapport final

**BRGM/RP-60035-FR**

Juin 2011

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 2011 EAUI48

**B. Vittecoq**

Avec la collaboration de  
**T. Jaouen et J. Deparis**

**Vérificateur :**

Nom : J. Perrin

Date : 11/07/2011

Signature : 

**Approbateur :**

Nom : P. Puvilland

Date :

Signature : 

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

**Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.**

**Mots clés :**

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

Vittecoq B., Jaouen T., Deparis J. (2011) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines de Mayotte – 5ème campagne de forage à Mayotte. Révision des implantations. BRGM/RP-60035-FR.

## Synthèse

En 2005-2007, dans le cadre de ses missions de service public, le BRGM a réalisé pour le compte de la collectivité départementale de Mayotte les études préalables à une 5<sup>ème</sup> campagne de recherche et d'exploitation des eaux souterraines. Suite au transfert de la compétence « EAU » de la collectivité départementale au SIEAM<sup>1</sup>, la maîtrise d'ouvrage de cette campagne de forage a été reprise en 2011 par le SIEAM qui a demandé au BRGM son assistance pour la maîtrise d'ouvrage de son programme de recherche.

La première étape de ce projet consiste à actualiser les implantations originelles au regard d'une part de l'accessibilité des sites et d'autre part en fonction des connaissances acquises depuis 2006 et en particulier en s'appuyant sur les données de géophysique hélicoptée acquises dans le cadre de la mise à jour de la carte géologique de Mayotte (Projet GéoMayotte). Des visites sur le terrain ont été réalisées avec le SIEAM afin de s'assurer de l'accessibilité des sites proposés et de programmer les aménagements et accès nécessaires.

Neuf forages de reconnaissance sont ainsi proposés avec des profondeurs prévisionnelles comprises entre 100 et 200 m. En fonction des résultats de ces forages de reconnaissance, ils pourront être réalisés et équipés en forage d'exploitation.

---

<sup>1</sup> *Syndicat Intercommunal des Eaux et de l'Assainissement de Mayotte*

<b>Site</b>	<b>X (RGM04 en m)</b>	<b>Y (RGM04 en m)</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Profondeur (m)</b>
Majimbini - F1	522 620	8 586 888	47	120 – 150
Majimbini - F3	522 536	8 586 875	75	120 – 150
Majimbini - F2	522 282	8 586 968	65	120 – 150
Gouloué - F3	521745	8 585 367	26	100 – 110
Dapani - F1	516 541	8 566 892	85	150 – 200
Dapani - F2	516 999	8 566 915	20	100 – 120
Acoua - F1	506 805	8 593 086	50	100 – 200
Koungou - F1	521 366	8 591 115	160	180 – 200
Trévani - F1	521202	8 591 655	60	150 – 160
Koungou - F2	521697	8 591 543	70	120 – 150

Par la suite, le BRGM apportera son expertise technique pour l'élaboration du dossier de consultation des entreprises qui servira à lancer l'appel d'offre pour la réalisation de ces forages. Le BRGM assistera également le SIEAM pour le suivi hydrogéologique des travaux, la réalisation des essais ainsi que la rédaction des rapports de fin de travaux.

## Sommaire

<b>1. Contexte et objectifs .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Géophysique héliportée .....</b>	<b>11</b>
2.1. PRINCIPE / METHODE.....	11
2.2. SPECIFICATIONS DE MESURES .....	12
2.3. REPRESENTATION DES MESURES.....	14
<b>3. Révision des implantation des forages .....</b>	<b>17</b>
3.1. SECTEUR DE MTSAPERRE – MAJIMBINI (2 FORAGES) .....	17
3.2. SECTEUR DE GOULOUE (1 FORAGE) .....	22
3.3. SECTEUR DE DAPANI (2 FORAGES) .....	26
3.4. SECTEUR D'ACOUA (1 FORAGE).....	30
3.5. SECTEUR DE KANGANI-TREVANI-KOUNGOU (3 FORAGES).....	34
<b>4. Conclusion .....</b>	<b>41</b>
<b>5. Bibliographie .....</b>	<b>43</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Processus de traitement des sondages TDEM : a) acquisition des données, b) signal enregistré, c) inversion des données, d) représentation 3D de la résistivité du sous sol.....	11
Illustration 2 : Lignes de vol (traits noirs) sur l'île de Mayotte tracées sur la carte de résistivité pour la profondeur 0-5m. Noter la forte densité des vols N-S et le nombre relativement limité de vols transverses.....	13
Illustration 3 : Exemple de représentation des mesures de résistivités (le Nord est à droite).....	14
Illustration 4 : Exemple de coupes de résistivités.....	14
Illustration 5 : Exemple d'extension de l'isorésistivité 20 ohm.m (en vert) et de l'isorésistivité 5 ohm.m (orange) superposée à des coupes de résistivités .....	15
Illustration 6 : Localisation des coupes TEM (en rouge) réalisées sur le secteur de Majimbini. (Les panneaux électriques réalisés dans les précédentes études sont référencés par leur numéro de rapport et le nom du profil dans le rapport).....	18
Illustration 7 : Coupe TEMH SW-NE sur le secteur de Majimbini. L'emplacement du forage prévisionnel est indiqué par un cylindre blanc (à cette échelle, le site A et B sont confondus).....	18
Illustration 8 : Coupe TEMH NW-SE sur le secteur de Majimbini. L'emplacement du forage prévisionnel est indiqué par un cylindre blanc (à cette échelle, le site A et B sont confondus).....	19
Illustration 9 : coordonnées des sites proposés, dans le système de projection RGM04 - UTM38S.....	20
Illustration 10 : Zoom sur l'emplacement des sites proposés pour la Majimbini .....	21
Illustration 11 : Localisation des coupes TEM (en rouge) réalisées sur le secteur de Gouloué. (Les panneaux électriques réalisés dans les précédentes études sont référencés par leur numéro de rapport et le nom du profil dans le rapport).....	23
Illustration 12 : Coupe TEM NW-SE sur le secteur de Gouloué. L'emplacement du forage prévisionnel est indiqué par un cylindre blanc (site dénommé G3). Les deux forages d'exploitation existants sont indiqués par les cylindres gris. ....	23
Illustration 13 : Coupe TEM SW-NE sur le secteur de Gouloué. L'emplacement du forage prévisionnel est indiqué par un cylindre blanc (site dénommé G3). ....	24
Illustration 14 : coordonnée du site proposé (système de projection RGM04_UTM_38s).....	25
Illustration 15 : Zoom sur l'emplacement du site proposé pour la Gouloué .....	25
Illustration 16 : Localisation des coupes TEM (en rouge) réalisées sur le secteur de Dapani. (Les panneaux électriques réalisés dans les précédentes études sont référencés par leur numéro de rapport et le nom du profil dans le rapport).....	26
Illustration 17 : Coupe SO-NE du site de Dapani .....	27
Illustration 18 : Coupe NNO-SSE du site de Dapani .....	27
Illustration 19 : coordonnées des sites proposés à Dapani, dans le système de projection RGM04_UTM_38s .....	28
Illustration 20 : Zoom sur l'emplacement des sites proposés pour Dapani.....	29

Illustration 21 : Localisation des coupes TEM (en rouge) réalisées sur le secteur d'Acoua. (Les panneaux électriques réalisés dans les précédentes études sont référencés par leur numéro de rapport et le nom du profil dans le rapport) .....	30
Illustration 22 : Coupe N-S du site d'Acoua .....	31
Illustration 23 : Coupe N0-SE du site d'Acoua .....	31
Illustration 24 : coordonnées des sites proposés à Acoua (système de projection RGM04_UTM_38s) .....	33
Illustration 25 : Zoom sur l'emplacement des sites proposés pour Acoua .....	33
Illustration 26 : Coupe NNO-SSE du site de Kangani. Le site de forage initialement proposé (F4) est indiqué par le cylindre rose et les forages existants par les cylindres gris.....	34
Illustration 27 : Localisation des coupes TEM (en rouge) réalisées sur le secteur de Kangani-Trévani-Koungou. (Les panneaux électriques réalisés dans les précédentes études sont référencés par leur numéro de rapport et le nom du profil dans le rapport) .....	35
Illustration 28 : Coupe NO-SE (profil amont) du site de Kangani-Trevani-Koungou. Le site de forage proposé (Koungou - F1) est indiqué par le cylindre blanc et le site initial (F4) par le cylindre rose. ....	36
Illustration 29 : Coupe NNE-SSO à Trevani-Koungou.....	36
Illustration 30 : Coupe NO-SE (profil aval) du secteur de Trévani-Koungou .....	37
Illustration 31 : coordonnées des sites proposés à Trevani (système de projection RGM04_UTM_38S) .....	38
Illustration 32 : Zoom sur l'emplacement des sites proposés pour Kangani-Trévani-Koungou .....	39
Illustration 33 : Délimitation de l'émetteur TDEM Tx (à droite) et paramètres de la séquence de mesure (à gauche) .....	47
Illustration 34 : Cycle de mesure.....	47
Illustration 35 : Paramètre des boules réceptrices.....	48
Illustration 36 : Coupes de résistivités réalisées sur le secteur de la Majimbini, profil Mtsap 1 (SW-NE : extrait du rapport BRGM/RP-55322-FR) et Majimbini (SE-NW : extrait du rapport BRGM/RP-51498-FR).....	51
Illustration 37 : Coupes de résistivités réalisées sur le secteur de la Gouloué (extrait du rapport BRGM/RP-52551-FR).....	51
Illustration 38 : Coupes de résistivités réalisées à Dapani (extrait du rapport BRGM/RP-55322-FR). Profils DP2 et DP3.....	52
Illustration 39 : Coupe de résistivité réalisée à Accoua (extrait du rapport BRGM/RP-55322-FR).....	52
Illustration 40 : Coupe de résistivité réalisée à Kangani (extrait du rapport BRGM/RP-54111-FR).....	53
Illustration 41 : localisation des lignes de vol et des mesures TEM hélicoptère pour le site de Majimbini .....	57
Illustration 42 : localisation des lignes de vol et des mesures TEM hélicoptère pour le site de Gouloué.....	58

Illustration 43 : localisation des lignes de vol et des mesures TEM héliportée pour le site de Dapani .....	59
Illustration 44 : localisation des lignes de vol et des mesures TEM héliportée pour le site d'Accoua .....	60
Illustration 45 : localisation des lignes de vol et des mesures TEM héliportée pour le site de Kangani-trévani-Koungou.....	61
Illustration 46 : identification des parcelles cadastrales des sites de la 5ème campagne de forage.....	65
Illustration 47 : localisation des sites de la Majimbini sur le fond cadastral. ....	66
Illustration 48 : localisation du site de Gouloué sur le fond cadastral. ....	67
Illustration 49 : localisation des sites de Dapani sur le fond cadastral. ....	68
Illustration 50 : localisation du site de Acoua sur le fond cadastral. ....	69
Illustration 51 : localisation des sites de Koungou-Trévani sur le fond cadastral.....	70

## Liste des annexes

Annexe 1 Caractéristiques des boucles émétrices et receptrices du TDEM héliporté .....	45
Annexe 2 Panneaux électriques réalisées lors des précédentes campagnes de prospection .....	49
Annexe 3 Localisation des lignes de vol et des mesures TEM pour chaque site étudié .....	55
Annexe 4 Extrait cadastral des 9 sites de forage .....	63

# 1. Contexte et objectifs

En 2005-2007, dans le cadre de ses missions de service public, le BRGM a réalisé pour le compte de la collectivité départementale de Mayotte les études préalables à une 5<sup>ème</sup> campagne de recherche et d'exploitation des eaux souterraines (Rapport BRGM/RP-55322-FR).

Suite au transfert de la compétence « EAU » de la collectivité départementale au syndicat des eaux et de l'assainissement, la maîtrise d'ouvrage de la 5<sup>ème</sup> campagne de forage de Mayotte a été reprise par le SIEAM en 2011. Le SIEAM<sup>2</sup> a ensuite demandé au BRGM son assistance pour la maîtrise d'ouvrage de son programme de recherche. Les missions du BRGM couvriront l'élaboration du dossier de consultation des entreprises mais également le suivi hydrogéologique des travaux, la réalisation des essais hydrauliques et la rédaction des rapports de fin de travaux.

La première étape de ce projet consiste à actualiser les implantations originelles au regard d'une part de l'accessibilité des sites et d'autre part en fonction des connaissances acquises depuis 2006 et en particulier en s'appuyant sur les données de géophysique héliportée (TEM : Transect Electro-Magnetic) recueillies dans le cadre de la mise à jour de la carte géologique de Mayotte.

Des visites sur le terrain ont été réalisées avec le SIEAM afin de s'assurer de l'accessibilité des sites proposés et de programmer les aménagements et accès nécessaires. En parallèle le SIEAM a pris contact avec les propriétaires pour s'assurer des possibilités d'accès. Le cas échéant des emplacements alternatifs ont été proposés.

L'objectif du présent rapport est donc :

- de présenter succinctement le principe des mesures géophysiques héliportées,
- de réaliser des coupes de résistivité du sous-sol obtenues par le TEM sur chaque site prédéfini en concertation avec le SIEAM,
- de les interpréter au regard des informations disponibles dans la bibliographie,
- de valider les emplacements des forages proposés,
- d'identifier le cas échéant de meilleures cibles.

---

<sup>2</sup> *Syndicat Intercommunal des Eaux et de l'Assainissement de Mayotte*



## 2. Géophysique héliportée

### 2.1. PRINCIPE / METHODE

La méthode TDEM est une méthode géophysique permettant de sonder le sous-sol grâce à l'induction électromagnétique. Cette induction est produite par la coupure brusque d'un champ magnétique statique établi en surface grâce à une boucle dans laquelle on a fait circuler un courant électrique (Illustration 1a). La différence de flux crée une induction dans le sol, sous forme de boucle de courant qui crée à son tour un champ secondaire (Illustration 1b) par une boucle réceptrice. La courbe de décroissance du champ secondaire est étudiée et inversée pour reconstituer la variation de la résistivité en fonction de la profondeur (Illustration 1c). L'hypothèse prise lors de cette étape est celle d'un terrain stratifié horizontalement (situation 1D). Un modèle 3D de résistivité peut être réalisé (Illustration 1d) en mettant bout à bout les sondages le long des lignes de vol et en interpolant entre les lignes de vol.

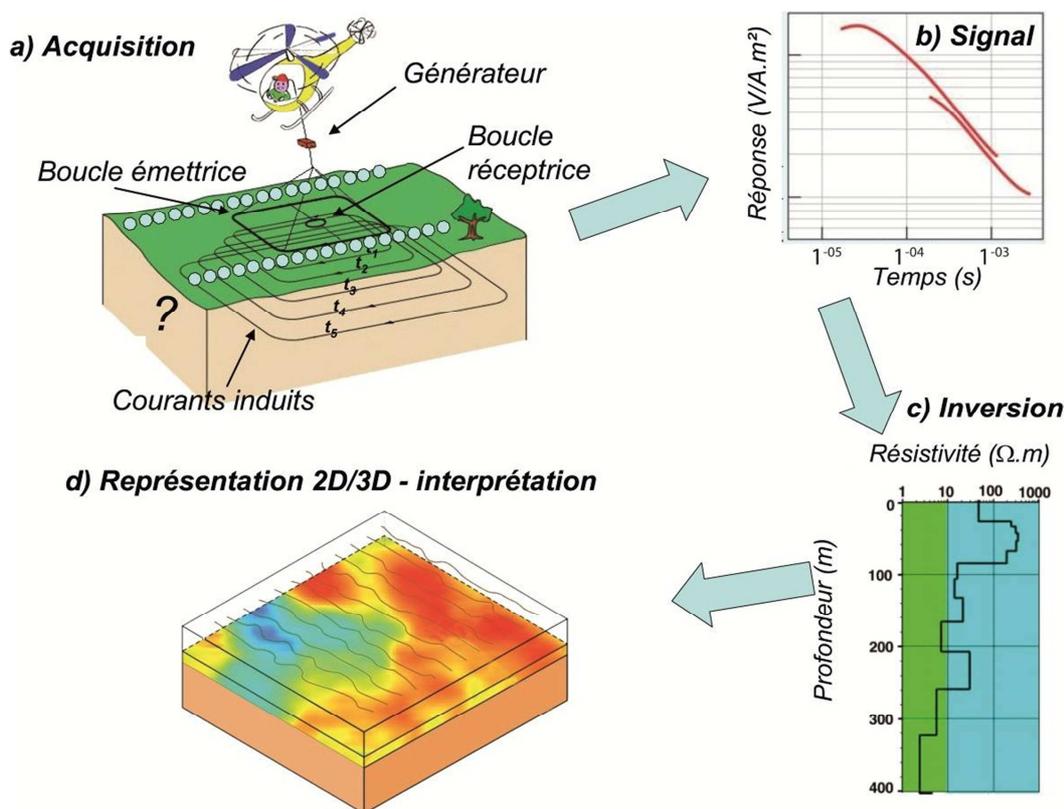


Illustration 1 : Processus de traitement des sondages TDEM : a) acquisition des données, b) signal enregistré, c) inversion des données, d) représentation 3D de la résistivité du sous sol.

Le modèle de résistivité est soumis à des règles d'équivalence et de suppression en fonction de la profondeur (analogue à celles connues pour l'électrique) ce qui fait qu'une inversion n'est jamais unique et réclame souvent une connaissance à priori sur la profondeur ou sur la résistivité des terrains qui peuvent être connus par une autre méthode (i.e. forage, diagraphie,...). La méthode TDEM est également très sensible aux terrains conducteurs et à la position de leur toit et les définit de façon plus précise que les sondages électriques. En revanche, les terrains résistants (supérieurs à 500 ohm.m) sont mal définis.

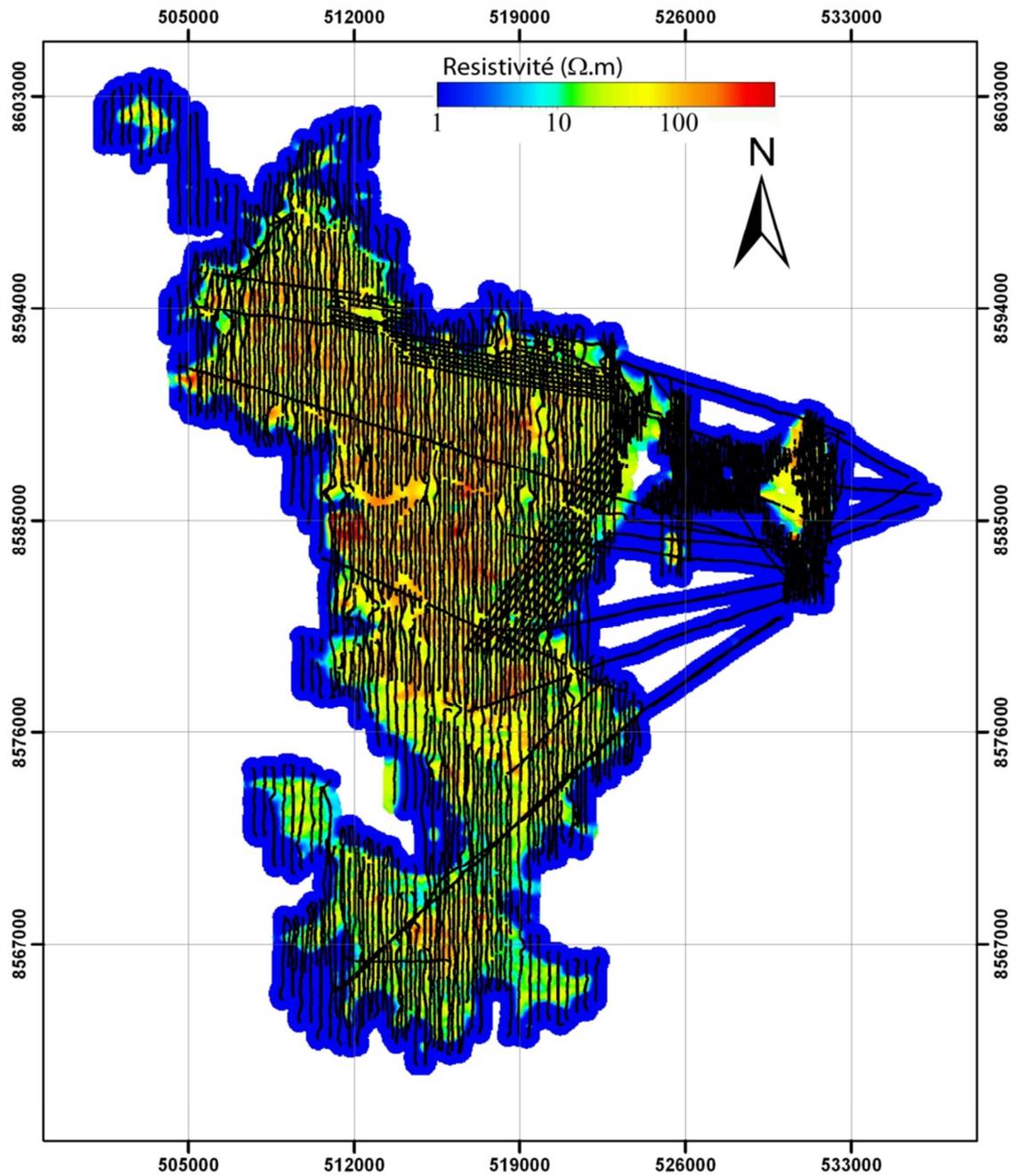
## **2.2. SPECIFICATIONS DE MESURES**

Les acquisitions géophysiques ont été réalisées sur les deux îles principales de Mayotte avec un espacement de base de 200 m et 400 m entre ligne de vol en fonction de l'intérêt de la zone (Illustration 2), resserré à 100 m sur petite terre.

