

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou.

Rapport final

BRGM/RP-56600-FR
Septembre 2008

COLLECTIVITE DEPARTEMENTALE DE MAYOTTE



Géosciences pour une Terre durable



Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou.

Synthèse des résultats des reconnaissances géologiques, hydrogéologiques, géophysiques.

Rapport final
BRGM/RP-56600-FR
2008

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 2007 SP07EAUC07

Guilbert M., Aunay B., Lachassagne P., Malard A., Mathieu F.

Vérificateur :

Nom : V. Petit

Date :

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 9001:2000.

COLLECTIVITE DEPARTEMENTALE DE MAYOTTE



Mots clés : Eaux souterraines, Masses d'eau, Géologie, Géophysique, Hydrogéologie, Mayotte

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

© BRGM, 2008, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

En réponse à la demande de la Communauté Européenne, le Service Géologique Régional du BRGM de Mayotte, dans le cadre de ses missions de Service Public, s'est vu confier par la Collectivité Départementale de Mayotte, la réalisation des études concernant l'identification, la délimitation et la caractérisation détaillée des masses d'eau souterraine dans les zones à forte pression d'urbanisation.

Une première délimitation des masses d'eau souterraine, réalisée dans le cadre du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de Mayotte, identifiait le secteur du Nord Est de Mayotte comme appartenant à une seule et même masse d'eau (la masse d'eau du M'Tsapéré). Petite Terre est considérée comme une masse d'eau à part entière.

La présente étude propose de caractériser structuralement et géologiquement la masse d'eau du Nord Est de Mayotte et d'en préciser le potentiel hydrogéologique. Il en sera fait de même sur la masse d'eau de Petite Terre.

Cette étude a été conduite dans le cadre de la programmation de Service Public 2007-2008 du BRGM (fiche SP07EAUC07), sur financement de la Collectivité Départementale de Mayotte et à partir des fonds propres de Service Public du BRGM (convention BRGM / Collectivité Départementale, signée le 14 mai 2007).

Le présent rapport est la synthèse de la caractérisation des masses d'eau souterraine du Nord-est de Mayotte et plus précisément les secteurs de Tsoundzou à Koungou et de Petite Terre. La démarche mise en œuvre a été la suivante :

- synthèse des données géologiques, géophysiques, hydrogéologiques disponibles sur ou à proximité de la zone d'étude ;
- reconnaissance géologique et hydrogéologique de terrain ;
- prospection géophysique par panneaux électriques (détermination de la géométrie en profondeur des formations géologiques repérées en surface) ;
- synthèse et interprétation des données en termes de formations géologiques, et de potentiel hydrogéologique ;
- identification, délimitation et caractérisation des masses d'eau.

Au vu des résultats et des interprétations obtenus lors de cette étude deux masses d'eau souterraine ont été précisées dans le secteur de Tsoundzou-Koungou et de Petite Terre :

- L'édifice volcanique du M'Taspéré (n° MESO¹ : 9602a) se voit subdivisé en 4 unités hydrogéologiques distinctes qui sont :
 - Le secteur de **Miangani-Koungou** à potentiel hydrogéologique modeste. Les formations aquifères sont peu développées. Il existe néanmoins quelques aquifères ponctuels aux propriétés hydrodynamiques moyennes ;

¹ MESO est le code identifiant national des masses d'eau au sens de la DCE

- Le secteur de **Bandrajou – amont de Kawéni** à potentiel hydrogéologique modeste. Les formations aquifères reconnues jusqu'alors sont peu développées et les propriétés hydrodynamiques observées sont insuffisantes pour envisager une exploitation de la ressource. En revanche, plus en profondeur, il est envisageable que le potentiel hydrogéologique soit plus conséquent. La 5^{ème} campagne de forage de reconnaissance devrait permettre de préciser ce potentiel ;
- Le secteur de **Kawéni à Kavani** où les remplissages de maars représentent les potentiels hydrogéologiques les plus intéressants. Les formations aquifères du cratère de Kawéni, largement reconnues par forage, montrent des propriétés hydrodynamiques largement suffisantes pour l'exploitation (forages F1 et F2 et forage de Kawéni 3). Il faut cependant ajouter que la proximité de la mangrove et l'occupation des sols à l'aplomb des formations aquifères par la zone industrielle de Kawéni sont des paramètres qui peuvent potentiellement impacter la qualité de la ressource exploitée. L'intrusion d'eau marine ou la pollution diffuse par infiltration des rejets industriels sont susceptibles de contaminer la ressource.
- Les vallées de **Kwalé à Majimbini**. Ces vallées aux formations géologiques relativement analogues présentent des potentialités aquifères intéressantes. L'enchevêtrement des formations basaltiques saines et fissurées $\beta 2$ et $\beta 3$ (formations aquifères) reposant sur des unités plus altérées (base imperméable du substratum) permet la formation d'unités aquifères aux propriétés hydrodynamiques conséquentes (citons par exemple les forages productifs de Kwalé 1, Kwalé 3). La 5^{ème} campagne de forage de reconnaissance devrait permettre de préciser le potentiel hydrogéologique en amont de la vallée de la Kwalé au sein des basaltes $\beta 2$ et dans la vallée de la Gouloué toujours au sein des basaltes $\beta 2$. Le forage du M'Tsapéré dont les travaux sont programmés en amont de la vallée de la Majimbini, devrait permettre de reconnaître le potentiel aquifère du bassin.
- Petite-Terre (n° MESO : 9602b) est assimilée à une masse d'eau à part entière. Les formations aquifères reconnues par prospection géophysiques et par forage de reconnaissance sont peu développées et leurs propriétés hydrodynamiques en termes d'exploitation sont très modestes. Les volumes aquifères sont limités, les mécanismes de recharge ne sont pas quantifiés. La proximité permanente du littoral est un frein au développement du potentiel aquifère, que ce soit en termes de quantité (surface de recharge limitée, profil radial de l'île qui ne favorise pas la concentration des eaux de surface et donc leur infiltration) ou de qualité (intrusion des eaux marines dans les aquifères).

La 5^{ème} campagne de forage est la suite logique des travaux de reconnaissance du potentiel hydrogéologique du Nord Est de Mayotte. Les résultats des forages de reconnaissance permettront à la fois de préciser localement l'existence de ressources exploitables de tel et tel secteur mais aussi de valider le modèle conceptuel des formations aquifères de Mayotte et de leur fonctionnement élaboré sur la base des travaux du BRGM.

Par la suite, l'extension des projets de caractérisation des masses d'eau dans les secteurs Nord Ouest, Centre et Sud de l'île ainsi que la programmation de nouvelles campagnes de forage de reconnaissance devraient aboutir à une cartographie plus exhaustive des unités aquifères potentielles à l'échelle de l'ensemble de Mayotte. La programmation d'une campagne de forages profonds en parallèle permettrait d'affiner la compréhension des systèmes hydrogéologiques et de mettre à jour de nouvelles ressources potentielles inaccessibles avec les moyens actuellement mis en œuvre.

Sommaire

1. Introduction	11
2. La caractérisation des masses d'eau souterraine ; un objectif de la DCE13	
2.1. CARACTERISATION INITIALE	13
2.2. CARACTERISATION PLUS DETAILLEE	14
3. Méthodologie et résultats	17
3.1. PHASE 1 - SYNTHÈSE DES DONNÉES	17
3.2. PHASE 2 - PROSPECTION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DE TERRAIN	17
3.3. PHASE 3 – ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES	20
3.3.1. Synthèse des données pétrographiques et des datations	20
3.3.2. Description des lithologies observées sur le terrain et à la loupe binoculaire	21
3.4. PHASE 4 – PROSPECTION GEOPHYSIQUE PAR PANNEAUX ELECTRIQUES	29
3.4.1. Généralités	29
3.5. PHASE 5 – SYNTHÈSE HYDROGEOLOGIQUE	30
3.5.1. Vallée de la Kwalé	32
3.5.2. Vallée de la Gouloué	36
3.5.3. Vallée de la Doujani	39
3.5.4. Vallée de la Majimbini	42
3.5.5. Kawéni / Kawénilajoli	45
3.5.6. MajiKavo-Koropa / Bandrajou	49
3.5.7. Koungou / Trévani / Kangani	51
3.5.8. Miangani / Longoni	55
3.5.9. Petite Terre	59

4. Synthèse à l'échelle du Nord-Est de Mayotte	65
4.1. LA COUPE GEOLOGIQUE INTERPRETATIVE DE SYNTHESE DU M'TSAPERRE	65
4.2. POTENTIEL HYDROGEOLOGIQUE	70
4.2.1. Formations sédimentaires	70
4.2.2. Formations volcaniques	70
5. Conclusion.....	75
6. Références bibliographiques	77

Liste des illustrations

Illustration 1 - Carte des itinéraires parcourus lors des reconnaissances géologiques de terrain réalisées dans le cadre de l'étude	18
Illustration 2 – Conductivités électriques des émergences du massif du M'Tsapéré.....	19
Illustration 3 - Carte de localisation des nouveaux profils de géophysiques et des précédents profils.....	30
Illustration 4 – Localisation du secteur d'étude de la vallée de la Kwalé, des émergences, forages et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique).....	33
Illustration 5 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kwalé (ancien village)	33
Illustration 6 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kwalé Légion, profils A et B et coupe de forage de Kwalé1.	34
Illustration 7 - Localisation du secteur d'étude de la vallée de Gouloué, des émergences, forages et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique).....	37
Illustration 8 - Coupes de résistivité interprétée. Site de Gouloué, profils A et BC et coupe de forage de Gouloué.	37
Illustration 9 – Localisation du secteur d'étude de la vallée de la Doujani des émergences, forages et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique).....	40
Illustration 10 - Coupes de résistivité interprétée. Site de Doujani (P5) (2007)	40
Illustration 11 – Localisation du secteur d'étude de la vallée de la Majimbini, des émergences, forages et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique).....	43
Illustration 12 - Coupes de résistivité interprétée. Site de Mtsapéré, profils Mtsap 1 et Majimbini (2001)	43
Illustration 13 - Localisation du secteur d'étude de Kawéni – Kawénilajoli, des émergences, forages et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique).....	46
Illustration 14 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kawéni, profil Kawéni A (2003)	46
Illustration 15 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kawéni, profil Kawéni B (2003)	47
Illustration 16 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kawéni, profil Kawéni C (2003).....	47
Illustration 17 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kawénilajoli, profil P2 (2007).....	48
Illustration 18 - Localisation du secteur d'étude de Majikavo Koropa / Bandrajou, de l'émergence, et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique) .	49
Illustration 19 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Bandrajou, profil P1 (2007).	50
Illustration 20 : Localisation du secteur d'étude de Koungou / Trévani / Kangani, des forages, émergences et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique) ..	52
Illustration 21 - Coupe de résistivité interprétée sur le site de Kangani et coupe géologique du forage de Kangani 1 (12307X0117).....	52
Illustration 22 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kangani (P3 -2007).	53
Illustration 23 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Koungou (P4 -2007).	53
Illustration 24 : Localisation du secteur d'étude de Miangani / Longoni, des émergences, forages et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique).....	55
Illustration 25 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Longoni (2005).	56
Illustration 26 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Longoni Tririni (2005).	56
Illustration 27 - Coupe de résistivité interprétée. Site de M'Gombani (P6 -2007).....	57
Illustration 28 – Coupe géologique interprétative de Petite Terre.....	63

Illustration 29 – Carte géologique synthétique de Petite Terre	64
--	----

Liste des annexes

Annexe 1 Tableau de description des affleurements	81
Annexe 2 Observation des échantillons à la loupe binnoculaire	95
Annexe 3 Cartes d'affleurements	101
Annexe 4 Coupes des forages disponibles dans la zone d'étude	107
Annexe 5 Rapport d'étude de Stratagem074	123
Annexe 6 Localisations géographiques des lames minces	125
Annexe 7 Carte lithologique interprétative du massif du M'Tsapéré	129
Annexe 8 Coupes géologiques interprétatives du massif du M'Tsapéré	131

1. Introduction

Afin de répondre aux nouvelles normes environnementales de la Directive Cadre Européenne sur l'eau, la Collectivité Départementale de Mayotte a engagé les études nécessaires à l'identification et à la caractérisation détaillée des masses d'eau souterraine dans le but de préciser la délimitation des masses d'eau et leur fonctionnement dans un secteur précis, en l'occurrence le Nord Est de Mayotte et Petite Terre.