Le plan de vol et la localisation des mesures ont été reportés dans le système géodésique UTM 38S/WGS 84. Dans ce système, les lignes de vol ont une orientation Nord-Sud. La garde au sol attendue entre le système d'émission électromagnétique et le sol est de 30 mètres, avec une augmentation pendant le survol des forêts, lignes électriques, variations topographiques. La vitesse de l'hélicoptère attendue est de l'ordre de 80 km/h (22 m/s) au-dessus d'une topographie plate. Celle-ci peut varier dans les zones présentant des variations topographiques importantes et des changements de vitesse de vent.

Les systèmes embarqués lors de l'acquisition comprennent un TDEM, des inclinomètres, des altimètres, des GPS ainsi qu'un magnétomètre.

Les caractéristiques des boucles émettrices et réceptrices sont présentées en annexe 1.



*Illustration 2 : Lignes de vol (traits noirs) sur l'île de Mayotte tracées sur la carte de résistivité pour la profondeur 0-5m. Noter la forte densité des vols N-S et le nombre relativement limité de vols transverses.*

## 2.3. REPRESENTATION DES MESURES

Les mesures ont ensuite été compilées dans un fichier permettant de les visualiser en trois dimensions (Illustration 3), de réaliser des coupes (Illustration 4) et de représenter l'extension d'horizon d'égalité de résistivité (Illustration 5). Le logiciel ParaView a été utilisé pour ces représentations.

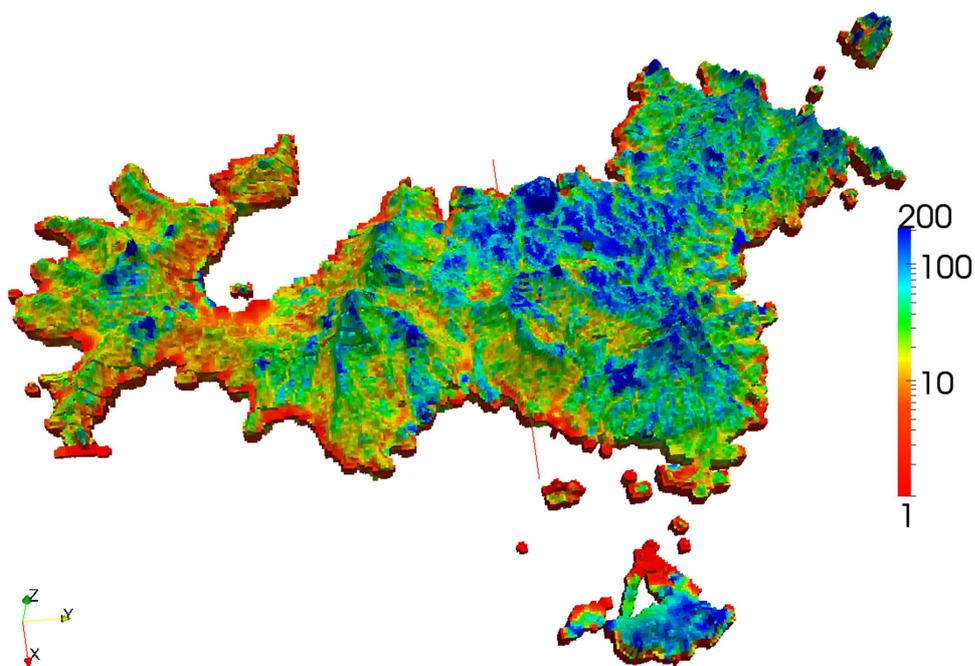


Illustration 3 : Exemple de représentation des mesures de résistivités (le Nord est à droite)

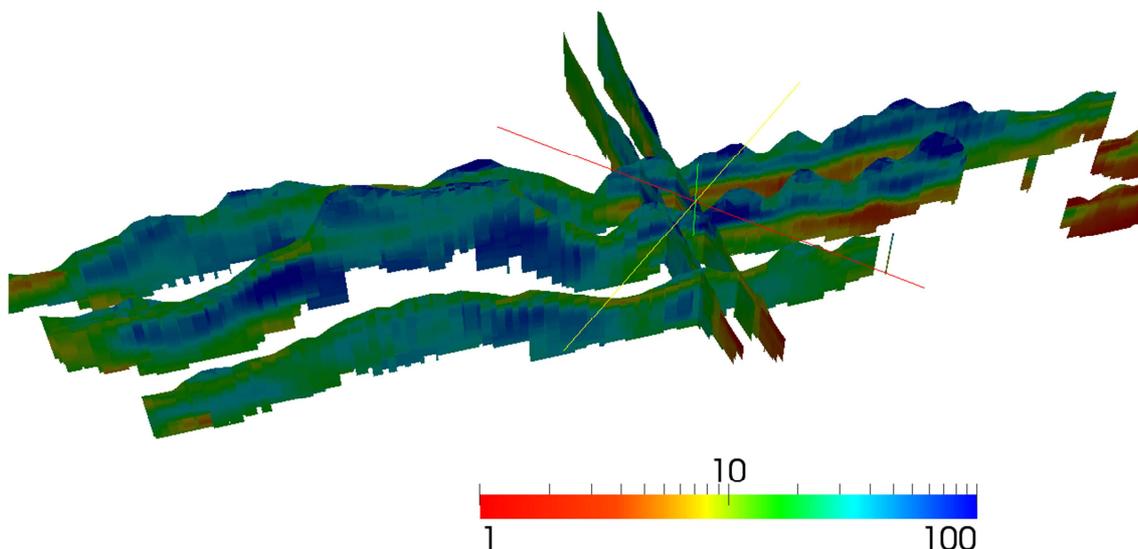
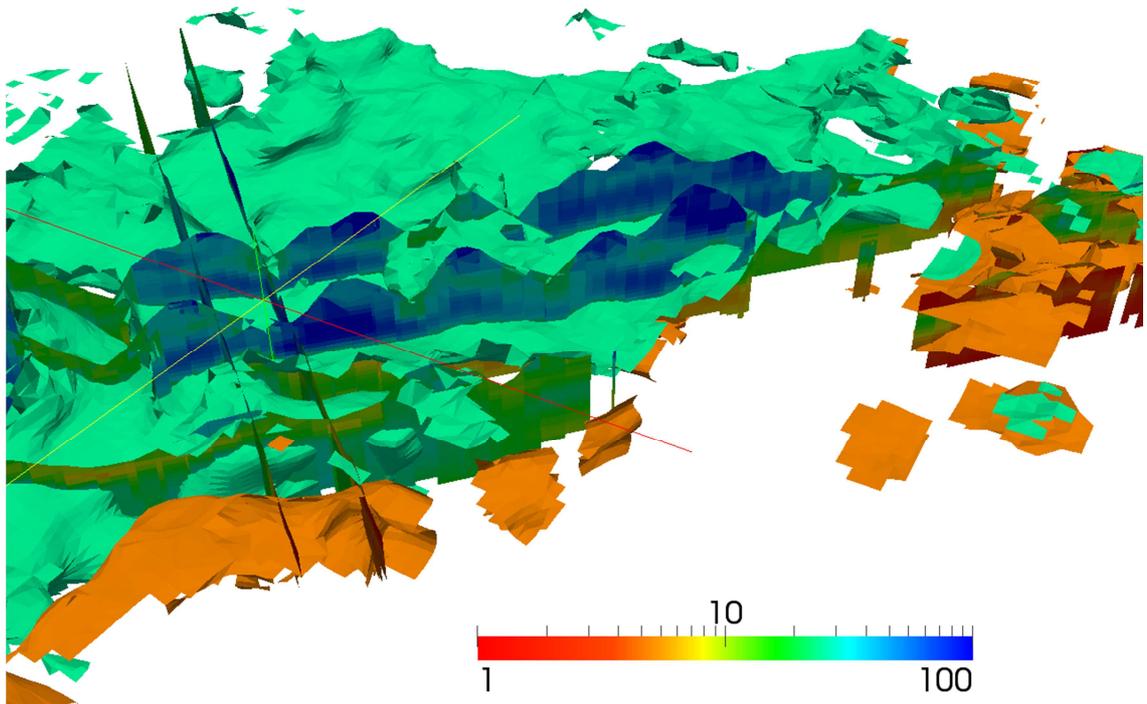


Illustration 4 : Exemple de coupes de résistivités



*Illustration 5 : Exemple d'extension de l'isorésistivité 20 ohm.m (en vert) et de l'isorésistivité 5 ohm.m (orange) superposée à des coupes de résistivités*



## 3. Révision des implantation des forages

### 3.1. SECTEUR DE MTSAPERE – MAJIMBINI (2 FORAGES)

Ce secteur est situé à moins de 3 kilomètres du centre-ville de Mamoudzou, et plus précisément dans la vallée de la rivière Majimbini, en amont du lieu-dit Mtsapéré, à une altitude comprise entre 40 et 65 m.

Des investigations géologiques, hydrogéologiques et géophysiques ont été réalisées sur ce secteur à deux reprises : tout d'abord dans le cadre du programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines de Mayotte, campagne de 2001-2002 (Rapport BRGM/RP-51498-FR) puis lors de la campagne de 2006–2007 (Rapport BRGM/RP-55322-FR). Les deux coupes de résistivités réalisées lors de ces études sont présentées dans l'illustration 36 en annexe 2.

La cible préconisée à la suite de ces prospections était un horizon résistant (100 à 300 ohm.m) identifié de part et d'autre de la vallée (sur le profil Mtsapéré 1, cf. Illustration 36), d'une épaisseur d'environ 50 m avec un pincement au niveau de la rivière Majimbini. Cet horizon se retrouve également à l'aval dans le prolongement de la vallée (sur le profil Majimbini, cf. Illustration 36 en annexe) avec une résistivité comprise entre 50 et 100 ohm.m. La différence de résistivité entre les deux profils pourrait s'expliquer soit par un différentiel d'altération (les basaltes attribué à l'horizon résistant sur le profil amont étant peut-être plus altérées à l'aval lorsqu'ils sont recoupés par le profil aval), soit par une saturation des sols en eau différente entre les deux campagnes, modifiant la résistivité des terrains superficiels, soit par des paramètres d'inversion différents.

Plusieurs emplacements avaient été proposés de part et d'autre de la vallée (cf. illustration 30 du rapport BRGM/RP-55322-FR) afin de recouper cette cible.

Fin 2010, dans le cadre du projet GéoMayotte, des relevés géophysiques héliportés (tomographie électromagnétique) ont été réalisés et ont couvert l'ensemble du département. Plusieurs coupes ont été réalisées afin d'appréhender la structure des formations géologiques. Deux coupes représentatives, localisées sur l'illustration 6, sont présentées dans l'illustration 7 et l'illustration 8.

Elles ont volontairement été tracées dans la continuité des panneaux électriques réalisés en 2001-2002 et 2006-2007 (cf. ci-dessus) afin de pouvoir comparer les résultats des deux méthodes et de valider la cible précédemment définie. Les lignes de vol et les points de mesures sont présentées en annexe 3 dans l'illustration 41.

Les résultats de la tomographie électromagnétique confirment la présence d'un horizon résistant potentiellement sain et fissuré susceptible d'être aquifère. Son extension et la structure des formations sous et sus-jacente a également pu être affinée.

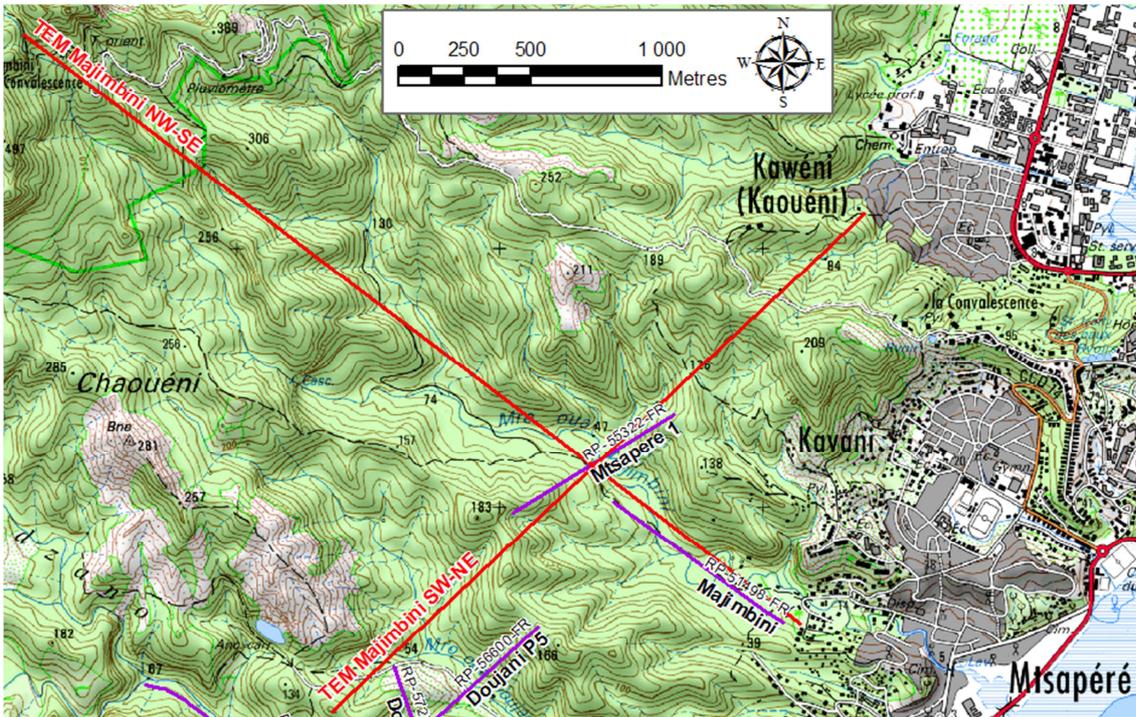


Illustration 6 : Localisation des coupes TEM (en rouge) réalisées sur le secteur de Majimbini. (Les panneaux électriques réalisés dans les précédentes études sont référencés par leur numéro de rapport et le nom du profil dans le rapport)

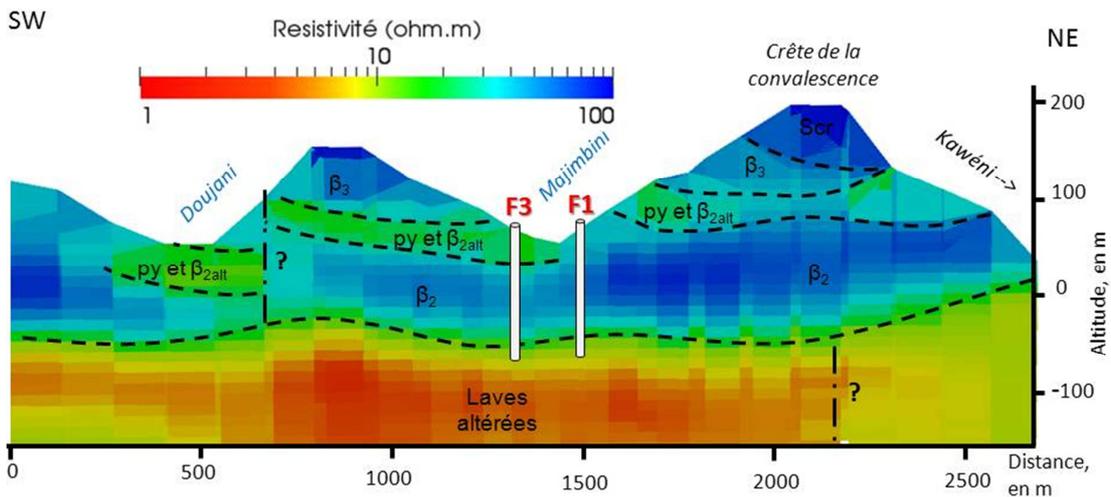


Illustration 7 : Coupe TEMH SW-NE sur le secteur de Majimbini. L'emplacement du forage prévisionnel est indiqué par un cylindre blanc (à cette échelle, le site A et B sont confondus).

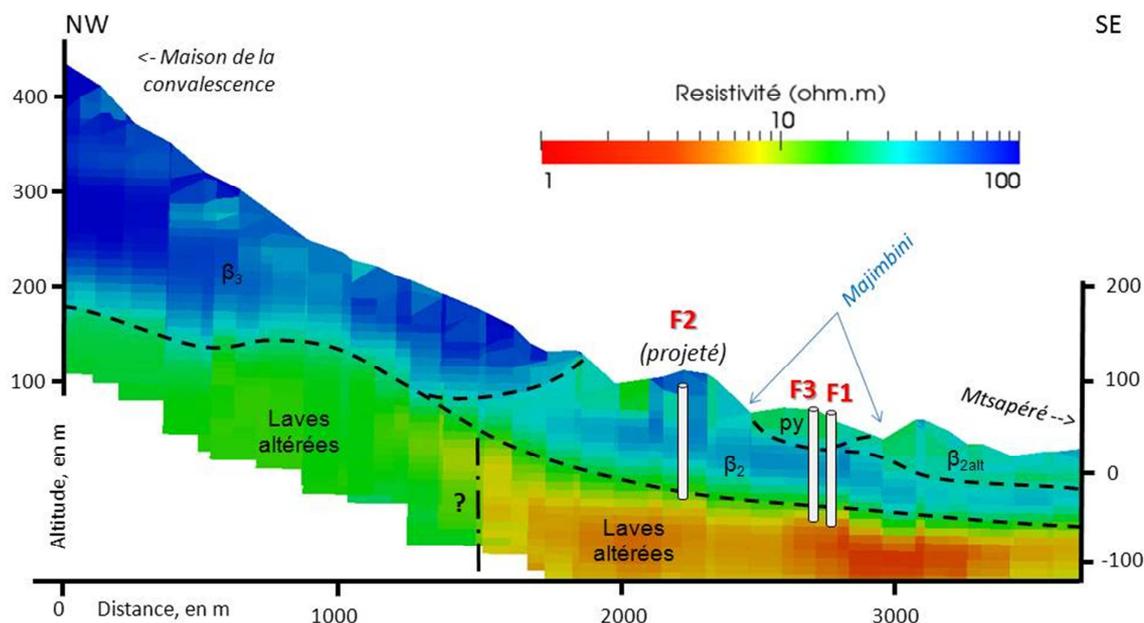


Illustration 8 : Coupe TEMH NW-SE sur le secteur de Majimbini. L'emplacement du forage prévisionnel est indiqué par un cylindre blanc (à cette échelle, le site A et B sont confondus).