En effet, soumise à une très forte pression démographique et urbaine, cette partie de l'île est probablement la plus intéressante au point de vue de son potentiel hydrogéologique. Il importe donc d'identifier les aquifères les plus prometteurs afin d'être en mesure de les protéger, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif comme le préconise la DCE mais aussi dans l'espoir d'identifier de nouveaux secteurs propices au développement de formations aquifères.

Cette étude peut donc se voir comme une synthèse géologique et hydrogéologique du Nord Est de l'île dont les résultats permettront à la fois de préciser la caractérisation des masses d'eau souterraine secteur par secteur et à plus grande échelle d'établir un modèle conceptuel des formations aquifères en contexte volcanique altéré avec l'objectif concret de mieux cibler les ressources en eau souterraine potentielles et de mettre sur pied les stratégies de surveillance et/ou des programmes d'action préconisée par la DCE.

Une cartographie géologique et hydrogéologique de l'ensemble de Petite Terre et du Secteur de Tsoundzou-Koungou qui comprend les bassins versants des principaux cours d'eau suivants, du sud vers le Nord-Ouest : Kwalé, Gouloué, Doujani, Majimbini, Kawénilajoli, bassins versants côtiers de Majicavo, Koungou, Trévani et Mro oua Kangani constituera le document de synthèse de la présente étude (documents hors texte).

2. La caractérisation des masses d'eau souterraine ; un objectif de la DCE

Au sens européen, une masse d'eau est définie comme : « un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou plusieurs aquifères ».

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) d'octobre 2000 impose aux états membres de caractériser leurs masses d'eau respectives (identification, délimitation et description des propriétés des masses d'eau par district hydrographique) afin de mettre en place un programme de surveillance de l'état de la ressource.

Les objectifs imposés par la Directive sont de maintenir ou le cas échéant d'atteindre le bon état qualitatif et quantitatif des ressources en eau souterraines, à l'échéance 2015.

Le calendrier imposé aux états membres par la DCE est résumé ainsi.

1. Dresser un état des lieux de l'ensemble des ressources en eau des districts pour fin 2004. ce qui sous-entend qu'à cette date les masses d'eau ont été définies dans le détail ;
2. Définir et mettre en place les programmes de surveillance appropriés en 2006 ;
3. Etablir des plans de gestion et programme de mesures adaptés pour 2009.

A Mayotte, le statut particulier de la Collectivité d'Outre Mer ainsi que la connaissance générale encore limitée des ressources en eau souterraine entraîne la nécessité d'un délai supplémentaire à l'application de la DCE.

Dans ce sens, la présente étude répond à un volet de la démarche préconisée par la DCE, dont les étapes peuvent être déclinées ainsi.

2.1. CARACTERISATION INITIALE

Il s'agit d'une identification et délimitation des masses d'eau souterraine en précisant celles qui sont trans-districts et transfrontalières (les notions de masses d'eau trans-districts et transfrontalières ne concernent pas l'île de Mayotte).

Ce volet a été traité par le bureau d'études ASCONIT lors de l'élaboration de l'état des lieux du SDAGE de Mayotte, validé le 10 octobre 2007 (ASCONIT 2006). Ainsi, 6 masses d'eau ont été définies (emplacement et limites) sur l'île sur la base de critères hydrologiques, géologiques, pédologiques, sur celui de l'utilisation des sols, des rejets, des captages ainsi que d'autres paramètres :

- les pressions auxquelles la ou les masses d'eau souterraine sont susceptibles d'être soumises, y compris :
- les sources de pollution diffuses,
- les sources de pollution ponctuelles,

- le captage,
- la recharge artificielle,
- le caractère général des couches supérieures de la zone de captage dont la masse d'eau souterraine reçoit sa recharge,
- les masses d'eau souterraine pour lesquelles il existe des écosystèmes d'eaux de surface ou des écosystèmes terrestres directement dépendants.

Le découpage des masses d'eau suit celui des unités volcaniques (comme préconisé par la DCE en environnement volcanique) et permet en premier lieu de distinguer des grands ensembles hydrogéologiques.

Au terme de cette caractérisation initiale, le principal risque identifié de non atteinte du bon état chimique en 2015 à Mayotte concerne les masses d'eau souterraine soumises aux pressions d'origine domestique (principalement la masse d'eau de Petite Terre) et la masse d'eau alluvionnaire en raison du développement industriel sur les terrains sus-jacents.

La mise en évidence du risque de dégradation de la quantité et/ou qualité de la ressource en eau par masse d'eau à Mayotte constitue le premier volet de la démarche imposée par l'application de la DCE.

2.2. CARACTERISATION PLUS DETAILLEE

La caractérisation initiale donne un aperçu des ensembles hydrogéologiques de l'île ainsi que du risque global de non atteinte du bon état chimique et écologique à l'horizon 2015.

La caractérisation plus détaillée de ces masses ou groupes de masses d'eau souterraine permet, dans le cadre de la DCE et de la connaissance des ressources en eau d'évaluer plus en détail le potentiel hydrogéologique à l'échelle de vallée ou de secteurs propices par exemple, de préciser l'importance du risque de non atteinte du bon état et de mieux mettre en place des stratégies de suivi de la ressource.

Cette caractérisation plus détaillée des masses ou groupes de masses d'eau souterraine comprend :

- les caractéristiques géologiques de la masse d'eau souterraine, y compris l'étendue et le type des unités géologiques,
- les caractéristiques hydrogéologiques de la masse d'eau souterraine, y compris la conductivité hydraulique, la porosité et le confinement,
- les caractéristiques des dépôts superficiels et des sols dans la zone de captage dont la masse d'eau souterraine reçoit sa recharge, y compris l'épaisseur, la porosité, la conductivité hydraulique et les propriétés d'absorption des dépôts et des sols,
- les caractéristiques de stratification de l'eau souterraine au sein de la masse,
- un inventaire des systèmes de surface associés, y compris les écosystèmes terrestres et les masses d'eau de surface auxquels la masse d'eau souterraine est dynamiquement liée (sources, marécages, mangrove, etc.)
- des estimations des directions et taux d'échange de l'eau entre la masse souterraine et les systèmes de surface associés (échange rivières/nappes, intrusion marine),

- des données suffisantes pour calculer le taux moyen annuel à long terme de la recharge totale, la caractérisation de la composition chimique des eaux souterraines, y compris la spécification des contributions découlant des activités humaines.

A Mayotte, afin de répondre aux principaux objectifs de la caractérisation détaillée des masses d'eau du Nord Est préconisée par la DCE, les travaux menés synthétiseront les investigations et réflexions portées sur le modèle géologique et hydrogéologique des formations aquifères du Nord Est de l'île et de Petite Terre.

3. Méthodologie et résultats

3.1. PHASE 1 - SYNTHESE DES DONNEES

Une synthèse des données a été réalisée sur le secteur du Nord Est de Mayotte. Ces données sont notamment issues des cartographies disponibles : cartographies géologiques et/ou lithologiques (Stieljes, 1988 ; Debeuf, 2004;), géophysiques et hydrogéologiques disponibles sur ou à proximité de la zone d'étude, cartographies issues des campagnes de reconnaissance hydrogéologique précédentes (forages, géophysique, etc.). Les documents relatifs à cette synthèse sont présentés au fil du texte du rapport.

En fonction de la synthèse des données, le dimensionnement des investigations à mettre en œuvre sur les secteurs concernés a été déterminé.

3.2. PHASE 2 - PROSPECTION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DE TERRAIN

Des prospections géologique et hydrogéologique de terrain ont été menées afin de recueillir de nouvelles informations sur la zone d'étude en complément des reconnaissances géologiques et hydrogéologiques réalisées antérieurement :

1. la reconnaissance géologique de terrain a consisté à établir une description macroscopique des affleurements en effectuant, entre autres, des levés de coupe dans les thalwegs (lithologie, géométrie des formations géologiques, fissuration, prismation, degré d'altération et nature de cette altération, etc.) et à prélever des échantillons. Les observations géologiques de terrain ont été quasi exclusivement réalisées à pied, principalement le long des thalwegs (principaux et secondaires) qui constituent les principales zones d'affleurement dans le contexte spécifique de Mayotte (Illustration 1).
Le long des thalwegs, les affleurements sont quasi continus et ont été relevés de manière exhaustive. Ainsi, l'absence d'affleurement identifié le long d'un itinéraire emprunté lors des reconnaissances de terrain constitue souvent, en tant que telle, une information pertinente. Elle peut traduire la présence de formations superficielles, alluviales notamment, masquant le substratum, la présence d'altérites, de formations géologiques saines mais peu compétentes, etc.
2. la reconnaissance hydrogéologique de terrain a été axée sur l'identification des différents types de venues d'eau souterraine et notamment la définition du contexte d'émergence des eaux souterraines, les interactions eaux souterraines/eaux de surface (zones d'apport d'eaux souterraines, zones de pertes des eaux de surface). Elle s'est appuyée sur des observations et mesures de terrain : évaluation du débit des émergences d'eau souterraine et des cours d'eau et des variations spatiales du débit de ces derniers, mesures de la conductivité électrique des eaux de surface et éventuellement des venues d'eau souterraine (illustration 2).



Illustration 1 - Carte des itinéraires parcourus lors des reconnaissances géologiques de terrain réalisées dans le cadre de l'étude

La minute de terrain comprend notamment une description macroscopique des affleurements (lithologie, géométrie des formations géologiques, fissuration, prismation, degré d'altération, etc.) ; elle indique si un échantillon a été prélevé, dans quel contexte. La description des affleurements observés sur le terrain est rapportée dans le tableau de l'annexe 1. Les cartes d'affleurements figurent en annexe 3.