La structure géologique du secteur de Majimbini serait ainsi la suivante (du plus ancien au plus récent) :

- Un horizon conducteur (résistivités comprises entre 2 et 10 ohm.m) d'au moins 100 m d'épaisseur attribué à des laves altérées probablement antérieures à l'édifice volcanique du Mtsapéré. Au droit du futur forage ces laves altérées seraient situées à partir de -50 m NGM (soit environ - 110 m ± 10 m). L'hypothèse que cet horizon conducteur corresponde à une intrusion d'eau salée ne paraît pas compatible avec la morphologie du toit de cet horizon sur l'illustration 8, ainsi qu'à l'altitude croissante de cet horizon vers l'intérieur des terres. Le premier forage de reconnaissance devra recouper cet horizon sur au moins 10 à 20 m afin de s'assurer de sa nature géologique et de la présence ou non d'eau salée.
- Un horizon résistant (résistivités comprises entre 40 et 80 ohm.m) d'environ 50 m d'épaisseur au droit du futur forage et attribué aux basaltes à phénocristaux de pyroxène du Mtsapéré ( $\beta_2$  selon la terminologie employée dans le rapport BRGM/RP-55322-FR). Cet horizon est la cible identifiée à la suite des différentes prospections.
- Un horizon de résistivités comprises entre 20 à 40 ohm.m, d'épaisseur comprise entre quelques mètres et au maximum quelques dizaines de mètres, attribué à la frange d'altération des basaltes  $\beta_2$ . Ces basaltes altérés seraient également recouvert par des dépôts pyroclastiques lités. Ces deux horizons ne se distinguent pas nettement sur les profils électriques ou sur la tomographie électromagnétique en raison de leurs résistivités supposées similaires.

- Un horizon résistant (résistivités comprises entre 40 et 80 ohm.m) attribué aux basaltes  $\beta_3$  (basalte à olivine et pyroxène) du Mtsapéré. L'épaisseur de cet horizon serait de l'ordre de quelques dizaines de mètres maximum. Ces basaltes s'observent à l'affleurement sur la crête topographique située en rive droite de la Majimbini.
- Enfin un horizon très résistant (résistivités de 90 à 130 ohm.m, noté Scr) attribué aux projections scoriacées observées en rive gauche sur la crête entre la Majimbini et Kawéni.

L'emplacement du forage proposé (site A, cf. Illustration 10) prend en compte les contraintes d'accessibilité et d'aménagement indiquées par le SIEAM lors de la visite réalisée sur le site début juin 2011. L'emplacement proposé se situe ainsi à l'intersection entre le panneau électrique réalisé lors de la campagne 2006-2007 (profil Mtsapéré 1, rapport BRGM/RP-55322-FR) et la piste remontant la vallée de la Majimbini. La profondeur prévisionnelle de ce forage est de 150 m.

Un emplacement alternatif (site B, cf. Illustration 10) se situerait 30 m au sud-ouest de l'emplacement 1, le long du profil Mtsapéré 1. L'objectif serait d'une part de se positionner sur une anomalie radon<sup>3</sup> ( $90 \text{ Bq.m}^{-3} \cdot 100^{-1}$ ) identifiée lors des prospections de 2006-2007 (illustration 29 du rapport BRGM/RP-55322-FR) et d'autre part de s'éloigner un minimum de la piste afin de disposer d'une plateforme de forage suffisante qui pourrait constituer le futur périmètre de protection immédiat si le forage s'avère productif. La profondeur prévisionnelle de ce forage est de 150 m.

Enfin, un troisième emplacement (site C, cf. Illustration 10) a été défini à la demande du SIEAM sur le secteur de la Majimbini. Cet emplacement est situé 450 m en amont des emplacements précédents, et vise la même cible, à savoir les basaltes  $\beta_2$ . Le site de Majimbini - F3 est donné pour information en tant que site de secours.

Sites	X (en m)	Y (en m)	Altitude (m)	Profondeur (m)
Majimbini - F1	522 620	8 586 888	47	120 – 150
Majimbini - F2	522 282	8 586 968	65	120 – 150
Majimbini - F3	522 536	8 586 875	75	120 – 150

*Illustration 9 : coordonnées des sites proposés, dans le système de projection RGM04 - UTM38S*

<sup>3</sup> Les anomalies positives en radon sont considérées comme des indicateurs de zones faillées/fracturées (cf. BRGM/RP-55322-FR).

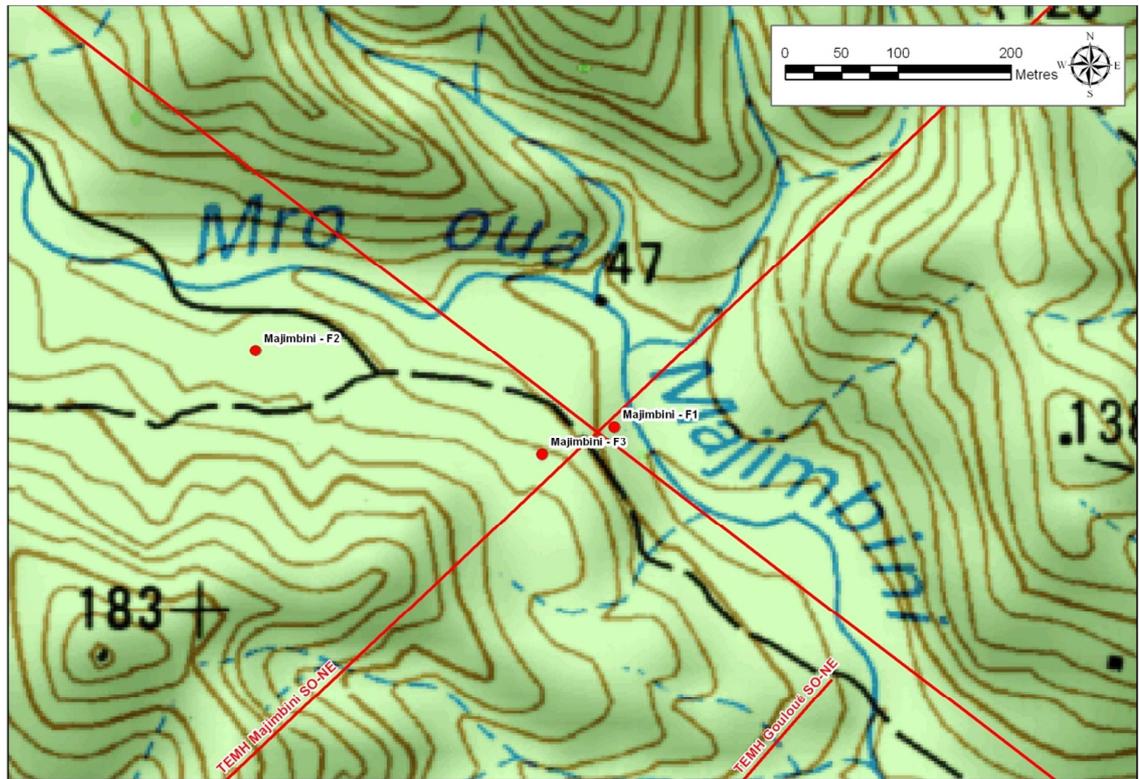


Illustration 10 : Zoom sur l'emplacement des sites proposés pour la Majimbini

### 3.2. SECTEUR DE GOULOUE (1 FORAGE)

Ce secteur est situé à moins de 4 kilomètres du centre-ville de Mamoudzou, et plus précisément dans la vallée de la rivière Gouloué, en amont du lieu-dit Passamaïnty, à une altitude comprise entre 15 et 65 m.

Deux forages ont été réalisés dans cette vallée (Gouloué 1 : N°BSS 12307X0045, rapport BRGM RP-52035-FR et Gouloué 2, N°BSS 12307 X0053, rapports BRGM RP-52551-FR) et peuvent être exploités à un débit avoisinant les 32 m<sup>3</sup>/h (11 m<sup>3</sup>/h pour Gouloué 1 et 21 m<sup>3</sup>/h pour Gouloué 2). Le rapport BRGM/RP-57109-FR synthétise les principales informations concernant ces forages, d'autre part, les deux coupes de résistivité réalisées sont présentées dans l'illustration 37 en annexe 2.

Un troisième forage sur ce site avait été proposé dans le rapport BRGM/RP-55322-FR, en aval des forages Gouloué 1 et 2 et en rive gauche de la rivière Gouloué, afin de reconnaître les formations plus récentes susceptible d'être présente. Compte tenu des difficultés d'accès de ce site, le SIEAM a souhaité que le BRGM propose une cible alternative qui serait située en rive droite de la rivière (afin d'éviter l'aménagement d'un gué et des travaux en rivière), le long ou à proximité de la piste actuelle longeant la rivière.

Fin 2010, dans le cadre du projet GéoMayotte, des relevés géophysiques hélicoptés (tomographie électromagnétique) ont été réalisés et ont couvert l'ensemble du département. Plusieurs coupes ont été réalisées afin d'appréhender la structure des formations géologiques.

Deux coupes interprétatives des relevés géophysiques hélicoptés, localisées sur l'illustration 11, sont présentées dans l'illustration 12 et l'illustration 13 (Les lignes de vol et les points de mesures sont présentées en annexe 3 dans l'illustration 42). Elles ont été réalisées au droit d'un site répondant aux contraintes d'accès (dénommé G3 : Gouloué 3). La présence d'un horizon résistant à l'aval des forages Gouloué 1 et 2 (et de résistivité supérieure à celle de l'horizon recoupé par ces deux forages) a été identifiée et son extension a pu être précisée. Cet horizon, indiqué  $\beta_{2\text{-bis}}$  est attribuées aux coulées de basaltes  $\beta_2$  (selon la terminologie employée dans le rapport BRGM/RP-55322-FR). Ces basaltes  $\beta_2$  se sont mis en place en plusieurs coulées successives, l'horizon  $\beta_{2\text{-bis}}$  pourrait ainsi correspondre à une coulée plus résistante, potentiellement saine et fissurée.

Ainsi, les résultats de la tomographie électromagnétique confirment la présence d'un horizon résistant potentiellement sain et fissuré susceptible d'être aquifère. Son extension et la structure des formations sous et sus-jacente a également pu être affinée.

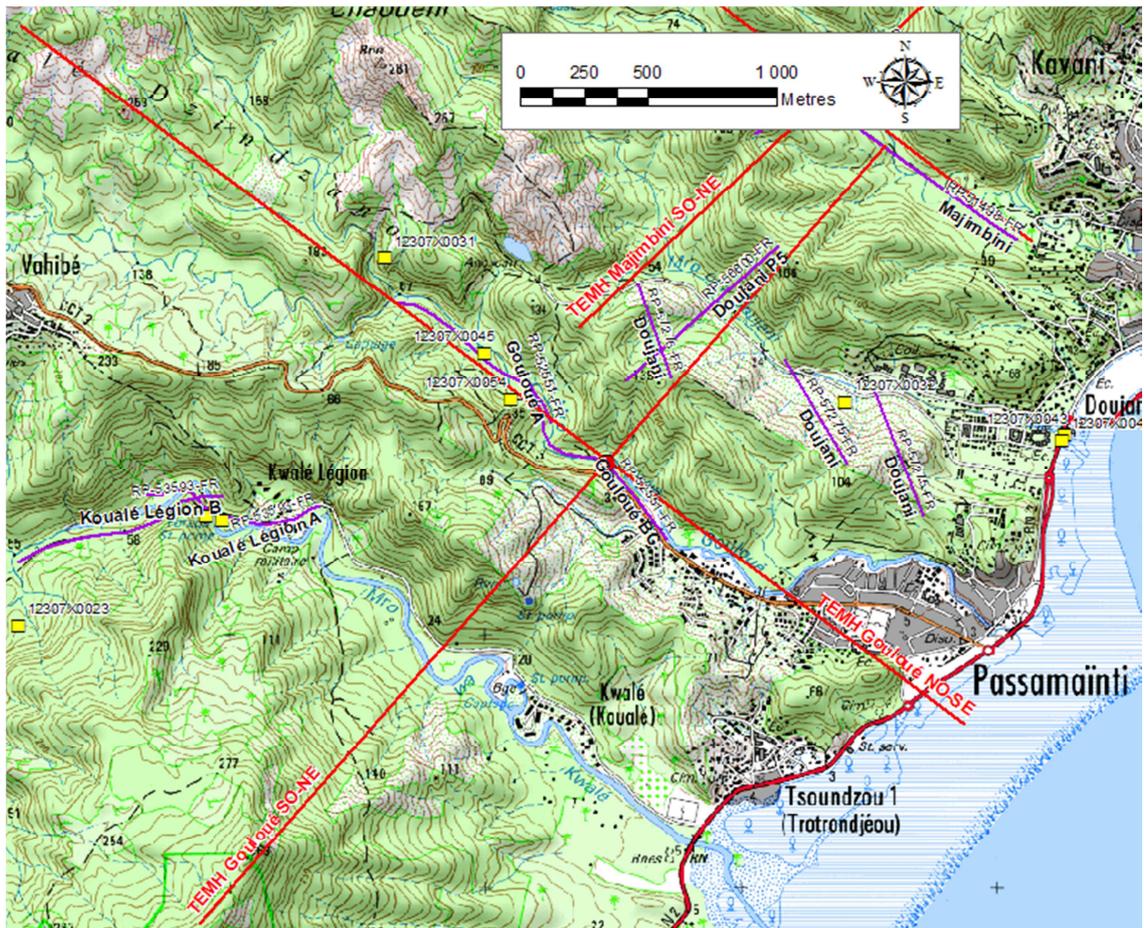


Illustration 11 : Localisation des coupes TEM (en rouge) réalisées sur le secteur de Gouloué. (Les panneaux électriques réalisés dans les précédentes études sont référencés par leur numéro de rapport et le nom du profil dans le rapport)

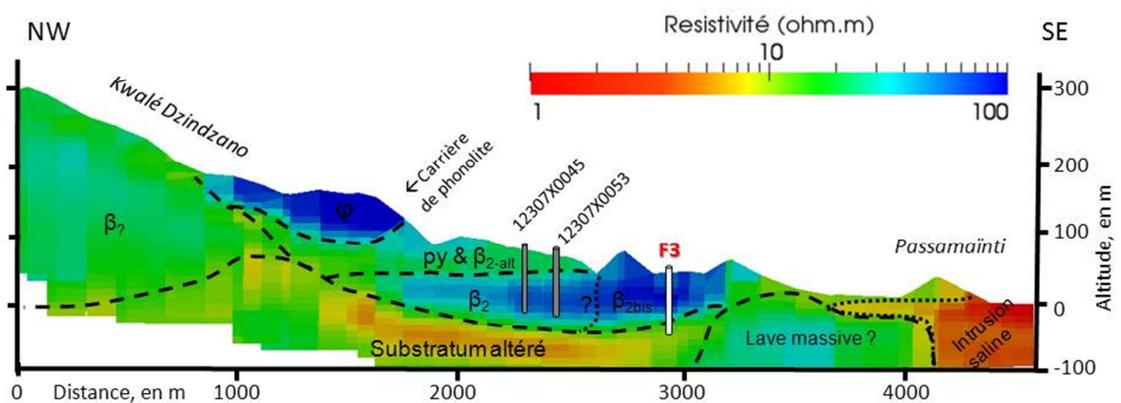


Illustration 12 : Coupe TEM NW-SE sur le secteur de Gouloué. L'emplacement du forage prévisionnel est indiqué par un cylindre blanc (site dénommé G3). Les deux forages d'exploitation existants sont indiqués par les cylindres gris.

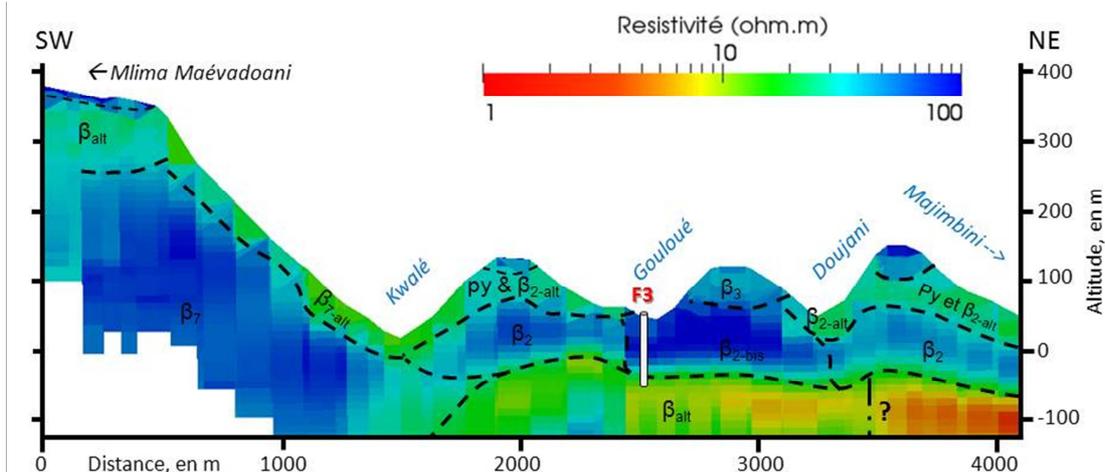


Illustration 13 : Coupe TEM SW-NE sur le secteur de Gouloué. L'emplacement du forage prévisionnel est indiqué par un cylindre blanc (site dénommé G3).

La structure géologique du secteur de Gouloué serait ainsi la suivante (du plus ancien au plus récent) :

- Un horizon conducteur (résistivités comprises entre 5 et 20 ohm.m) d'au moins 100 m d'épaisseur attribué à des laves altérées probablement antérieures à l'édifice volcanique du Mtsapéré. Au droit du futur forage ces formations seraient situées à partir de -50 m NGM (soit environ  $-80 \text{ m} \pm 10 \text{ m}$ ). Le forage de reconnaissance devra recouper cet horizon sur au moins 10 à 20 m afin de s'assurer de sa nature géologique et de la présence ou non d'eau salée (compte tenu des fortes résistivités, cette hypothèse est néanmoins peu probable) et devra donc être foré sur 100 à 110 m de profondeur.
- Un horizon résistant  $\beta_2$  (résistivités comprises entre 30 et 70 ohm.m) de 70 m d'épaisseur en moyenne et attribué aux basaltes à phénocristaux de pyroxène du Mtsapéré ( $\beta_2$  selon la terminologie employée dans le rapport BRGM/RP-55322-FR). Cet horizon est celui qui a été recoupé par les forages Gouloué 1 et 2. L'horizon  $\beta_{2\text{-bis}}$ , situé au droit du futur forage, présente des résistivités plus élevées (60 à 130 ohm.m) et, comme expliqué ci-dessus, pourrait correspondre à une coulée de basaltes  $\beta_2$  plus résistante, potentiellement saine et fissurée. Cet horizon  $\beta_{2\text{-bis}}$  avait été recoupé par les profils électriques réalisés en 2003 et correspondait également à l'horizon le plus résistant.
- Comme pour le site de Majimbini, l'horizon résistant  $\beta_2$  est recouvert en rive droite par un horizon de résistivités comprises entre 20 et 30 ohm.m, d'épaisseur comprise entre quelques mètres et au maximum quelques dizaines de mètres, attribué au profil d'altération des basaltes  $\beta_2$ . Ces basaltes altérés seraient également recouvert par des dépôts pyroclastiques lités. Ces deux horizons ne se distinguent pas nettement sur les profils électriques ou sur la tomographie électromagnétique en raison de leurs résistivités supposées similaires.

La coupe NW-SE (Illustration 12) permet également de mettre clairement en évidence la présence d'une coulée de phonolite (observable également dans une petite carrière) en amont des forages de Gouloué. De même, la présence d'un ancien dôme de lave massive est suspectée à l'aval de ce profil, jouant le rôle de barrage hydraulique empêchant ainsi l'intrusion d'eau salée (résistivité comprise entre 1 et 5 ohm.m).

L'emplacement du forage proposé (site G3, cf. Illustration 14 et Illustration 15) prend en compte les contraintes d'accessibilité et d'aménagement indiquées par le SIEAM lors de la visite réalisée sur le site début juin 2011. L'emplacement proposé se situe en outre entre l'abscisse 50 et 75 du profil BC (Illustration 37). La profondeur prévisionnelle de ce forage est de 110 m.

Sites	X (m)	Y (m)	Altitude (m)	Profondeur (m)
Gouloué - F3	521 745	8 585 367	26 m	100 – 110

Illustration 14 : coordonnées du site proposé (système de projection RGM04\_UTM\_38s)

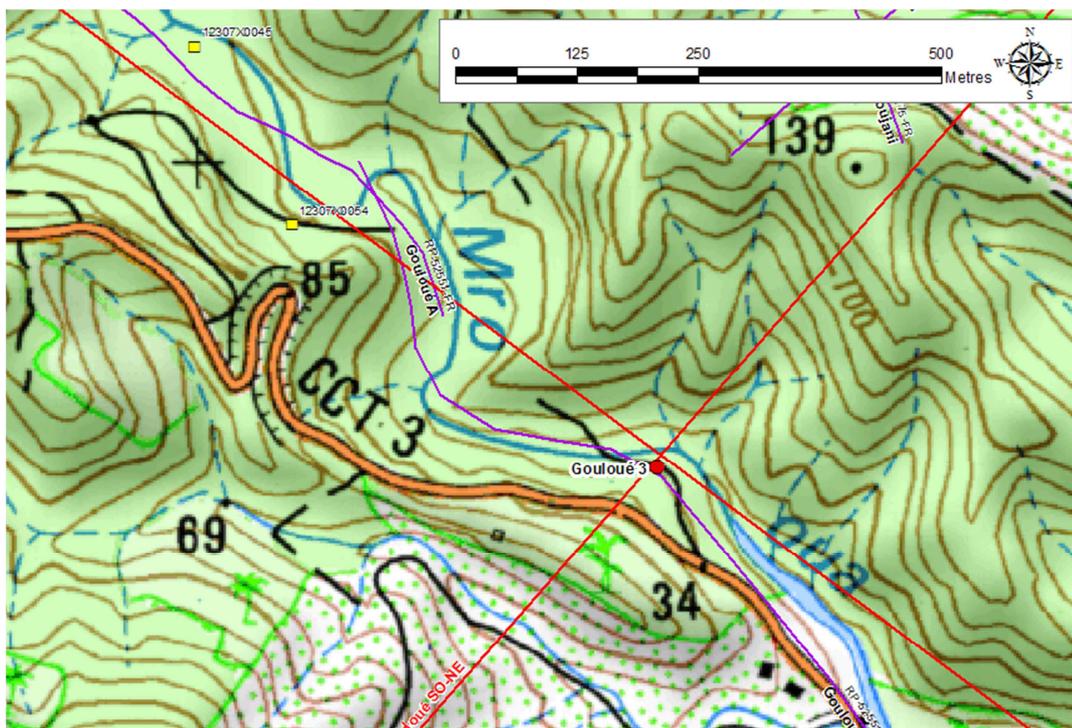


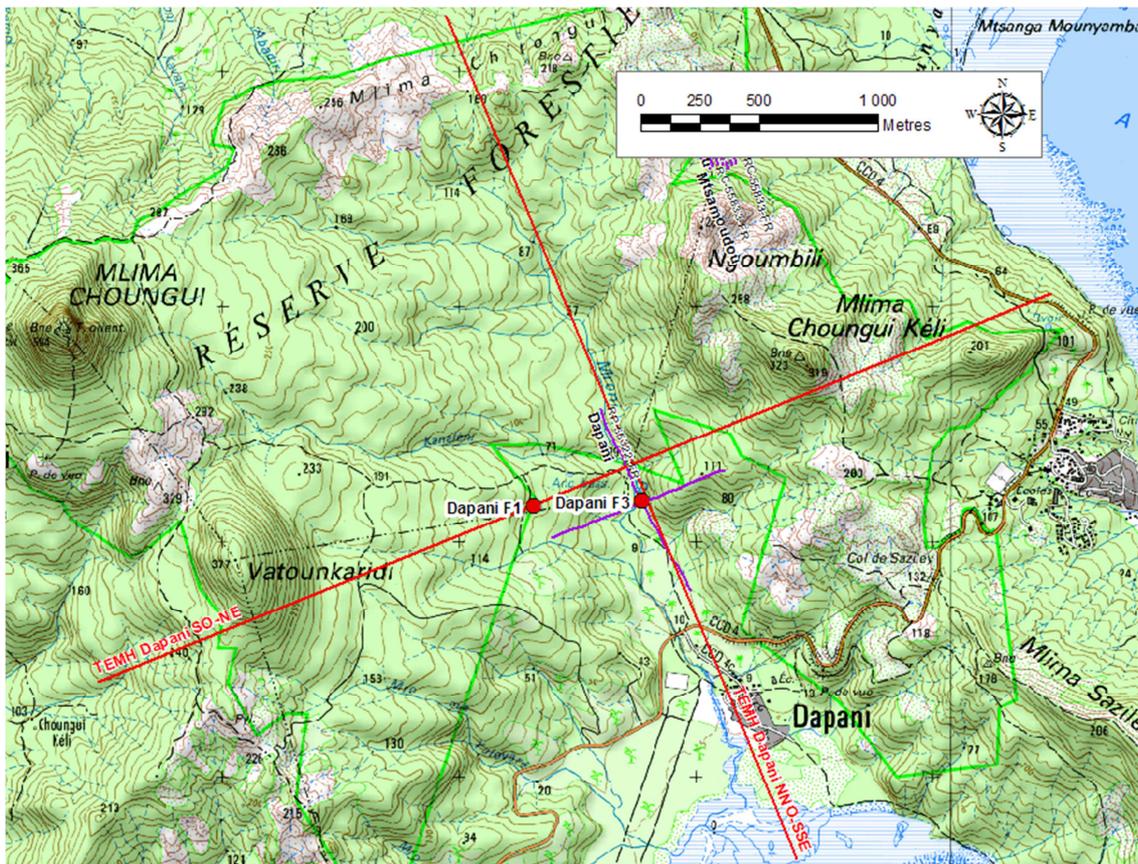
Illustration 15 : Zoom sur l'emplacement du site proposé pour la Gouloué

### 3.3. SECTEUR DE DAPANI (2 FORAGES)

Ce secteur est situé au Sud de l'île de Mayotte, entre le mont Choungui et la presqu'île de Sazilé.

Des investigations géologiques ont été réalisées sur ce secteur en 2002 (Rapport BRGM/RP-52193-Fr) puis des investigations géologiques, hydrogéologiques et géophysiques ont été réalisées en 2006-2007 dans le cadre du programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines de Mayotte (Rapport BRGM/RP-55322-FR). Les deux coupes de résistivité réalisées sont présentées dans l'illustration 38 en annexe 2.

Plusieurs coupes ont été réalisées à partir des mesures géophysiques héliportés afin d'appréhender la structure des formations géologiques. Deux coupes représentatives, localisées sur l'illustration 16, sont présentées dans l'illustration 17 et Illustration 18. (Les lignes de vol et les points de mesures sont présentées en annexe 3 dans l'illustration 43).



*Illustration 16 : Localisation des coupes TEM (en rouge) réalisées sur le secteur de Dapani. (Les panneaux électriques réalisés dans les précédentes études sont référencés par leur numéro de rapport et le nom du profil dans le rapport)*

Elles ont volontairement été tracées dans la continuité des panneaux électriques réalisés en 2006-2007 (cf. ci-dessus) afin de pouvoir comparer les résultats des deux méthodes et de valider la cible précédemment définie.

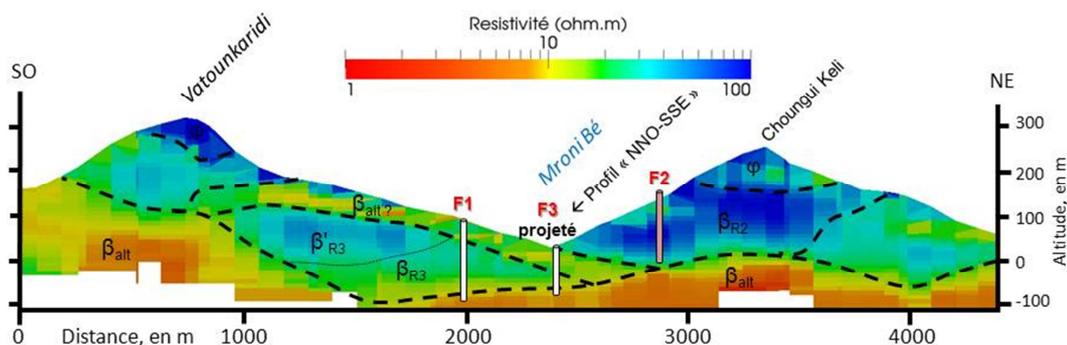


Illustration 17 : Coupe SO-NE du site de Dapani

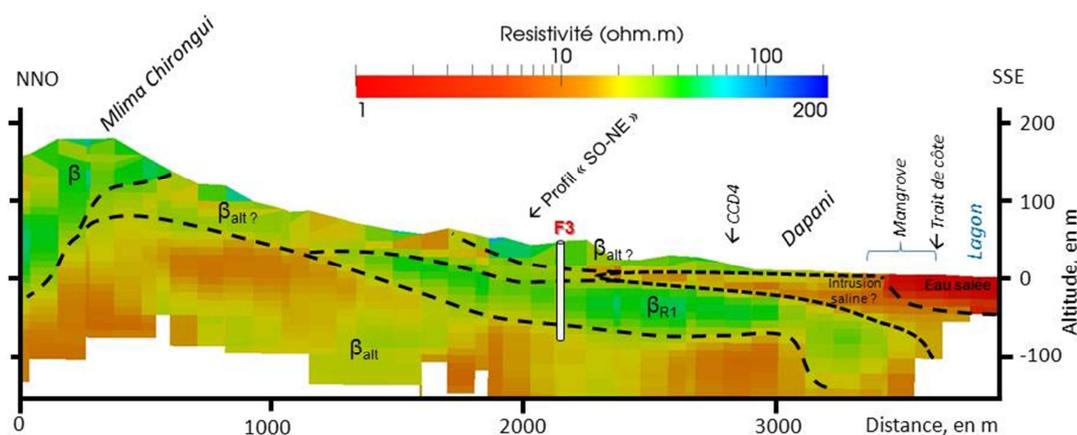


Illustration 18 : Coupe NNO-SSE du site de Dapani

Ainsi, les résultats de la tomographie électromagnétique hélicoptérée confirment la présence des horizons résistants R1, R2 et R3 identifié en 2006-2007 (cf. Illustration 38 en annexe) potentiellement fissurés et susceptible d'être aquifère. Son extension et la structure des formations sous et sus-jacente a également pu être affinée.

La structure géologique du secteur de Dapani serait ainsi la suivante (du plus ancien au plus récent) :

- Un horizon conducteur (résistivités comprises entre 5 et 10 ohm.m) d'au moins 100 m d'épaisseur attribué à des basaltes altérés correspondant probablement au bouclier du complexe volcanique du sud. Au droit du futur

forage F3 ces formations seraient situées à partir de -80 m NGM environ ( $\pm$  10 m).

- Un horizon moyennement résistant (résistivités comprises entre 15 et 25 ohm.m) d'environ 50 m d'épaisseur au droit du futur forage F3 et attribué à des basaltes fissurés indéterminés. Cet horizon est la cible R1 identifiée à la suite des différentes prospections et sera recoupée par le forage F3. Cet horizon semble également être dans la continuité de l'horizon résistant  $\beta_{R3}$  identifié sur le profil SO-NE avec des résistivités comprises entre 20 et 30 ohm.m ( $\beta_{R3}$ ) dans sa partie est/aval et des résistivités comprises entre 30 et 50 ohm.m ( $\beta'_{R3}$ ) dans sa partie ouest/amont. Cet horizon  $\beta_{R3}$  est la cible du forage F1.
- Un horizon semi-résistant (résistivités comprises entre 10 et 15 ohm.m) d'environ 30 m d'épaisseur et dont la résistivité diminue en se rapprochant du lagon (5 à 10 ohm.m entre la départementale et la mangrove). Cet horizon est a priori perméable et la diminution de la résistivité est interprétée soit comme une intrusion d'eau salée soit comme le profil d'altération des basaltes sous-jacent. La seconde hypothèse est renforcée par le fait que cet horizon ce retrouve en amont vers le Mlima Chiroungui et sur les pentes du Vatounkaridi (profil SO-NE). Cet horizon sera recoupé par le forage F3.
- Un horizon résistant (résistivités comprises entre 50 et 100 ohm.m) attribué à des basaltes massifs sains (observés sur la route entre Dapani et Mtamoudou) et correspondant à l'horizon R2 sur l'illustration 38. L'épaisseur de cet horizon serait de l'ordre d'une centaine de mètres. Cet horizon est la cible du forage F2.
- Enfin des phonolites résistantes arment les mont Choungui Keli et Vatounkaridi.

Les emplacements des forages proposés (cf. Illustration 19 et Illustration 20) prennent en compte les contraintes d'accessibilité et d'aménagement indiquées par le SIEAM lors de la visite réalisée sur le site début juin 2011. Le forage F2 ne sera ainsi pas réalisé en raison des difficultés d'accès et des fortes pentes. Pour des questions pratiques le forage F3 est renommé F2.

Sites	X (en m)	Y (en m)	Altitude (m)	Profondeur (m)
Dapani - F1	516 541	8 566 892	85	150 – 200
Dapani – F2	516 999	8 566 915	20	100 – 120

*Illustration 19 : coordonnées des sites proposés à Dapani, dans le système de projection RGM04\_UTM\_38s*

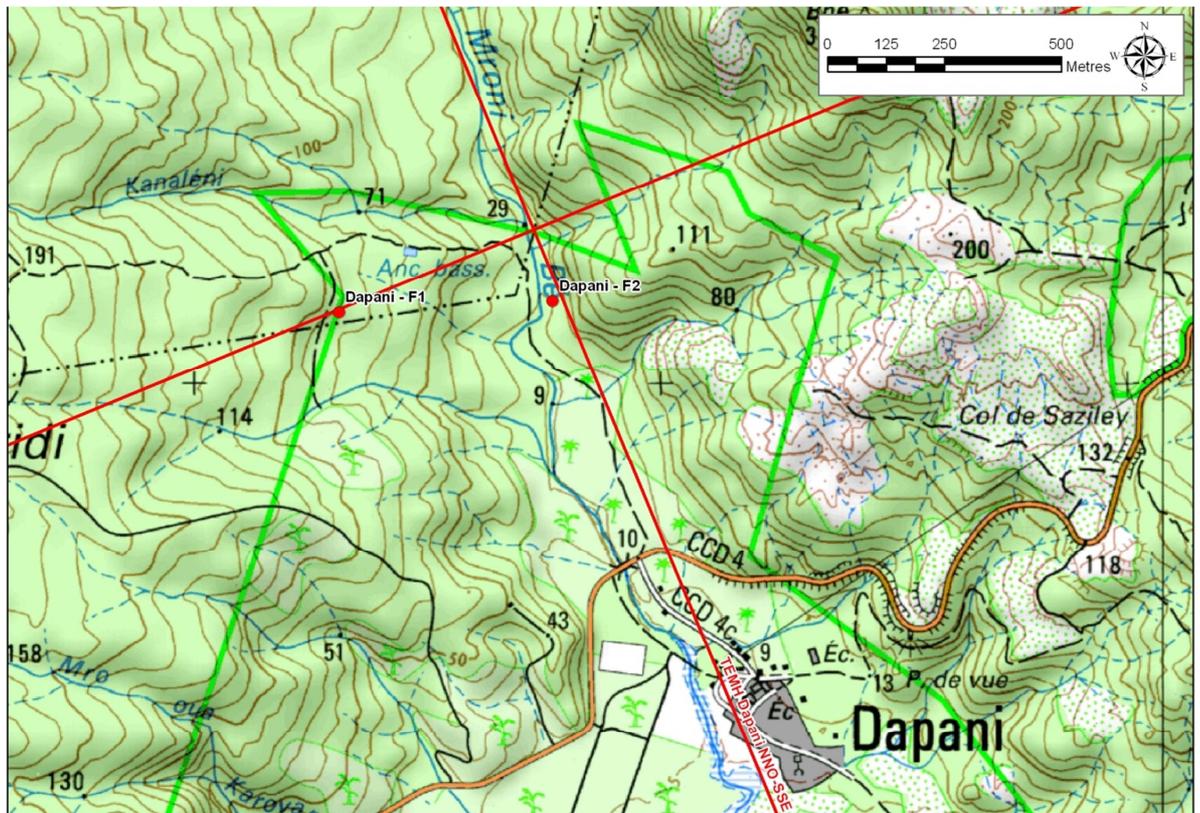


Illustration 20 : Zoom sur l'emplacement des sites proposés pour Dapani

### 3.4. SECTEUR D'ACOUA (1 FORAGE)

Ce secteur est situé au Nord-Ouest de l'île de Mayotte, en amont immédiat du village d'Acoua, au-dessus de l'école primaire.

Des investigations géologiques, hydrogéologiques et géophysiques ont été réalisées en 2006-2007 dans le cadre du programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines de Mayotte (Rapport BRGM/RP-55322-FR). La coupe de résistivités réalisées est présentée dans l'illustration 39 en annexe 2.

Plusieurs coupes ont été réalisées à partir des relevés géophysiques héliportés afin d'appréhender la structure des formations géologiques. Deux coupes représentatives, localisées sur l'illustration 21, sont présentées dans l'illustration 22 et l'illustration 23. (Les lignes de vol et les points de mesures sont présentées en annexe 3 dans l'illustration 44).