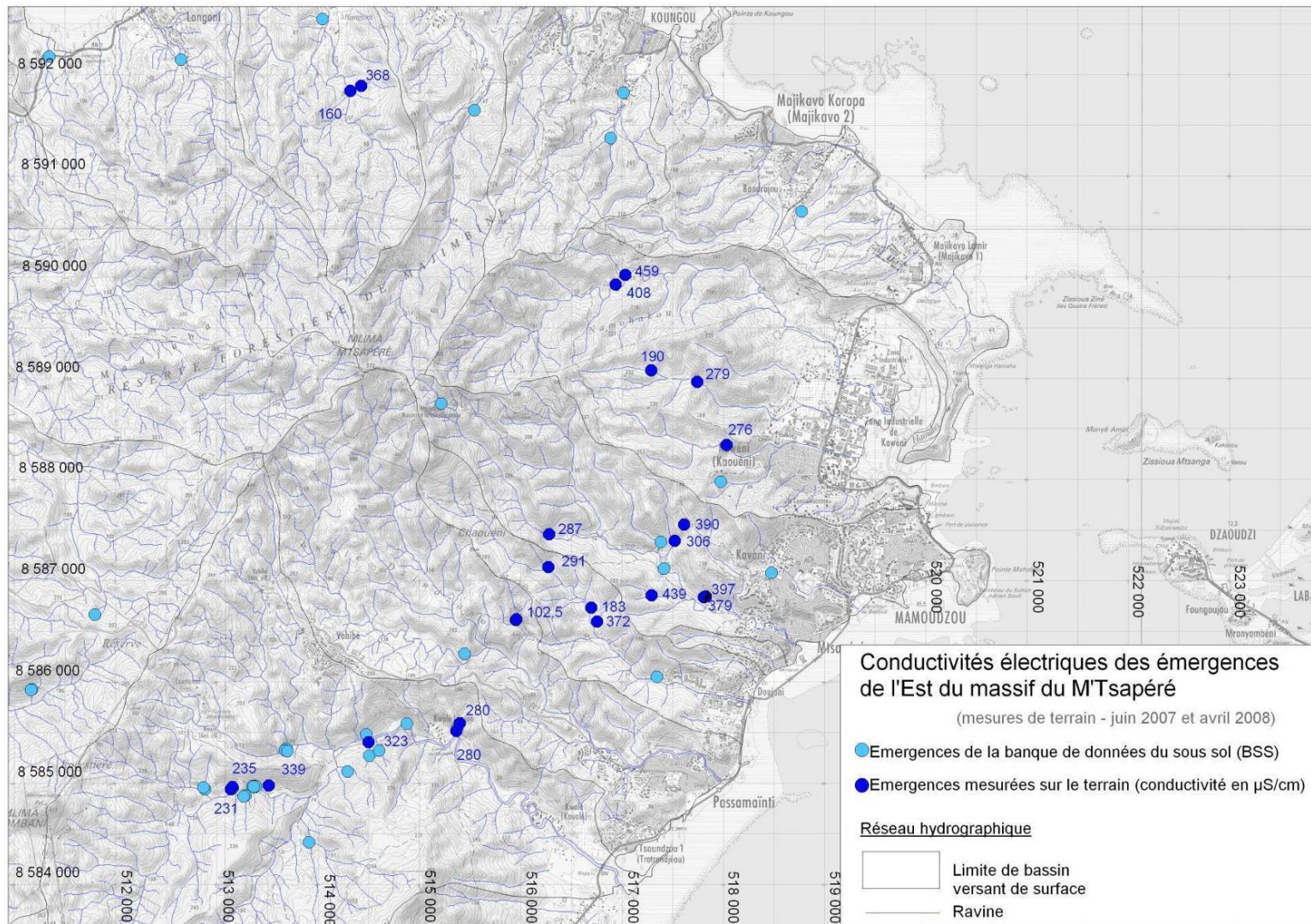


Illustration 2 – Conductivités électriques des émergences du massif du M'Tsapéré

3.3. PHASE 3 – ANALYSE ET INTERPRETATION DES DONNEES

L'interprétation des données permet d'établir une première esquisse géologique et lithologique et contribue à la définition de l'emplacement de profils géophysiques destinés à valider et/ou améliorer ce premier modèle conceptuel. La méthodologie mise en œuvre est la suivante :

1. description détaillée de la lithologie des échantillons à la loupe binoculaire, choix d'échantillons représentatifs et réalisation de lames minces, détermination pétrographique sur lames minces ;
2. recherche de relations lithologie/altération/morphologie, recoupement des données de subsurface avec les coupes géologiques des forages et les profils géophysiques des campagnes précédentes ;
3. établissement d'un ou de plusieurs logs géologiques synthétiques pour l'ensemble de la zone d'étude, permettant notamment de proposer une synthèse lithostratigraphique ;
4. sur cette base, proposition d'un modèle géologique des secteurs étudiés, réalisation d'une carte de faciès lithologique de la zone d'étude et établissement de coupes géologiques longitudinales au sein de chaque vallée et transversales de vallée à vallée ;
5. synthèse des données hydrologiques et hydrogéologiques recueillies (cartographie de la conductivité et des zones d'émergence notamment) et confrontation au modèle géologique d'une part pour disposer d'informations complémentaires destinées à le renforcer et, d'autre part, pour hiérarchiser le potentiel aquifère des différentes formations ;
6. définition de l'emplacement de profils géophysiques complémentaires destinés à confirmer ou infirmer les données existantes et hypothèses retenues (de surface et de subsurface) dans les secteurs où ces nouvelles investigations sont supposées avoir une valeur ajoutée maximale et sont faisables techniquement.

La démarche proposée constitue d'un processus d'identification itératif des principaux faciès lithologiques et de caractérisation de la géométrie des formations considérées, à objectif hydrogéologique. Il ne s'agit donc pas d'une cartographie géologique au sens strict qui s'attacherait à définir avec précision la nature exacte des processus à l'origine de ces formations, qui utiliserait à cet effet des méthodes de datation, de géochimie, etc.

3.3.1. Synthèse des données pétrographiques et des datations

L'objectif était de constituer un référentiel litho-stratigraphique cohérent à l'échelle du Nord-est de l'île de Mayotte et de disposer notamment de critères pétrographiques les plus objectifs possibles pour l'identification macroscopique des différents faciès afin de mener, in fine, le travail de cartographie.

Les principales données suivantes ont été utilisées :

- la description pétrographique de 13 lames minces réalisées sur des échantillons prélevés au cours de la première phase du projet et sélectionnés pour leur représentativité (Stratagem 974 ; 2008) ;

- les données et résultats de la thèse de Debeuf (2004) :
 - a) la « cartographie lithologique de la cote Nord-est de l'île de Mayotte » ;
 - b) les descriptions pétrographiques, bien que la localisation des échantillons ne soit pas définie avec précision. Néanmoins, compte tenu de la connaissance géologique du secteur et des affleurements les plus accessibles connus, il a été possible d'attribuer avec certaines précautions les descriptions pétrographiques à des lithologies types ;
 - c) les datations : nouvelles datations réalisées par Debeuf et synthèse des travaux antérieurs. La précision de la localisation des échantillons est du même ordre que celle déjà mentionnée ci-dessus. Néanmoins, les échantillons datés par Debeuf (2004) peuvent être rattachés à une description pétrographique précise (les numéros d'échantillons sont connus).

3.3.2. Description des lithologies observées sur le terrain et à la loupe binoculaire

Les échantillons recueillis sur le terrain ont été observés à la loupe binoculaire. Ces descriptions sont rassemblées dans le tableau de l'annexe 2. Elles ont consisté à définir principalement la texture, la minéralogie et le degré d'altération de la roche, à en déduire des lithotypes et à effectuer des regroupements d'échantillons (attribution de plusieurs échantillons à un même lithotype).

A partir de la synthèse des observations et interprétations menées à partir des documents existants, à l'échelle du terrain (les cartes d'affleurements sont présentés en Annexe), de l'échantillon (observation à la loupe binoculaire, y compris sur des échantillons en provenance des forages existant) et de la lame mince, plusieurs faciès lithologiques ont été définis (Tableau 1). Ils sont organisés des formations supposées les plus anciennes au plus récentes. En l'absence de datations de l'ensemble des formations géologiques, la chronologie de mise en place a aussi été établie sur la base de critères géométriques et géomorphologiques.

Deux grands ensembles lithologiques ont été identifiés :

- les formations rattachées à l'activité du M'Tsapéré,
- les terrains plus anciens, indifférenciés dans le cadre du projet, sur lesquels se sont mises en place les formations plus récentes décrites ci-dessus.