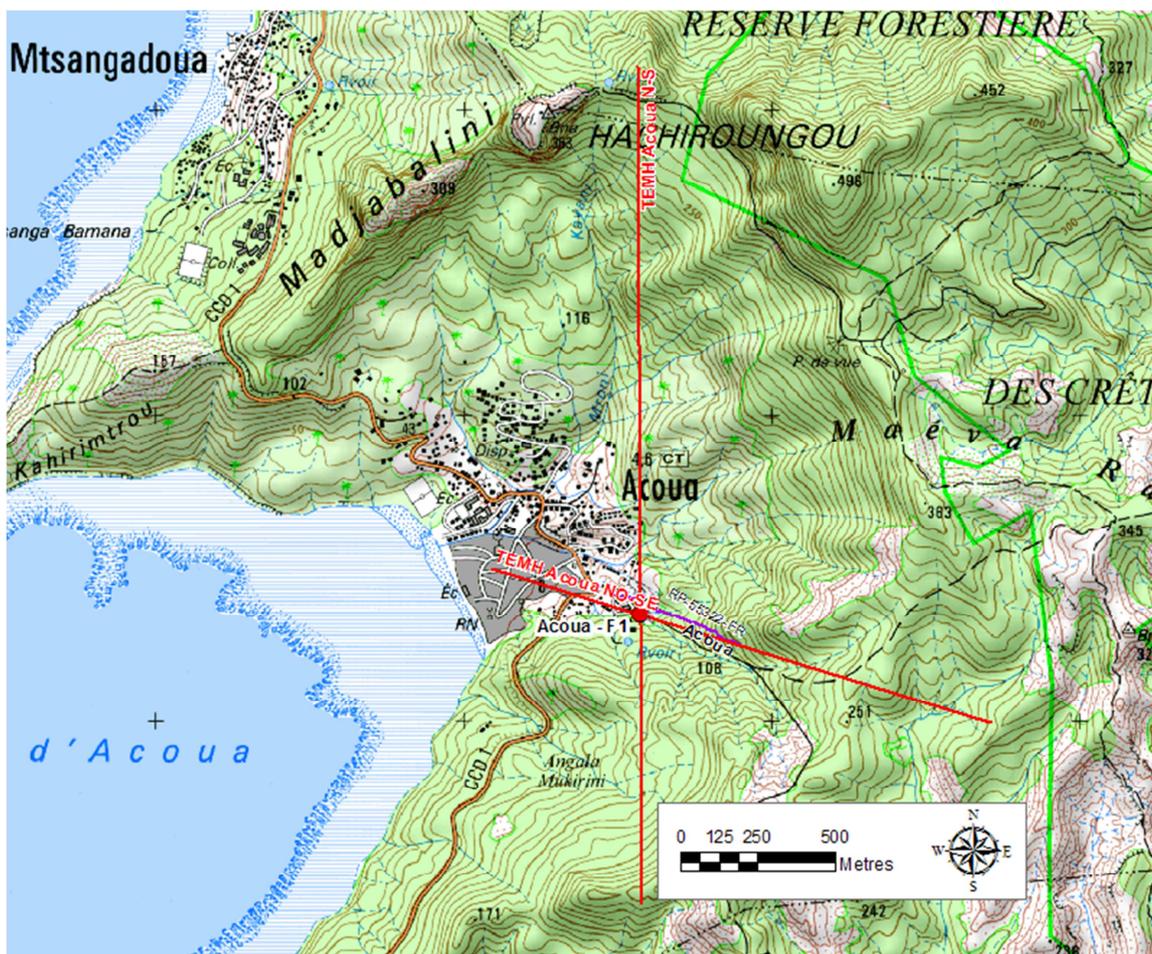


Illustration 21 : Localisation des coupes TEM (en rouge) réalisées sur le secteur d'Acoua. (Les panneaux électriques réalisés dans les précédentes études sont référencés par leur numéro de rapport et le nom du profil dans le rapport)

La coupe NO-SE a volontairement été tracées dans la continuité du panneau électrique réalisé en 2006-2007 (cf. Illustration 39) afin de pouvoir comparer les résultats des deux méthodes et de valider la cible précédemment définie.

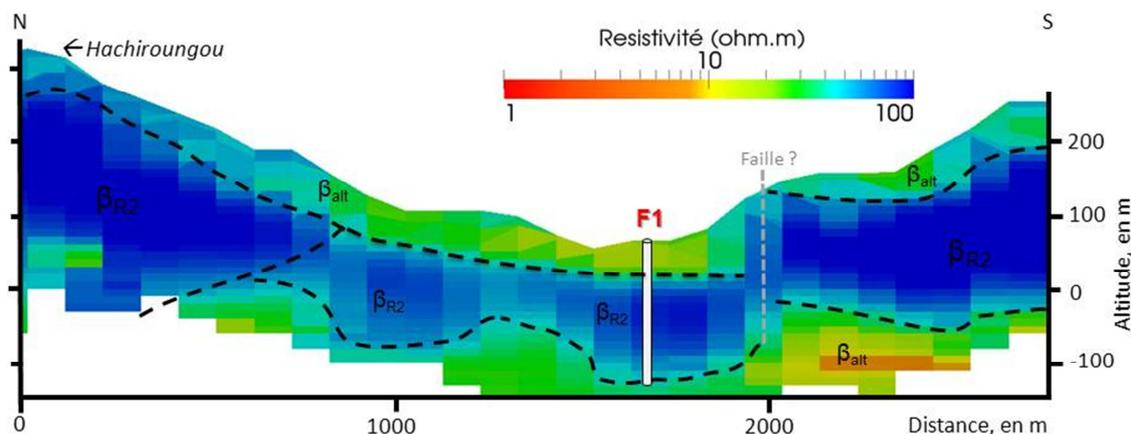


Illustration 22 : Coupe N-S du site d'Acoua

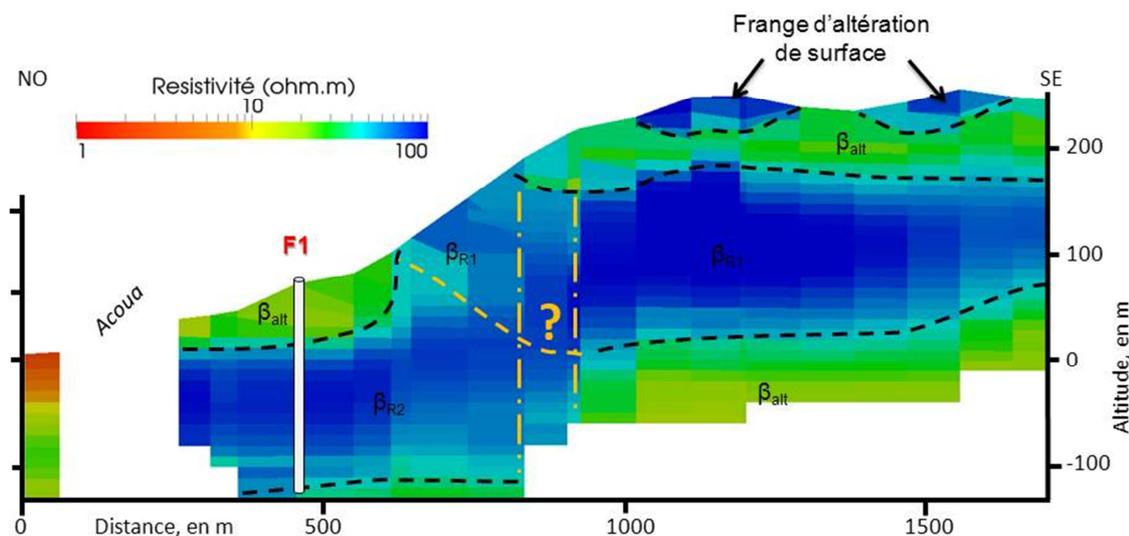


Illustration 23 : Coupe NO-SE du site d'Acoua

Ainsi, les résultats de la tomographie électromagnétique hélicoptérée confirment la présence des horizons résistants R1 et R2 identifié en 2006-2007 potentiellement fissurés et susceptible d'être aquifère. Son extension et la structure des formations sous et sus-jacente a également pu être affinée.

La structure géologique du secteur d'Acoua serait ainsi la suivante (du plus ancien au plus récent) :

- Un horizon conducteur (résistivités comprises entre 5 et 30 ohm.m) d'au moins 100 m d'épaisseur attribué à des basaltes altérés correspondant probablement au bouclier du complexe septentrional. Au droit du futur forage F1 ces formations seraient situées à partir de - 110 m NGM environ ( $\pm 10$  m). Ces laves altérées, ainsi que les formations le surmontant, seraient affectées par une discontinuité géo-électrique (bien visible sur le profil N-S, au sud du futur forage) ayant entraîné un décalage d'une centaine de mètres. Cette discontinuité pourrait être attribuée à une faille ou à la bordure d'une ancienne caldeira de l'édifice situé à l'ouest d'Acoua.
- Un horizon résistant ( $\beta_{R2}$ : résistivités comprises entre 50 et 100 ohm.m) d'environ 100 m d'épaisseur ayant rempli une structure de type paléovallée (entre l'abscisse 750 et 2000 m sur la coupe Nord-Sud). Cet horizon avait également été recoupé par le panneau électrique réalisé en 2006-2007 et est attribué à des basaltes sains fissurés. Le futur forage de reconnaissance F1 aura comme objectif de recouper cette formation sur toute sa hauteur, à l'endroit où elle est la plus épaisse et la plus profonde.
- Un horizon conducteur ( $\beta_{alt}$ : résistivités comprises entre 10 et 30 ohm.m) d'environ 30 à 50 m d'épaisseur et attribués au profil d'altération des basaltes sous-jacents ( $\beta_{R2}$ ).
- Un horizon très résistant ( $\beta_{R1}$ : résistivités comprises entre 80 et 200 ohm.m) de 100 à 200 m d'épaisseur, constituant le « corps » des reliefs, et attribués à des laves massives.
- Un horizon semi-résistant (résistivités comprises entre 40 et 50 ohm.m) d'environ 30 à 50 m d'épaisseur et attribué à des éboulis et colluvions de pentes issues de l'érosion progressive des formations basaltiques armant les reliefs.

L'illustration 23, représente la coupe NO-SE du secteur d'Acoua. Une incertitude subsiste quant à la structure des basaltes  $\beta_{R1}$ ,  $\beta_{R2}$ , et des phonolites  $\phi$  entre les abscisses 700 et 900. Les basaltes  $\beta_{R1}$  ont également été recoupés par le panneau électrique réalisé en 2006-2007 mais « l'imbrication » avec l'horizon attribué aux phonolites est délicate. Les discontinuités géoélectriques pourraient ainsi être associées à des failles notamment compte tenu du décalage apparent dans les formations altérées.

L'emplacement du forage proposé (cf. Illustration 24 et Illustration 25) prend en compte les contraintes d'accessibilité et d'aménagement indiquées par le SIEAM lors de la visite réalisée sur le site début juin 2011. Le forage a ainsi été rapproché de l'école primaire (par rapport à l'implantation proposée dans le rapport BRGM/RP-55322-FR) afin de faciliter l'accès de la foreuse. La profondeur de ce forage devra être d'au moins 100 m et pourra éventuellement être prolongée jusqu'à 200 m (en fonction des capacités de la foreuse) pour recouper l'ensemble de la formation résistante.

Site	X (en m)	Y (en m)	Altitude (m)	Profondeur (m)
Acoua - F1	506 805	8 593 086	45 – 50	100 – 200

Illustration 24 : coordonnées des sites proposés à Acoua (système de projection RGM04\_UTM\_38s)



Illustration 25 : Zoom sur l'emplacement des sites proposés pour Acoua

### 3.5. SECTEUR DE KANGANI-TREVANI-KOUNGOU (3 FORAGES)

Ce secteur est situé au Nord-Est de l'île de Mayotte, à environ six kilomètres à l'Ouest de Mamoudzou. Initialement ciblé uniquement sur l'amont de la vallée de la Kangani, ce secteur a été étendu à l'est vers les hauts de Kangani et de Koungou afin de suivre la formation résistante identifiée à Kangani.

Des investigations ont été réalisées à plusieurs reprises dans la vallée de la Kangani. Deux forages ont été réalisés en 2000 et 2005 (N°BS S 12307X0115 et 12307X0117). Le premier a été réalisé 500 m en amont du stade de Kangani. D'une profondeur de 52 m, il a rencontré des venues d'eau au sein de formations basaltiques. Le second, réalisé 500 m plus haut, et d'une profondeur de 86 m, n'a pas rencontré de niveaux aquifères et a été remblayé (cf. rapport BRGM/RP-54670-FR). Des prospections géophysiques ont été réalisées à la suite de ce forage (Rapport BRGM/RP-54111-FR, cf. Illustration 40) puis des prospections géologiques, hydrogéologiques, radon et géophysiques ont été réalisées en 2006-2007 (rapport BRGM/RP-55322-FR). Ces dernières prospections avaient préconisées deux implantations en aval et en amont du forage sec (12307X0117).

Plusieurs coupes ont été réalisées grâce aux tomographies électromagnétiques héliportées et sont localisées sur l'illustration 27. (Les lignes de vol et les points de mesures sont présentées en annexe 3 dans l'illustration 45).

La première coupe (Illustration 26) permet de mieux appréhender la structure des formations géologiques et notamment l'extension de l'horizon résistant R2 identifié en 2006-2007 (cf. Illustration 40, en annexe). Ainsi, le forage dénommé F4 dans le présent rapport (et correspondant au site le plus prometteur du rapport BRGM/RP-55322-FR) recouperait bien un horizon résistant (dénommé  $\beta_3$  sur l'illustration 26) sur les premières dizaines de mètres mais recouperait ensuite les mêmes formations que celles recoupées dans le forage sec (12307X0117).

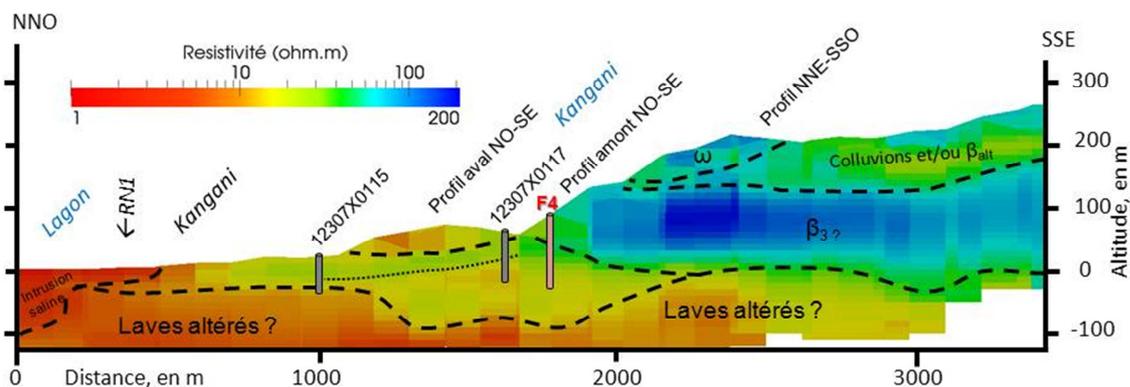


Illustration 26 : Coupe NNO-SSE du site de Kangani. Le site de forage initialement proposé (F4) est indiqué par le cylindre rose et les forages existants par les cylindres gris.

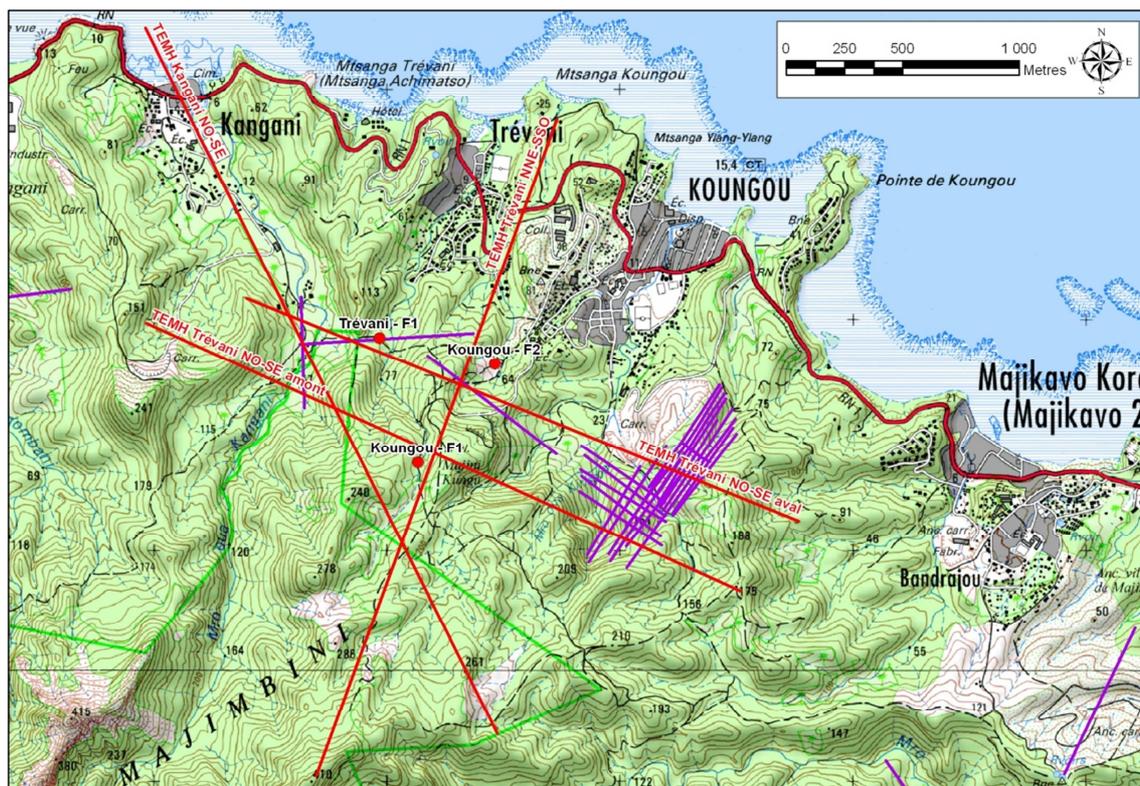


Illustration 27 : Localisation des coupes TEM (en rouge) réalisées sur le secteur de Kangani-Trevani-Koungou. (Les panneaux électriques réalisés dans les précédentes études sont référencés par leur numéro de rapport et le nom du profil dans le rapport)

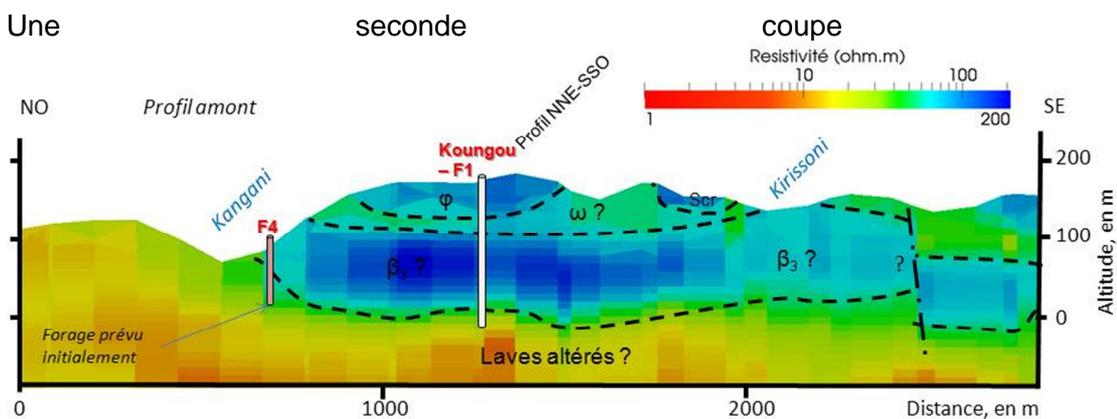


Illustration 28) a ainsi été réalisée pour étudier l'extension de la formation résistante  $\beta_3$ . Elle montre que cette formation résistante s'est mise en place dans une paléovallée d'orientation sud-ouest => nord-est, et que le forage F4 est en fait située juste en bordure de cette paléovallée. Le site de forage Koungou - F1 a ainsi été proposé comme solution alternative, afin de recouper sur toute sa hauteur la formation résistante  $\beta_3$ .