Ensemble géologique / dénomination retenue	Indice BRGM (carte)	Dénomination Stratagem974 (lames minces)	Dénomination Debeuf (2004)	Age absolu (Ma) ²	Description pétrographique macroscopique (Stratagem974 et Debeuf, 2004)	Principaux critères retenus pour l'identification macroscopique ³	Remarques
IV. Volcanisme récent			Basalte (M53 – Pte Mahabo ; M72 Pte Hamada ; M73 (carrière ?)	≤ 0.15	M53 : Basalte porphyrique à olivine M72, M73 : Basalte aphyrique		
Volcanisme explosif de Kaweni. Cônes de scories récents et coulées associées							
III. Mtsapéré Nord							
Phonolite		-	Phonolite (M76 Koungou)		M76 : Phonolite porphyrique à feldspath potassique ± amphibole brune		
Tephrite	Tep	Mugéarite (435 Kawéni ; 289 Kawénilajolie)	Téphrite	1.35	S974 : Texture microlithique. Quelques rares phénocristaux opaques. Microlithes de plagioclase	Texture microlithique (critère pertinent ?)	La dénomination téphrite a été privilégiée en raison de la présence de feldspathoïdes. Datation à l'Ouest de Trévani
		Trachyandésite (BM12 Kangani ; BM18 Kangani ; MY17 Rte Convalescence)	Téphrite (M123, Ouest Trévani ; M31 Pte W Kangani)		S974 : Texture porphyrique, mésostase microlithique (plagioclases). Phénocristaux d'amphibole s.s. ou brune (10%), de clinopyroxène (5%) et de leucite/néphéline (5% à non décrite/absente) DD : M123 : Téphrite porphyrique à amphibole brune, ± pyroxène, ± fath. alcalin	Amphibole, feldspathoïdes, texture porphyrique.	
Basalte à pyroxène, amphibole et olivine	β3		Téphrite (M4 Convalescence bas ; M75 (Koungou, bord RN ; M122 Kangani)	2.32	DD : M4, M75, M122 : téphrite porphyrique à pyroxènes, ± olivine ± amphibole		Datation : Kawéni/Convalescence (bas)
II. Maévadoani							
			Tephrite (M56 Maévadoani)	1.41	DD : Tephrite porphyrique à amphibole		Datation effectuée au sommet du relief.

² Données et dénomination extraites de Debeuf (2004)

³ Ol : Olivine – CPX : clinopyroxène – fath : feldspath

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

Ensemble géologique / dénomination retenue	Indice BRGM (carte)	Dénomination Stratagem974 (lames minces)	Dénomination Debeuf (2004)	Age absolu (Ma) ²	Description pétrographique macroscopique (Stratagem974 et Debeuf, 2004)	Principaux critères retenus pour l'identification macroscopique ³	Remarques
					brune, ± pyroxène, ± fath. Alcalin		
Basalte à pyroxène et olivine	β2 (Maéva-doani)	Ankaramite (Echant. 4)		≥ 1.41	S974 : Lave mélanocrate. Texture porphyrique, mésostase microlithique (plagios). Phénocristaux de clinopyroxène (5%), Olivine (1%).	Phénocristaux (CPx, Ol.) moins abondants que dans β2 (critère peu pertinent).	
I. Mtsapéré Sud							
Phonolite			Phonolite (Echant M58 Doujani ; M103 Mlima Combani)	0.8	DD : Phonolite aphyrique microlithique (M58) Phonolite porphyrique à néphéline et feldspath potassique (M103)		Datation à Doujani
Basalte à pyroxène, amphibole et olivine	β3	Trachybasalte (241 Majimbini ; 201 Majimbini)			S974 : Lave mélanocrate. Texture porphyrique fluidale, mésostase microlithique (plagios). Phénocristaux de clinopyroxène (15%), Olivine (1% à 5%) et amphibole brune (10% à 1%), opaques (1%).	Amphiboles, ferromagnésiens visibles à la cassure (microphénocristaux qui miroitent), pas de feldspatoïdes	Datation à Kawéni (S)
Basaltes à pyroxène et olivine	β2	Ankaramite (Echant. 35/Gouloué ; 519 Majimbini-Kawéni ; 279 Kawénilajolie ; 53 Kougou ; MC52 Gombani)			S974 : Lave mélanocrate. Texture porphyrique, mésostase microlithique (plagios). Phénocristaux de clinopyroxène (10%), Olivine (1 à 5, voire 10%).	Absence d'amphibole. Présente un faciès d'altération clair et « grumeleux » masquant très souvent son caractère mélanocrate.	Faciès « sommital » : coulées épaisses dans paléovallées (Kawénilajolie) Faciès « basal » grumeleux. (critère empirique)
			Basanite (M69 ; M74 Doujani littoral) Basalte (M68 Idem)		DD : Basanite porphyrique à Olivine et pyroxène DD : Basalte porphyrique à olivine et pyroxène		
Altérites							10 à 30 m d'épaisseur à Gouloué
Pyroclastites et laves interstratifiées					Gouloué 2 : Lave mésocrate pyroxène et rares olivines, mésostase microlithique. Gouloué 1 : lave		

Ensemble géologique / dénomination retenue	Indice BRGM (carte)	Dénomination Stratagem974 (lames minces)	Dénomination Debeuf (2004)	Age absolu (Ma) ²	Description pétrographique macroscopique (Stratagem974 et Debeuf, 2004)	Principaux critères retenus pour l'identification macroscopique ³	Remarques
					mélanocrate, pyroxène et olivine.		
Formations non identifiées à l'affleurement							
Basalte à olivine et pyroxène					Kwalé 1 et 3 : lave mélanocrate. Texture porphyrique. Phénocristaux d'olivine (jusqu'à 30 à 40% - K1) et de pyroxène.		
					Kwalé 2 : cendres (7 m) basalte sombre à olivine, feldspath et pyroxène (7-22m), basalte gris, très riche en pyroxène et olivine (40% de la roche) (C1 : 22-35 ; C2 : 35-46 ; C3 : 46-67), paléosol, basalte à pyroxène, olivine et feldspath (67-70)		
Nota : les formations pyroclastiques interstratifiées, cônes de scories, etc. ne sont pas mentionnés au sein de ce tableau							

Tableau 1 – Synthèse pétrographique du secteur du M'Tsapéré

a) Substratum

Formation composée de coulées de lave (basalte) altérées et zéolitisées, de cendres et de pyroclastites interstratifiées. Cette formation, dont la géométrie n'a pas été définie, affleure de manière généralisée dans les parties basses des vallées de la Kwalé et de la Gouloué et, très localement, dans la vallée de la Majimbini. Les terrains recoupés par les forages de Gouloué 1 et 2 et Kwalé 2 lui sont attribués.