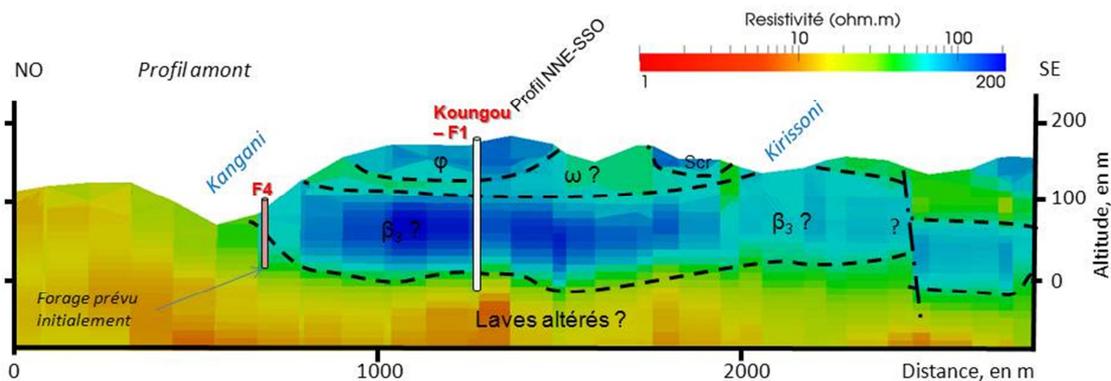


Illustration 28 : Coupe NO-SE (profil amont) du site de Kangani-Trevani-Koungou. Le site de forage proposé (Koungou - F1) est indiqué par le cylindre blanc et le site initial (F4) par le cylindre rose.

Une coupe transversale, dans l'axe présumé de la paléovallée, a ensuite été réalisée, toujours dans l'objectif de bien contraindre l'extension de cette formation. L'extension de l'horizon  $\beta_3$  est bien confirmée, ainsi que la morphologie de son substratum. Une intrusion saline est suspectée au sein des laves altérées (abscisse 0 à 500 m environ), mais le risque d'un impact direct sur l'exploitation du forage Koungou - F1 (dans l'hypothèse où il recoupe une nappe dans l'horizon résistant) apparaît peu probable. Un autre site de forage situé plus en aval de celui-ci a été proposé (Koungou - F2), afin de recouper l'horizon  $\beta_3$  dans sa partie aval.

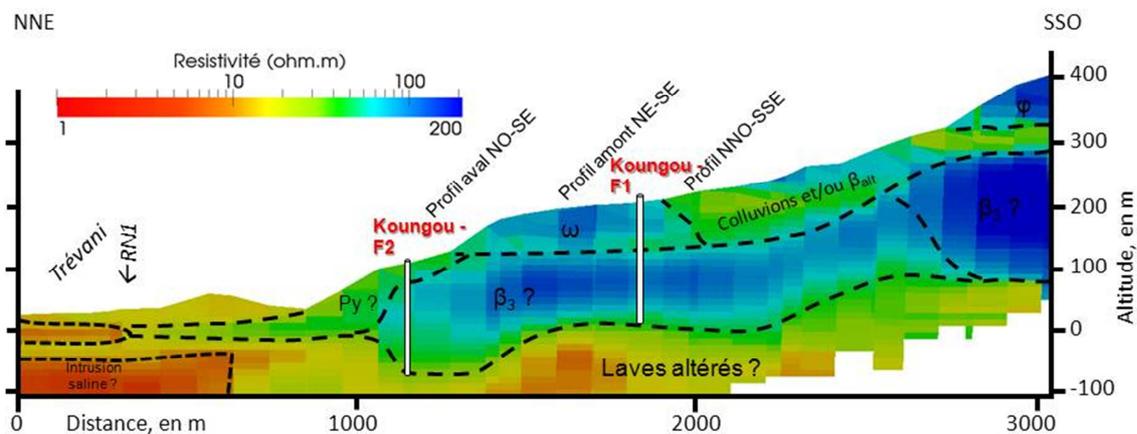


Illustration 29 : Coupe NNE-SSO à Trevani-Koungou

Une dernière coupe a été réalisée au niveau du forage Koungou - F2 afin d'apprécier l'extension de l'horizon  $\beta_3$  vers l'aval. Un dernier site de forage Trévani - F1 est proposé pour renforcer la reconnaissance de ce site, à l'endroit où cet horizon apparaît le plus profond.

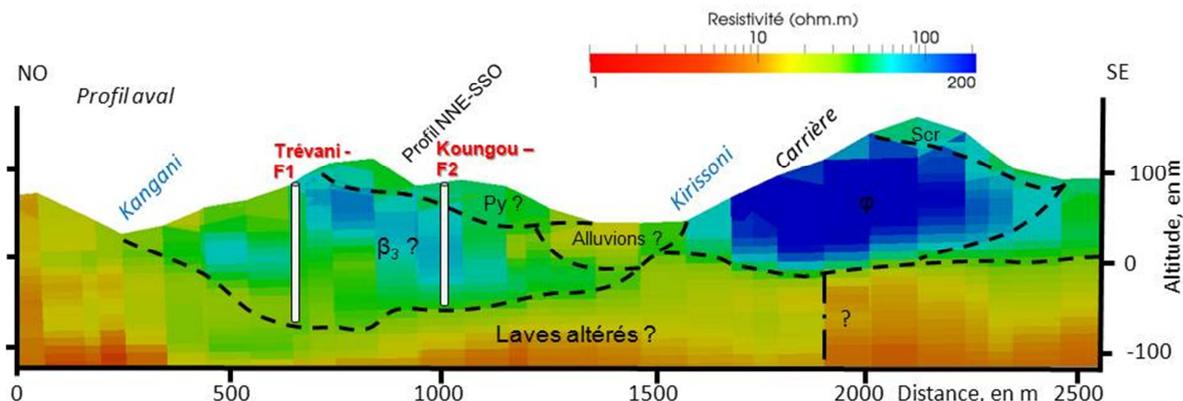


Illustration 30 : Coupe NO-SE (profil aval) du secteur de Trévani-Koungou

La structure géologique du secteur de Kangani-Trévani-Koungou serait la suivante (du plus ancien au plus récent) :

- Un horizon conducteur (résistivités comprises entre 5 et 25 ohm.m) d'au moins 100 m d'épaisseur attribué à des formations laviques altérées probablement antérieures à l'édifice volcanique du Mtsapéré. Cet horizon est plus conducteur vers l'aval.
- Un horizon semi-conducteur (résistivités comprises entre 10 et 25 ohm.m) localisé dans la vallée de Kangani et attribué au remplissage d'une ancienne paléovallée (abscisse 1000 à 2000 sur l'illustration 26) par des pyroclastites et/ou des alluvions/colluvions (cet horizon se distingue des laves altérées sous-jacentes qui sont plus conductrices vers l'aval) sur une centaine de mètres d'épaisseur dans sa partie la plus épaisse.
- Un horizon résistant (résistivités comprises entre 80 et 200 ohm.m) attribué aux basaltes  $\beta_3$ , sur 100 à 150 m d'épaisseur. Le forage F1 recoupera cet horizon. La résistivité de cet horizon est nettement plus faible à l'aval de l'axe supposé de la paléovallée. Ainsi, les résistivités de cet horizon au niveau de l'illustration 30 sont comprises entre 25 et 80 ohm.m. L'hypothèse envisagée est que « le front » des coulées ayant comblée cette paléovallée soit constitué de scories, moins résistantes que les basaltes auxquels elles sont généralement associées. Les forages Trévani - F1 et Koungou - F2 recouperont cet horizon.
- Un second horizon très résistant (résistivités comprises entre 120 et 500 ohm.m) contemporain ou postérieur à  $\beta_3$  est à noter sur l'illustration 30 et correspond à la carrière de phonolite de Koungou.
- Un horizon semi-résistant 30 à 50 ohm.m attribué à des colluvions ou à la frange d'altération des basaltes sous-jacent sur quelques dizaines de mètres d'épaisseur.

- Localement des horizons résistants « nappant » la topographie et attribués à des coulées peu épaisses (quelques dizaines de mètres d'épaisseur maximum) de téphrites  $\omega$  ou de phonolites ( $\varphi$ ).

Les emplacements proposés (cf. Illustration 31 et Illustration 32) prennent en compte les contraintes d'accessibilité et d'aménagement indiquées par le SIEAM lors des visites réalisées sur le site début juin et début juillet 2011. Le site F4 est donné à titre indicatif.

Sites	X (en m)	Y (en m)	Altitude (m)	Profondeur (m)
Trévani - F1	521 202	8 591 655	60	150 – 160
Koungou - F1	521 366	8 591 115	160	180 – 200
Koungou - F2	521 697	8 591 543	70	120 – 150
Kangani - F4	502 909	8 591 391	75	100

*Illustration 31 : coordonnées des sites proposés à Trévani (système de projection RGM04\_UTM\_38S)*

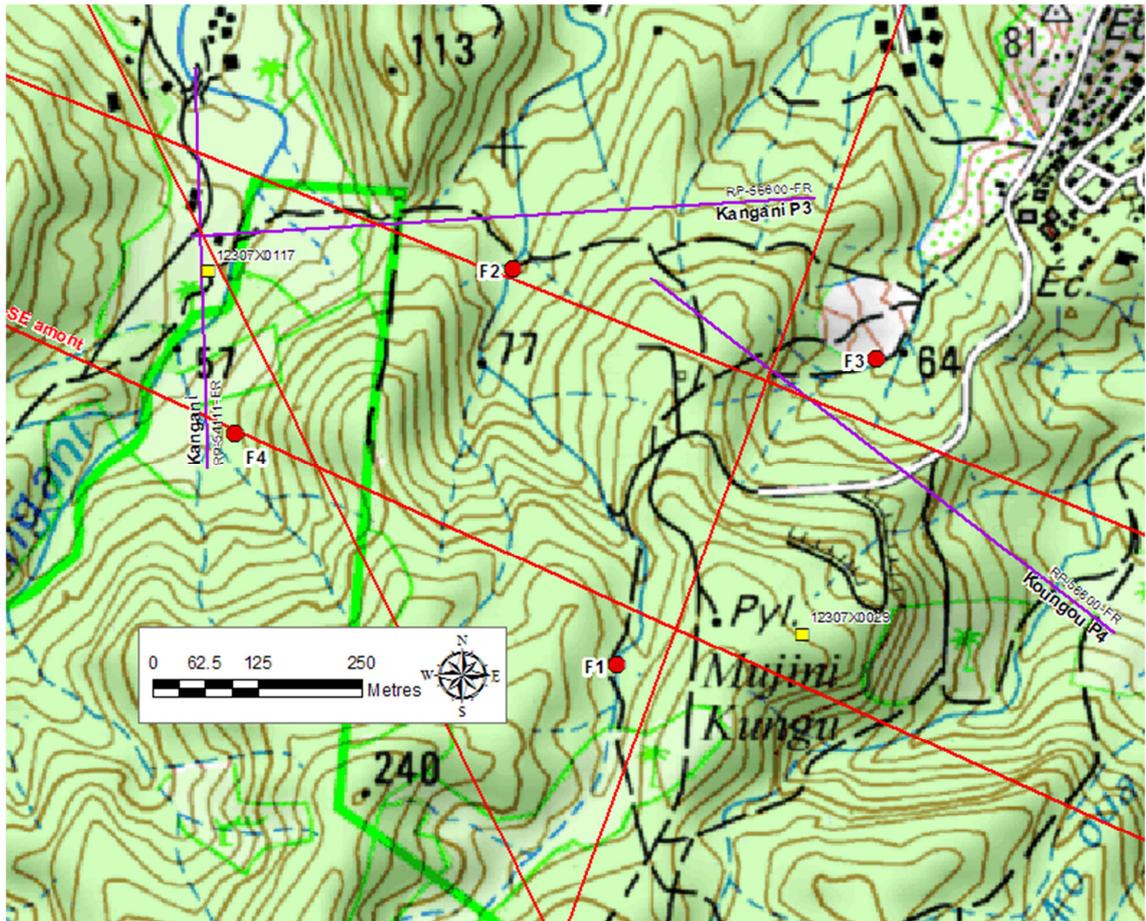


Illustration 32 : Zoom sur l'emplacement des sites proposés pour Kangani-Trévani-Koungou



## 4. Conclusion

Cette étude a permis, grâce à l'utilisation de nouvelles données géophysiques acquises dans le cadre du projet GéoMayotte, d'optimiser l'implantation des neuf forages de cette 5<sup>ème</sup> campagne de prospection d'eau souterraine. L'interprétation du TEM s'est appuyée sur les travaux réalisés en 2005-2007 et couplant des reconnaissances hydrogéologiques de terrain ainsi que des campagnes de géophysique électrique au sol et de radiométrie.

L'implantation définitive des sites a tenu compte des horizons hydrogéologiques ciblés mais également des contraintes foncières et d'accessibilité émises par le SIEAM.

Neuf forages de reconnaissance présentés dans le tableau ci-dessous sont proposés avec des profondeurs prévisionnelles comprises entre 100 et 200 m. En fonction des résultats de ces forages de reconnaissance, ils pourront être réalisés et équipés en forage d'exploitation.

Site	X (RGM04 en m)	Y (RGM04 en m)	Altitude (m)	Profondeur (m)
Majimbini - F1	522 620	8 586 888	47	120 – 150
Majimbini - F3	522 536	8 586 875	75	120 – 150
Majimbini - F2	522 282	8 586 968	65	120 – 150
Gouloué - F3	521745	8 585 367	26	100 – 110
Dapani - F1	516 541	8 566 892	85	150 – 200
Dapani - F2	516 999	8 566 915	20	100 – 120
Acoua - F1	506 805	8 593 086	50	100 – 200
Koungou - F1	521 366	8 591 115	160	180 – 200
Trévani - F1	521202	8 591 655	60	150 – 160
Koungou - F2	521697	8 591 543	70	120 – 150



## 5. Bibliographie

Bonnier J., Jossot O., Lachassagne P. et Mouron R. (2003) - Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte (Campagne 2001-2003). Forage de Gouloué 2 (1230-7X-0053) - Rapport BRGM/RP-52551-FR, 63 p., 20 fig., 4 ann.

DEBEUF, D. (2004). Etude de l'évolution volcano-structurale et magmatique de Mayotte (Archipel des Comores, Océan Indien). Approche structurale, pétrographique, géochimique et géochronologique. Thèse de Doctorat. Université de la Réunion.

Eucher G., Mouron R. (2006) - Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte – Campagne 2005 - Forage 1230-7X-0117 (Kangani 1). BRGM/RP-54670 - FR, 43 p., 8 illustrations, 2 annexes.

FRISSANT N., LACHASSAGNE P., MIEHE J. M., EUCHER G., PETIT V., MOURON R., coll. BARTHELEMY L. (2006) - Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte. Campagne 2006-2007. Synthèse des résultats des reconnaissances géologiques, hydrogéologiques et radon. Proposition d'implantation des sondages de reconnaissance. Rapport BRGM/RP-55322- FR, 138 p., 41 ill. et 6 ann.

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.

JOURDAIN T., LACHASSAGNE P., LEBON D., MIEHE J.M., MOURON R. (2002) - Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte campagne 2001-2002 - Synthèse des résultats des reconnaissances géologiques, hydrogéologiques, géophysiques et radon - Propositions d'implantation des sondages de reconnaissance – Rap. BRGM/RP-51498-FR – 2002 MAY 01, 115 p., 33 fig., 6 tab., 4 ann.

Jourdain T., Maurillon N. et Mouron R. (2002) - Approche géologique et hydrogéologique des ensembles volcaniques de Grande-Terre (Mayotte). Rapport BRGM/RP-51498-FR – 2002 MAYOTTE 04, 80 p., 17 fig., 8 tab., 5 ann.

Malard A. avec la collaboration de B. Aunay, J.F. Vernoux et V. Mardhel (2009) - Etude des bassins d'alimentation des 3 captages du bassin versant du Mro Oua Gouloué – Mayotte (délimitation, vulnérabilité, pressions) – BRGM/RP-57109-FR, 94 p., 19 ill., 10 tab., 4 ann.

STIELGES, L. (1988) Carte géologique de Mayotte (archipel des Comores) au 1/50 000. Notice explicative. BRGM.



## **Annexe 1**

# **Caractéristiques des boucles émetrices et receptrices du TDEM héliporté**



## **Boucle Emettrice**

La boucle TDEM peut être décrite par un octogone dont les coordonnées sont données dans l'illustration 33.

La surface de la boucle émettrice est de 341 m<sup>2</sup> avec une circonférence de 65.9 m. La configuration de mesure de l'équipement est de type double moment : un moment fort composé de quatre tours de boucle Tx et un super moment faible (SLM) composé d'un tour de boucle Tx. L'avantage du système double moment est la possibilité est de pouvoir mesurer des temps d'arrivée courts lors de la configuration SLM pour obtenir une meilleure résolution en sub-surface tout en ayant une grande profondeur de pénétration avec le moment fort. Les paramètres pour définir la configuration de la séquence de mesure sont listés dans l'illustration 33.

<b>X</b>	<b>Y</b>
-11.87	-2.03
-5.68	-8.22
5.68	-8.22
11.87	-2.03
11.87	2.03
5.68	8.22
-5.68	8.22
-11.87	2.03

<b>Paramètres</b>	<b>Valeurs</b>
Nombre de tour de l'émetteur	4 (HM) et 1 (SLM)
Aire de l'émetteur	341 m <sup>2</sup>
Pic de courant	112A (HM) et 11 A (SLM)
Pic de moment	
Fréquence de répétition	25 Hz (HM) et 222.2 Hz (SLM)
Temps d'injection	10000 µs (HM) et 1000 µs (SLM)
Temps de mesure	10000 µs (HM) et 1250 µs (SLM)
Nombre de période	HM = 96, SLM = 160 et bruit = 48
Forme d'onde	Carré
Allumage (constante de désintégration)	354 s <sup>-1</sup> (HM) et 34000 s <sup>-1</sup> (SLM)
Extinction (rampe linéaire)	2.11 <sup>6</sup> A/s à (HM) et 5.25 <sup>6</sup> A/s (SLM)
Extinction (fin du courant)	3.00 A à 47.8 µs (HM) et 2.00A à 2.0 µs (SLM)
Extinction (constant de décroissance libre)	1.9 <sup>6</sup> s <sup>-1</sup> à 47.8 µs (HM) et 2.0 <sup>6</sup> s <sup>-1</sup> à 2 µs (SLM)
Séquence de transmission	9*(HM+SLM) + 1*bruit

Illustration 33 : Délimitation de l'émetteur TDEM Tx (à droite) et paramètres de la séquence de mesure (à gauche)

L'illustration 34 décrit les sous séquences de mesures pour chaque cycle d'acquisition.

<b>ID du moment</b>	<b>Moment</b>	<b>Nb de series</b>	<b>Période (ms)</b>
1	HM front gate 50 µs	96	20.00
2	SLM front gate 6.0 µs	160	2.25
3	Bruit (« HM »)	48	20.00

Illustration 34 : Cycle de mesure

La séquence de transmission consiste à alterner 9 mesures entre les moments forts et les super moments faibles puis une mesure de bruit. La longueur de séquence est donnée par l'équation suivante :

$$9*(HM+SLM) + 1*Bruit = 9(96*20ms+160*2.25ms) + 48*20ms=21.48s$$

### **Boucle Réceptrice**

La décroissance du champ magnétique secondaire est mesurée en utilisant deux boucles d'induction indépendante. La boucle Z (Plan X, Y) mesure le composante vertical du champ magnétique secondaire et la boucle X (Plan Y, Z) mesure la composante radiale horizontale.

Les boucles réceptrices sont placées en position nulle, où le champ magnétique primaire est atténué avec un facteur de 0.01 :

- Boucle Z (X,Y,Z) = (-12.40, 0.00, -2.12)
- Boucle X (X,Y,Z) = (-13.70, 0.00, 0.00)

La boucle X et Z ont une garde au sol de 30 et 32.12 m respectivement. Les paramètres des boucles réceptrices sont présentés dans l'illustration 35.

<i>Paramètres du récepteur</i>	
Taux d'échantillonnage	Toute les décroissances sont mesurées
Nombre de fenêtre de sortie	HM = 44 (22 en injection) et SLM = 25 (3 en injection)
Filtre passe bas de la boucle réceptrice	450 kHz
Filtre passe bas de l'instrument de réception	Boucle Z : 300 kHz Boucle X : 300 kHz
Fréquence de répétition	25 Hz (HM) et 222.2 Hz (SLM)
Première porte	50 µs (HM) et 6 µs (SLM)

*Illustration 35 : Paramètre des boules réceptrices*

Les fenêtres de réceptions sont mesurées à partir du début de la coupure de l'injection. Les fenêtres de mesure des temps de coupure vont de 8.38 ms à 9745 ms.

La première porte est un commutateur dans le système de réception qui maintient le circuit des bobines réceptrices fermé pendant le temps d'émission afin de ne pas saturer les amplificateurs. Le temps de la première porte est défini dans la configuration du système de mesure et est indépendant des fenêtres de réceptions.

## **Annexe 2**

### **Panneaux électriques réalisées lors des précédentes campagnes de prospection**



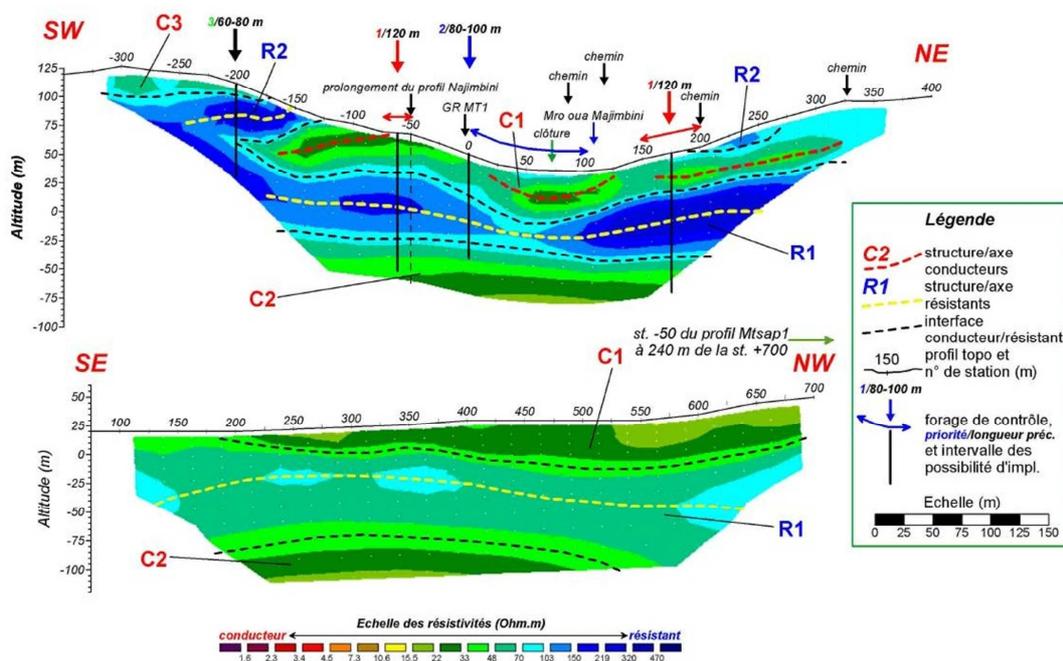


Illustration 36 : Coupes de résistivités réalisées sur le secteur de la Majimbini, profil Mtsap 1 (SW-NE : extrait du rapport BRGM/RP-55322-FR) et Majimbini (SE-NW : extrait du rapport BRGM/RP-51498-FR).

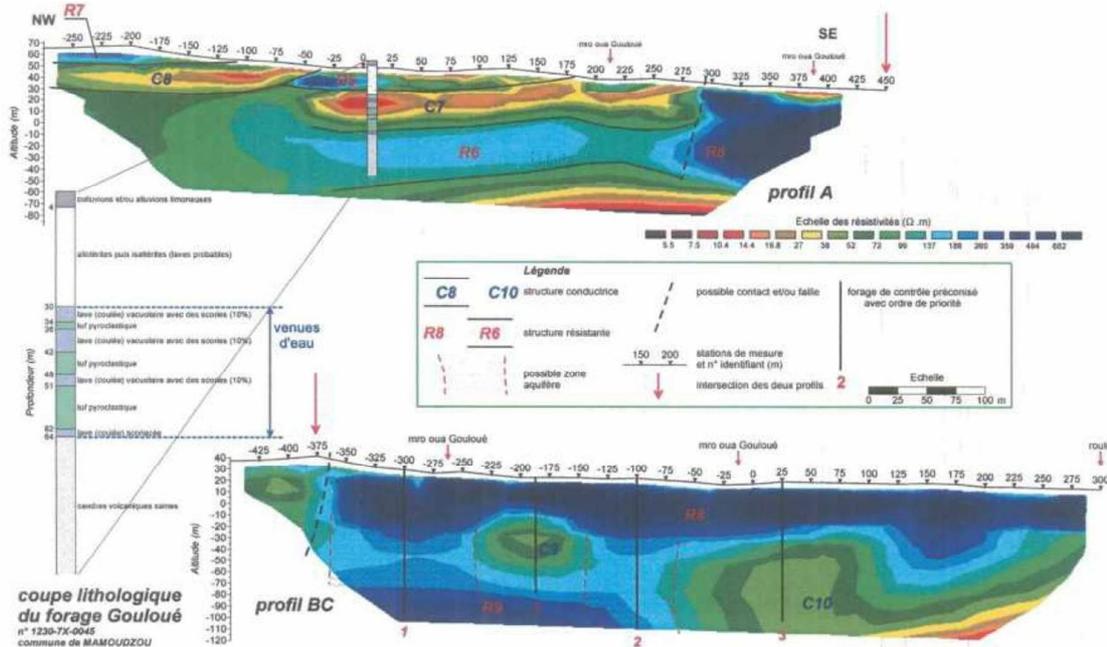


Illustration 37 : Coupes de résistivités réalisées sur le secteur de la Gouloué (extrait du rapport BRGM/RP-52551-FR).

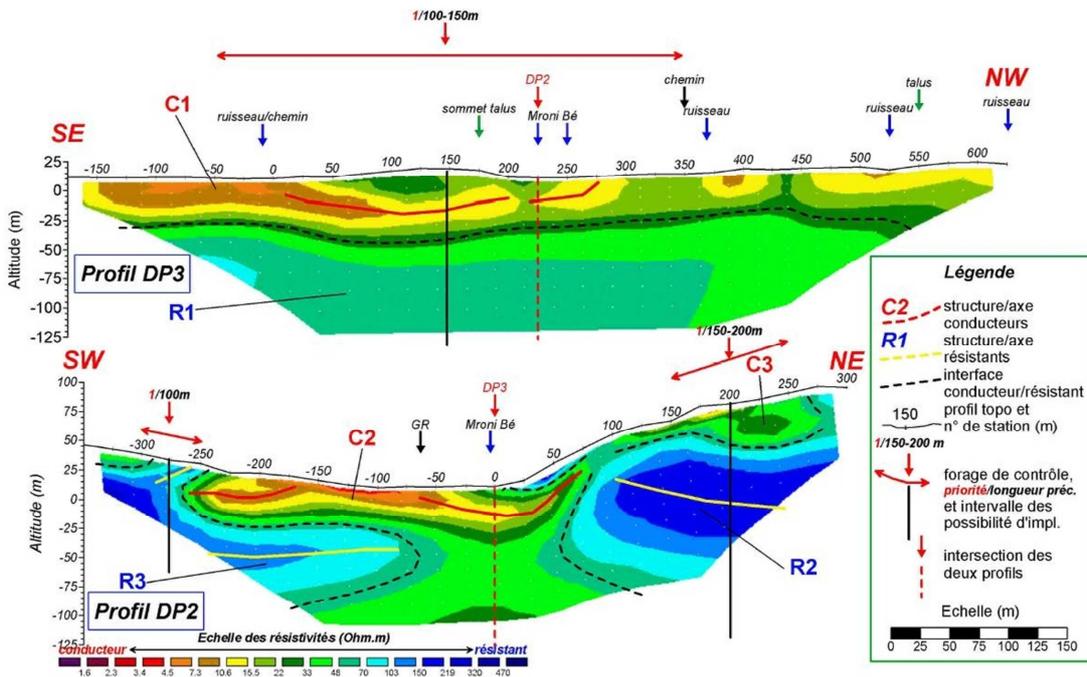


Illustration 38 : Coupes de résistivités réalisées à Dapani (extrait du rapport BRGM/RP-55322-FR). Profils DP2 et DP3.

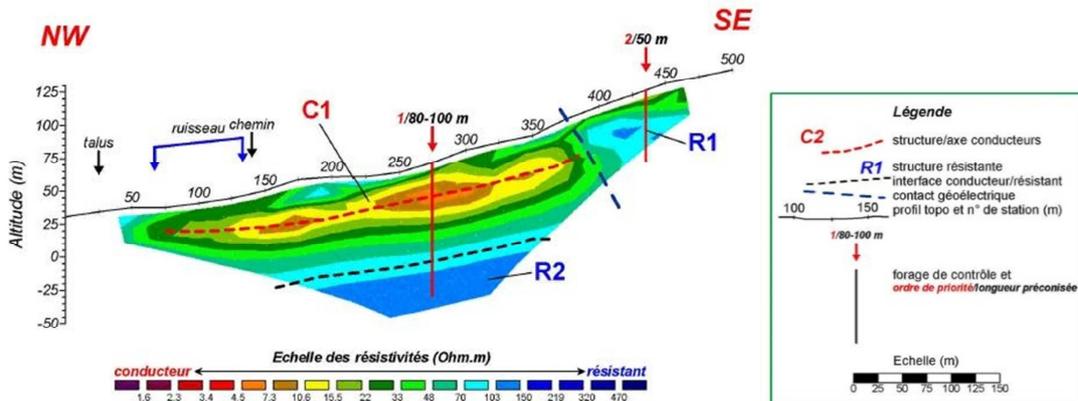


Illustration 39 : Coupe de résistivité réalisée à Accoua (extrait du rapport BRGM/RP-55322-FR).

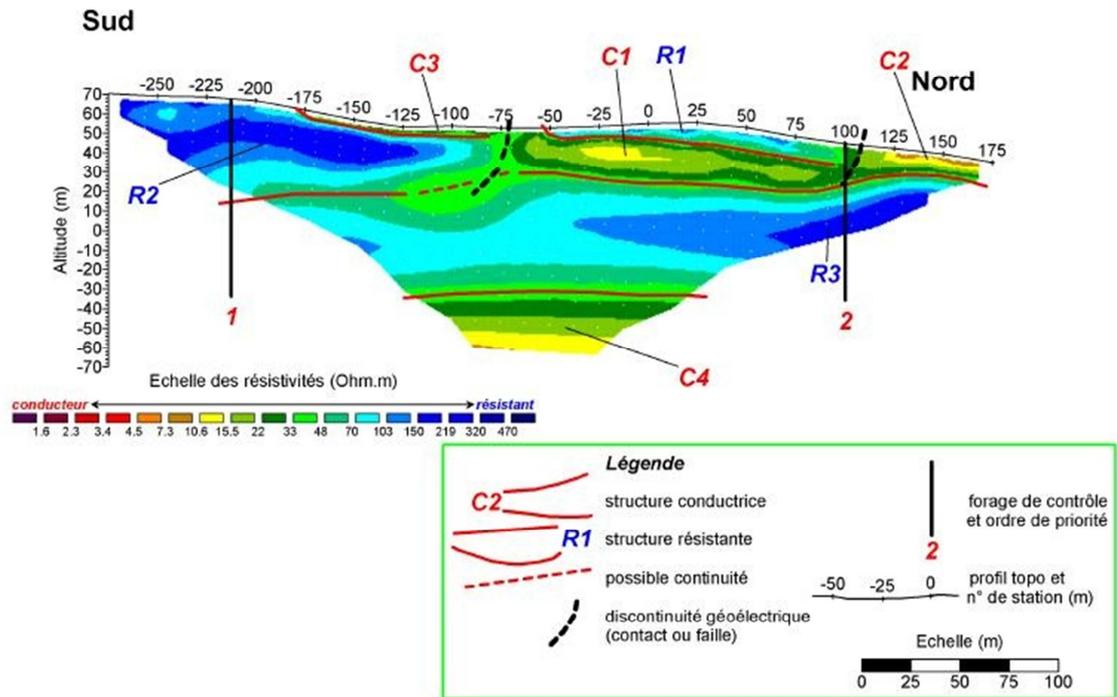


Illustration 40 : Coupe de résistivité réalisée à Kangani (extrait du rapport BRGM/RP-54111-FR).



## **Annexe 3**

### **Localisation des lignes de vol et des mesures TEM pour chaque site étudié**



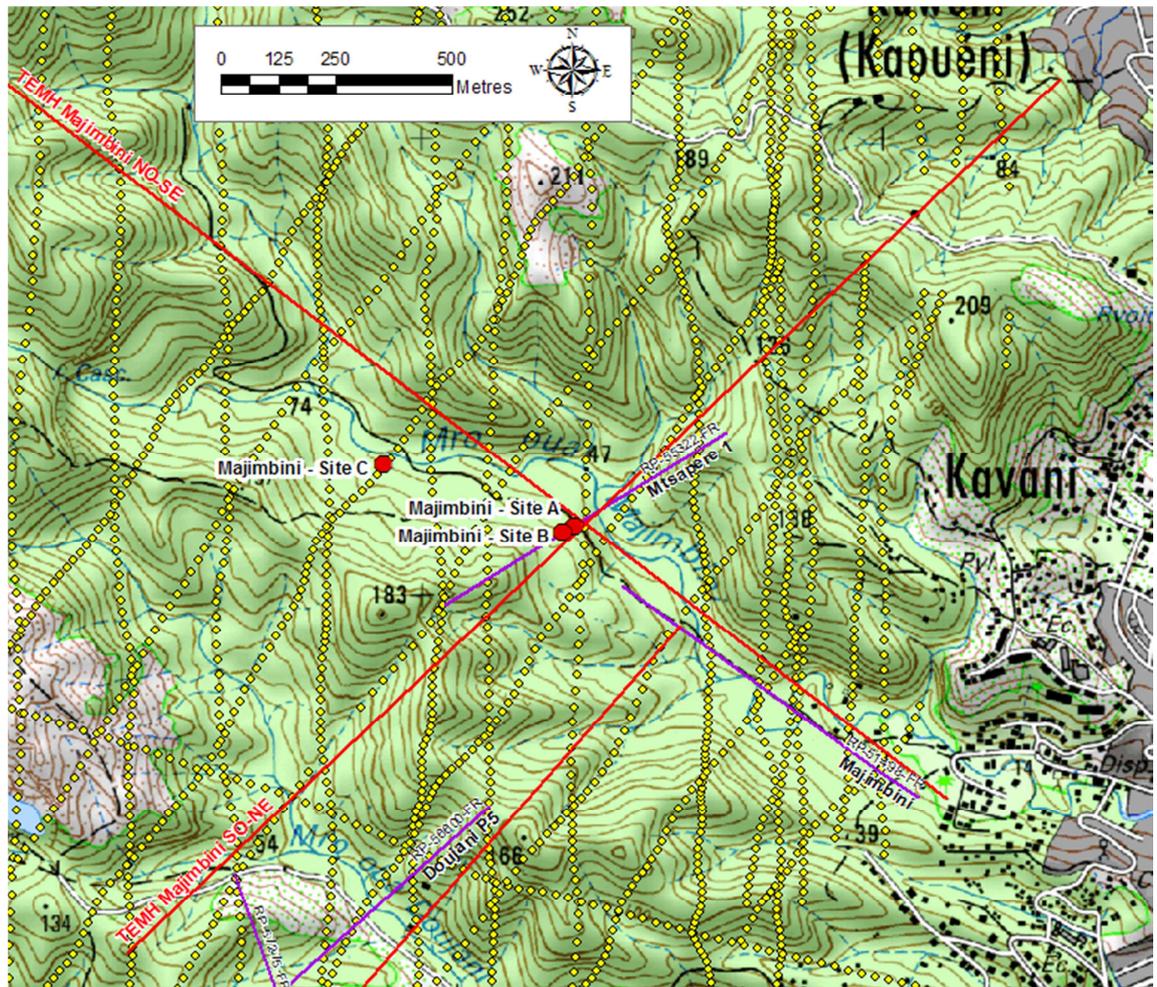


Illustration 41 : localisation des lignes de vol et des mesures TEM hélicoptère pour le site de Majimbini

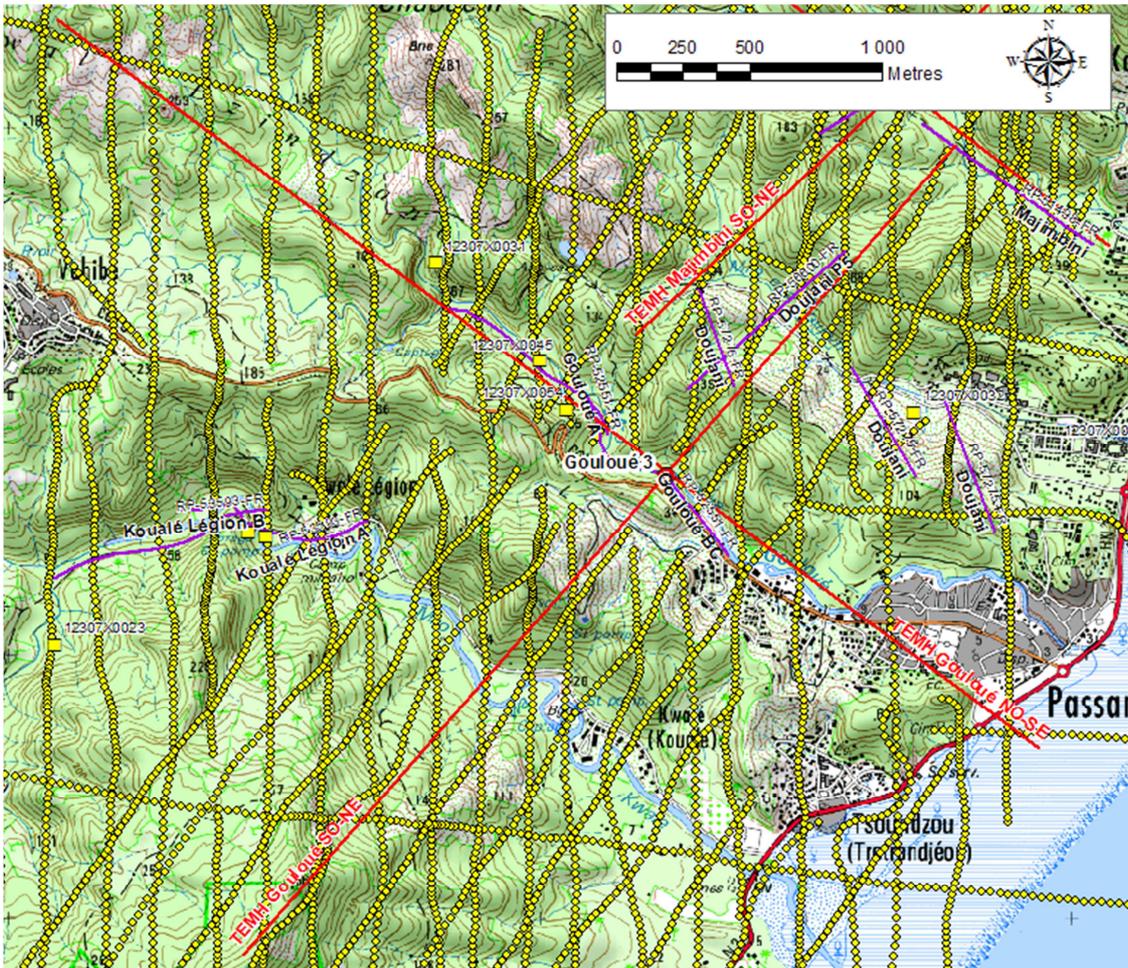


Illustration 42 : localisation des lignes de vol et des mesures TEM héliportée pour le site de Gouloué