Le forage Gouloué 1 (1230-7X-0045) recoupe, sous 25 m de formations volcaniques altérées⁴, une succession de coulées de lave (2 à 6 m) intercalées de formations pyroclastiques (4 à 11 m), la proportion de ces dernières par rapport aux coulées de lave augmente avec la profondeur. Des cendres sont recoupées sur les 25 derniers mètres de l'ouvrage (89 m de profondeur) (Lachassagne *et al.*, 2002).

Les horizons perméables identifiés sur ce forage correspondent aux niveaux scoriacés situés à la base de chaque coulée. Un débit maximal d'exploitation de 8 m³/h a été déterminé.

Le forage de Kwalé 2 (1230-7X-0023) est majoritairement constitué de basaltes hydrothermalisés, peu productifs.

Dans le cadre de la présente étude, il n'a pas été envisagé de distinguer les géométries et lithologies complexes du substratum du M'Tsapéré. Toutefois, il est probable que le fréquent modèle volcanique de paléovallée et d'inversion de relief soit préservé.

b) Formations rattachées au système sud (Maévadoani)

Les formations issues du secteur du Maévadoani se localisent principalement dans le secteur du flanc sud de la vallée de la Kwalé. Il s'agit principalement des formations suivantes :

- une formation basaltique à olivine et pyroxène (β6). Elle affleure sur les flancs ouest et nord du Mlima Maévadoani et sur les flancs du relief situé à l'Ouest de celui-ci et culminant à 235 m d'altitude. Au droit du Mlima Maévadoani, cette formation comble très probablement une paléovallée orientée vers le NNE qui plonge sous la vallée actuelle au niveau des forages de Kwalé. Elle reposerait sur le substratum ancien. Cette formation est saine et fissurée (prismée) dans la rivière de la Kwalé où elle affleure entre les côtes +110 et +130 m NGM (captage d'eau de la rivière) ;
- une formation basaltique à gros pyroxène (trachybasalte β7) dont les coulées sont totalement démantelées. De très nombreux blocs sont situés sur une partie du flanc Ouest du Mlima Maévadoani entre les côtes +150 et +250 m NGM.

Les formations du forage Kwalé 1 sont attribuées au Maévadoani, ou du moins à une zone au contact, influencée par ce volcanisme. La limite entre le volcanisme du M'Tsapéré et celui du Maévadoani se localise sous l'actuel Mro Oua Kwalé.

Les téphrites du Maévadoani sont datées à 1.41 Ma (Debeuf, 2004). Il est probable que cet échantillon soit représentatif d'une phase récente du volcanisme de ce massif car il a été vraisemblablement prélevé en surface dans un secteur assez élevé en altitude. Il reste envi-

⁴ L'identification de formations altérées décamétriques sus-jacentes à des laves constitue un premier indice de la présence de substratum.

sageable que le volcanisme des massifs du M'Tsapéré et du Maevadoani soient pseudo-contemporains.

c) Formations rattachées au système du M'Tsapéré

Une formation basaltique à gros pyroxène (β2). Il s'agit de coulées de basalte mélanocrate à mésocrate à texture granuleuse, riche en pyroxènes de taille infra millimétrique à millimétrique. Elle affleure majoritairement en pied de versant. Cette formation s'est mise en place sous la forme de coulées massives d'une dizaine de mètres d'épaisseur qui ont comblés des paléovallées antérieures⁵. Elle se présente le plus souvent sous la forme de formations décamétriques saines et fissurées et présente fréquemment en base de coulées des niveaux de scories ou de pyroclastites métriques. L'épaisseur cumulée de cette formation peut atteindre une centaine de mètres environ (d'après données de géophysiques). Le plus souvent, on la retrouve sous forme altérée en aval des vallées, là où elle a été plus exposée à l'altération météorique. Dans la vallée de Kawénilajoli et dans l'amont de la Kawéni, elle présente souvent un débit en plaquettes. Dans les vallées de la Kwalé, la Gouloué, la Doujani et la Majimbini, ces coulées de laves reposent directement sur le substratum hydrothermalisé.

Une formation basaltique à olivines, pyroxènes et amphibole (β3). Il s'agit de coulées de basalte mésocrate, riches en ferromagnésiens tels que l'olivine, le pyroxène et l'amphibole. Cette formation est constituée de plusieurs coulées massives d'épaisseur décamétrique environ. L'épaisseur globale de la formation peut-être estimée à 50 mètres environ. Elle repose le plus souvent sur des formations pyroclastiques d'épaisseur décimétrique à métrique ou directement sur le basalte à gros pyroxène. Ce faciès affleure dans toutes les vallées prospectées.

Au Sud du secteur d'étude, elle arme très fréquemment les reliefs (paléovallées en inversion de relief). Au Nord, elle affleure moins fréquemment. L'édification radiaire du massif volcanique du M'Tsapéré semble être diachrone car le Nord du massif et le sud-est du massif semblent être constitués de formations différentes.

Ces laves sont le plus souvent saines avec une fissuration sub-horizontale (figures de flux) et sub-verticale (figures de refroidissement) et présentent fréquemment en base de coulées des niveaux de scories. Cependant, quelques variations de faciès sont observées selon la localisation des affleurements. Au Sud, ces laves sont le plus souvent saines et fissurées, néanmoins, lorsqu'elles affleurent au sommet des reliefs (secteurs de Doujani-Kavani) elles se présentent sous la forme de laves altérées blanches mais denses⁶. Dans les vallées de Kawéni et Kawénilajoli, cette formation basaltique présente un débit en plaquette. Plus au Nord également les laves semblent être plus riches en petites amphiboles et peuvent être parfois aphyriques.