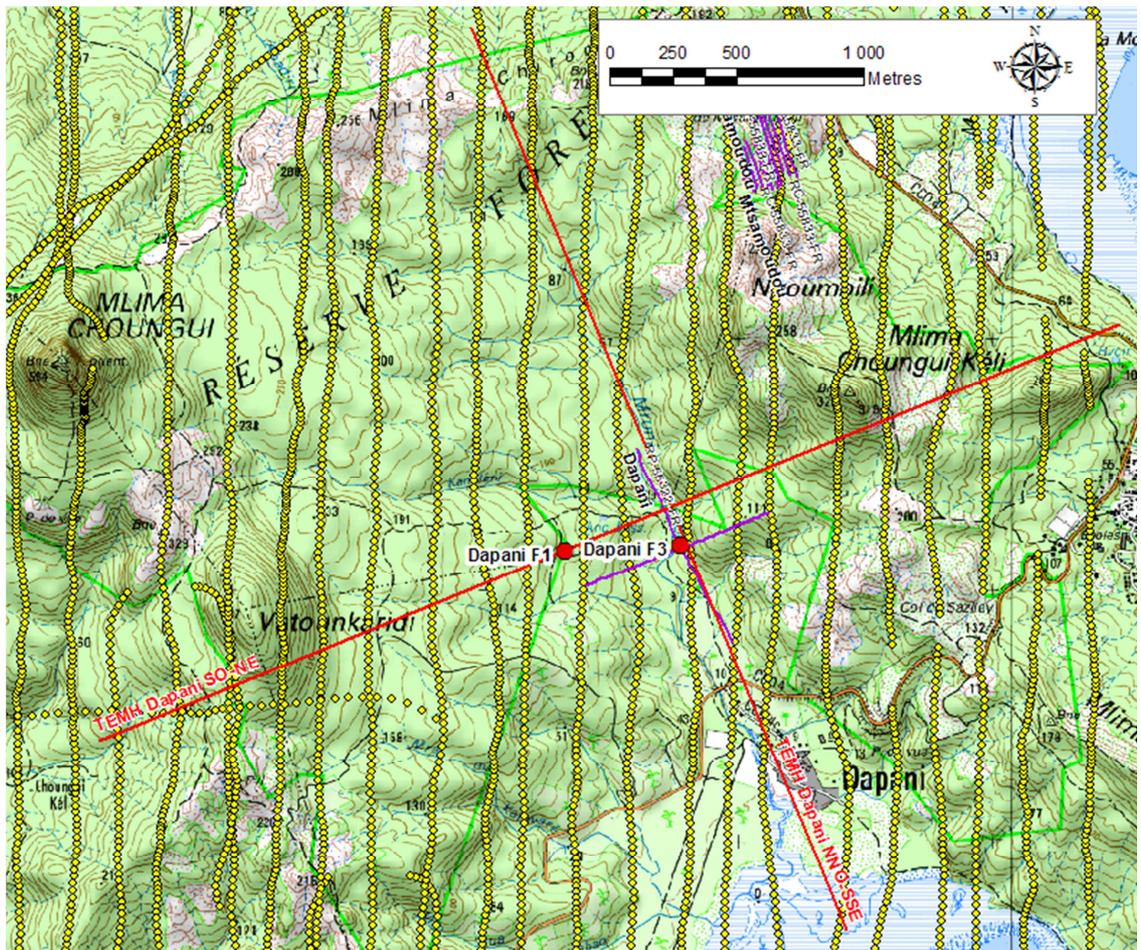


Illustration 43 : localisation des lignes de vol et des mesures TEM héliportée pour le site de Dapani



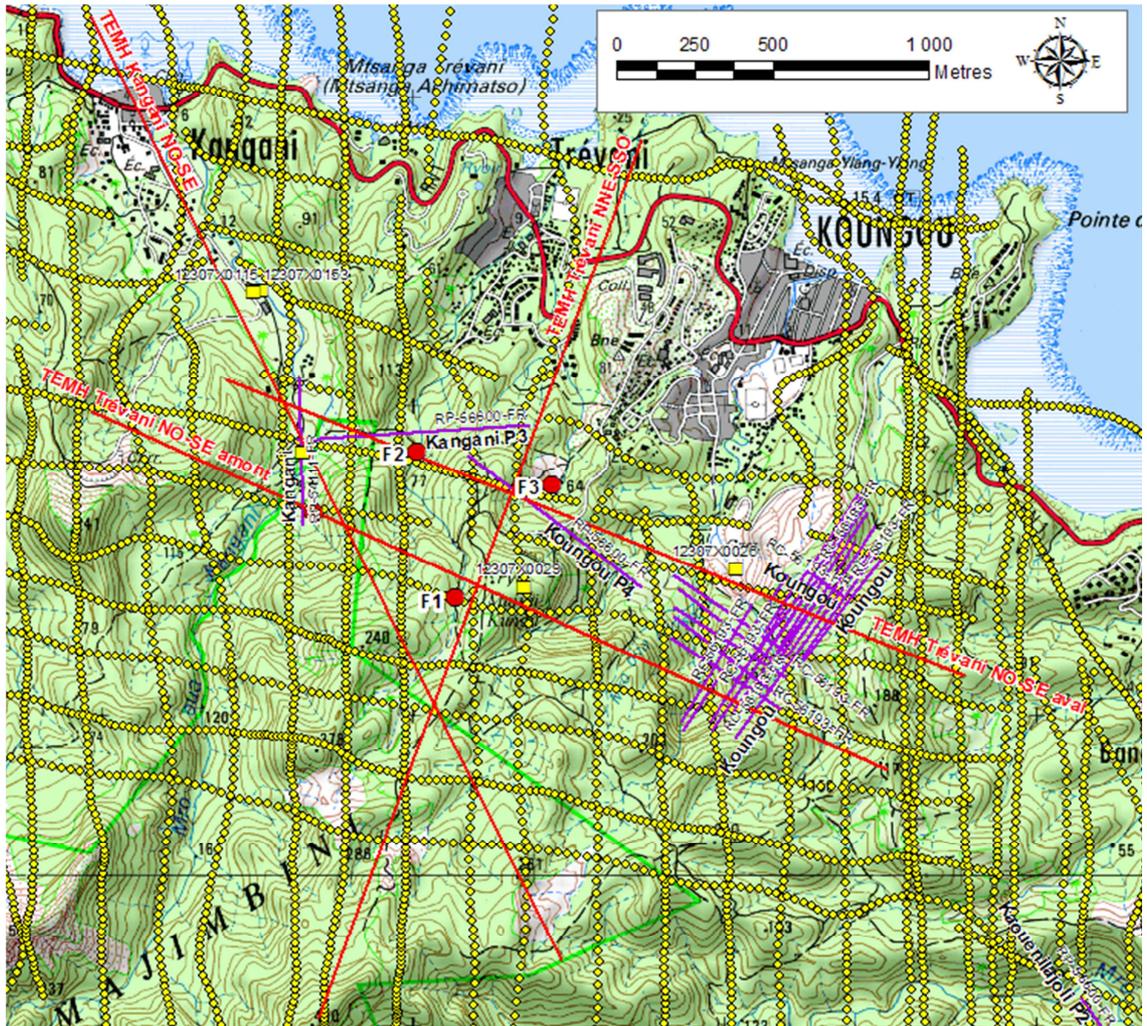


Illustration 45 : localisation des lignes de vol et des mesures TEM hélicoptérée pour le site de Kangani-trévani-Koungou



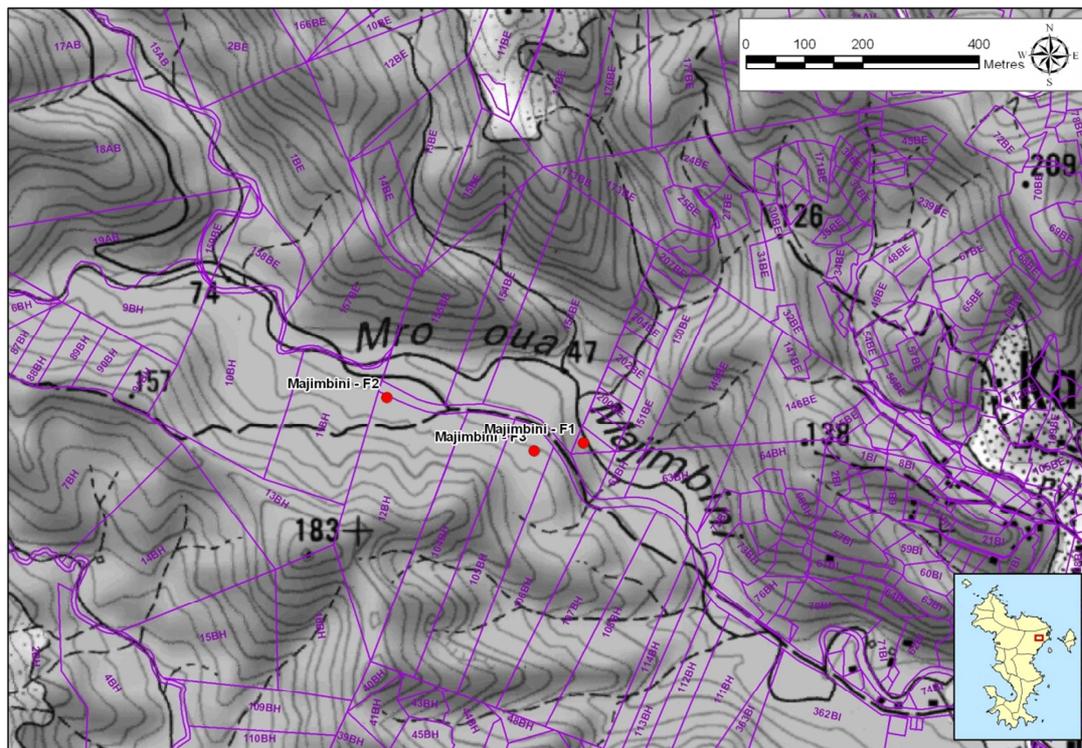
## **Annexe 4**

### **Extrait cadastral des 9 sites de forage**

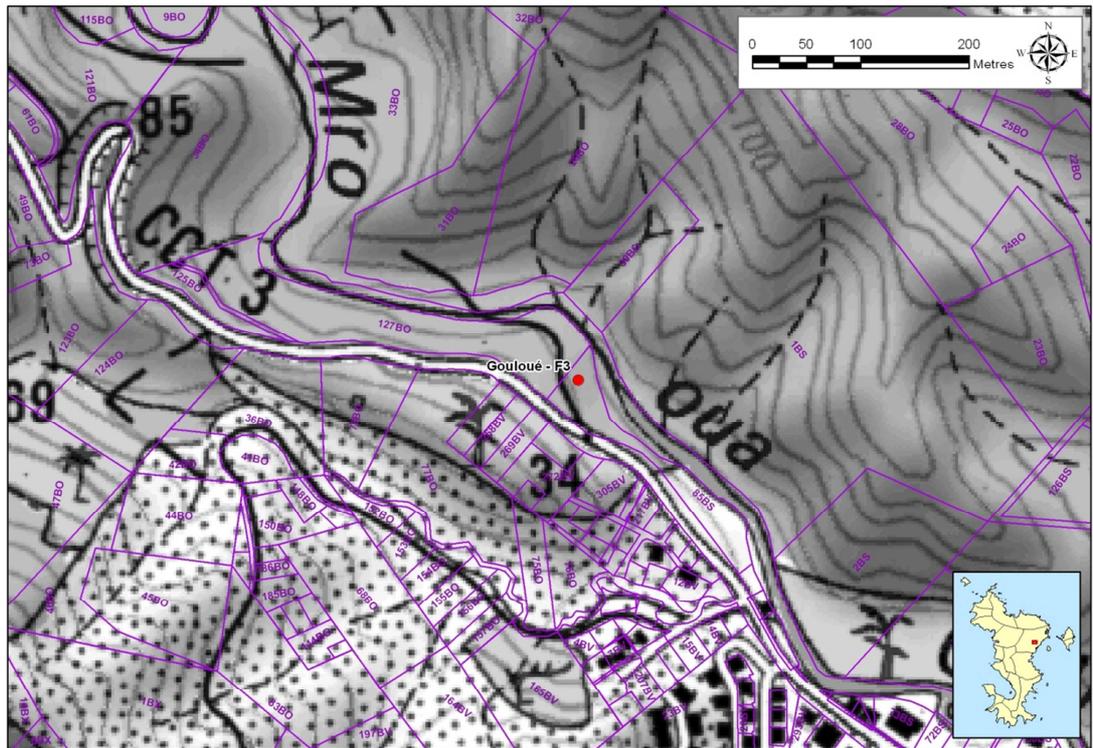


SITE	COORDONNEES EN RGM04 (m)		COMMUNE	PARCELLE CADASTRALE
	X	Y		
Majimbini - F1	522 620	8 586 888	MAMOUDZOU	198 BE
Majimbini - F3	522 536	8 586 875	MAMOUDZOU	105 BH
Majimbini - F2	522 282	8 586 968	MAMOUDZOU	12 BH
Gouloué - F3	521745	8 585 367	MAMOUDZOU	85 BS
Dapani - F1	516 541	8 566 892	BANDRELE	17 BP
Dapani - F2	516 999	8 566 915	BANDRELE	11 BL
Acoua - F1	506 805	8 593 086	ACOUA	350 AB
Koungou - F1	521 366	8 591 115	KOUNGOU	327 AV
Trévani - F1	521202	8 591 655	KOUNGOU	382 AV
Koungou - F2	521697	8 591 543	KOUNGOU	327 AV

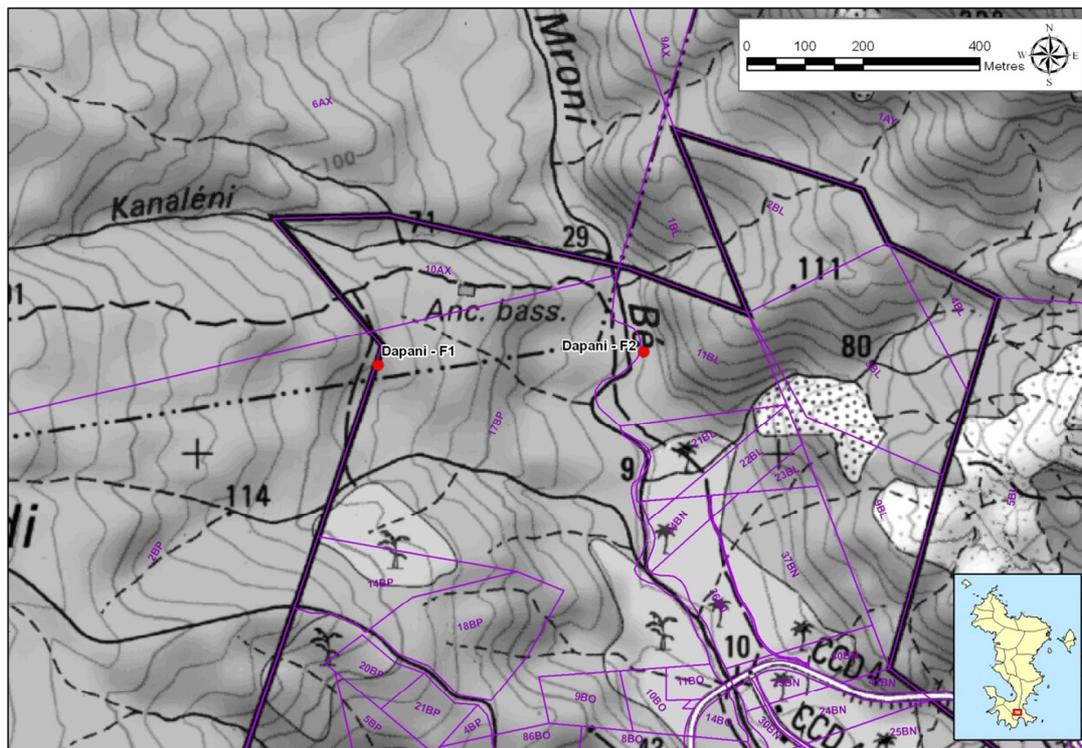
*Illustration 46 : identification des parcelles cadastrales des sites de la 5ème campagne de forage.*



*Illustration 47 : localisation des sites de la Majimbini sur le fond cadastral.*



*Illustration 48 : localisation du site de Gouloué sur le fond cadastral.*



*Illustration 49 : localisation des sites de Dapani sur le fond cadastral.*

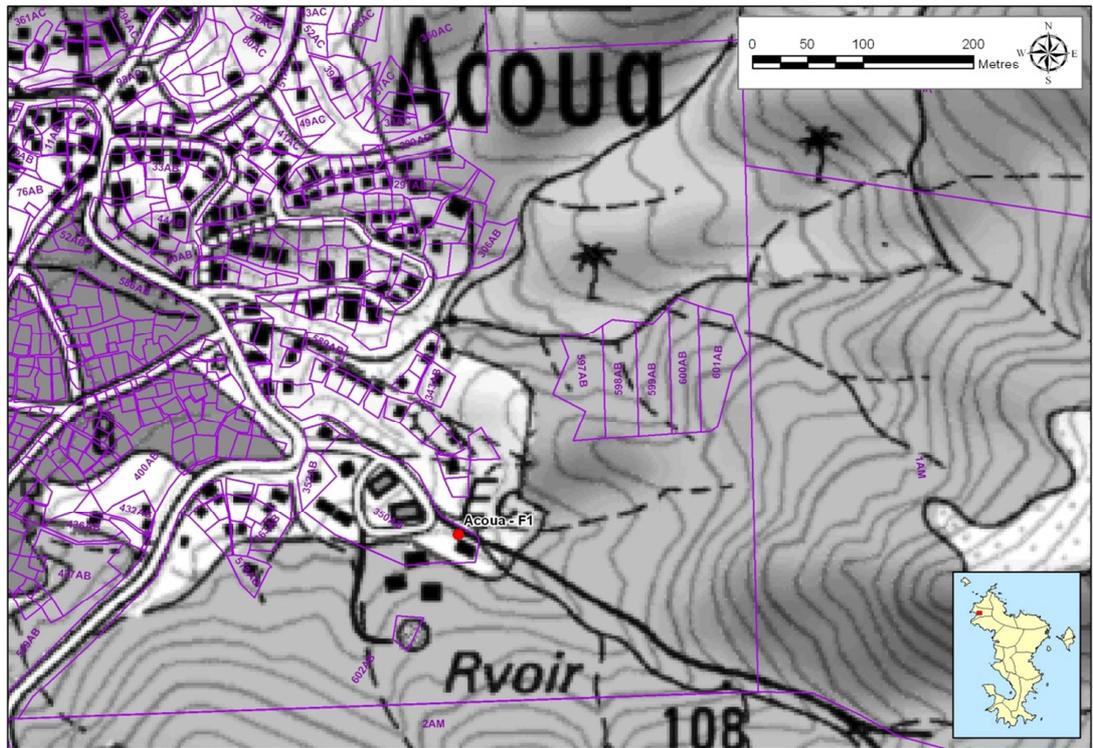


Illustration 50 : localisation du site de Acoua sur le fond cadastral.





Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**

3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**BRGM – Antenne de Mayotte**

9, centre Amatoula  
B.P. 363 – Z.I. Kawéni

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