Toutes les formations citées ci-dessus correspondent au début de l'édification du massif volcanique du Mlima M'Tsapéré daté autour de 1.8 Ma. Ce volcan s'est édifié par effusions successives de laves qui montrent des alternances de basalte massif, de niveaux scoriacés et d'altérites (paléosol). Les coulées de laves présentent différents degrés d'altération selon leur position géographique et morphologique. Elles peuvent être complètement argilisées, altérées en boule ou saines.

⁵ Les géométries des paléovallées sont variées : bords redressés et subverticales pour les cas visibles à l'affleurement. En ce qui concerne les flancs des paléovallées observés sur la géophysique, ces derniers semblent plus proches de l'horizontalité. Ce phénomène peut-être expliqué par le lissage relatif aux lignes de courant.

⁶ L'altération, et plus particulièrement l'hydrothermalisme, constitue une cause envisageable de ces évolutions de faciès.

Une formation basaltique supérieure ($\beta'3$) au basalte $\beta3$ a été définie qui se distingue du faciès inférieur par la présence de phénocristaux de pyroxène, le rapprochant du faciès $\beta2$ avec lequel il peut être confondu.

Une formation basaltique de type Trachyandésite (α). Cette formation se distingue des faciès inférieurs par la présence de nombreux plagioclases ainsi que d'une majorité de phénocristaux d'amphibole noyés dans une matrice compacte et l'absence complète de cristaux d'olivine. Sur le site d'étude, il s'agit d'une formation saine qui apparaît seulement en amont de Kawéni.

Téphrite phonolitique (Tep). Il s'agit d'une lave souvent saine à matrice grise, leucocrate à mélanocrate à structure grenue dont la minéralogie est composée de cristaux de néphéline, de pyroxènes très abondants, d'amphiboles et rarement d'olivine. Elle se caractérise également par une patine d'altération superficielle de couleur grise. Cette formation est présente sur les reliefs de Kawéni et, au Nord, dans les vallées de Kangani, M'gombani et Longoni.

C'est une formation assez récente liée à l'intrusion des phonolites. Elle s'est mise en place sous la forme de coulées massives d'une dizaine de mètres d'épaisseur. L'épaisseur cumulée de cette formation peut atteindre une centaine de mètres environ. Au sein des zones prospectées, la base des coulées est le plus souvent scoriacée. Certains toits de coulées sont vacuolaires et sont surmontés d'un niveau de pyroclastites d'épaisseur décimétrique.

Ces formations arment le plus souvent les reliefs. Des variations de faciès sont observées selon les zones prospectées. Localement dans les ravines de Kangani et de M'Gombani cette formation peut être très riche en phénocristaux de pyroxène qui se présentent le plus souvent sous forme d'amas. Dans le reste du Nord, la téphrite est généralement plus riche en amphibole.

Phonolite (Phon) : Il s'agit d'une lave intrusive visqueuse qui s'est mise en place tardivement et qui se présente le plus souvent sous la forme de dôme. C'est une roche mésocrate légèrement verdâtre. Elle est le plus souvent aphyrique mais présente parfois quelques rares cristaux visibles à l'œil nu, tel que la néphéline. Elle se caractérise également par une patine d'altération superficielle blanchâtre. La phonolite s'altère en kaolinite blanche que l'on retrouve dans la vallée de la Doujani. Sur les bordures des intrusions, l'influence de l'hydrothermalisme est souvent marquée. Les phonolites arment les hauts reliefs de la vallée de la Gouloué, de Doujani et de la Krissoni. La phonolite affleure également à la pointe de Longoni. L'épaisseur cumulée de cette formation n'a pas été déterminée. Cependant, la mise en place des phonolites sous forme de protrusion suggère des épaisseurs de plusieurs centaines de mètres.

La fin de l'édification du massif volcanique du M'Taspéré est donc marquée par une phase d'activité phonolitique avec des coulées de téphrite associées, datée autour de 1.5 Ma. Ces formations plus visqueuses se sont mises en place au sein de grandes fractures de l'édifice, donnant en surface, par exemple le dôme-coulée du Mlima Mtsapéré. Des extrusions plus locales se sont aussi mises en place (Doujani, Longoni, Mlima Combani).

Une formation basaltique récente de type Ankaramite ($\beta\pi$). Cette formation se distingue des formations inférieures intermédiaires ou acides (téphrites, phonolites) par la présence de phénocristaux de clinopyroxène et d'olivine. A l'heure actuelle, cette formation a été reconnue en bordure du cratère de Kavani ainsi qu'en amont du cratère de Kawéni ou elle repose sur des coulées de téphrite.

Brèches polygéniques (Br) : Cette formation pourrait être liée aux effondrements partiels du dôme de phonolite de Longoni (Deboeuf, 2004). Ces brèches affleurent uniquement dans ce

secteur. Toutefois, le faciès de brèche polygénique peut aussi être rattaché à des déstabilisations gravitaires en masse de type avalanche de débris.

d) Formations liées à du volcanisme explosif

Un volcanisme explosif, mal daté, autour de 500 000 ans pour les manifestations les plus anciennes, avec des activités beaucoup plus récentes⁷ a donné lieu à la construction de cônes de scories de type strombolien. Leurs sont associés de petites coulées, l'émission de pyroclastites (retombées et écoulements) et la construction de cratères de type maar. Les formations géologiques présentes sur Petite Terre seraient liées à la même dynamique explosive mais se seraient peut-être déposés lors d'une phase plus récente en raison de la migration vers l'Est de la chambre magmatique.

Scories (Scr.) : Ce sont des matériaux de projections liés à la mise en place de cône de scories. Les laves associées à ces projections sont très vacuolaires et poreuses et présentent une surface irrégulière. Ces formations affleurent localement dans la vallée de la Kwalé, dans le secteur de Kavani, de Kawéni et sur Petite-Terre. Les matériaux d'altération des scories se présentent sous la forme d'argiles rouges de couleur lie de vin.

Pyroclastites (Pyr), cendres (Cend) et ponces (Ponc) : Ce sont des dépôts de retombées liés à la dynamique explosive tardive des cratères de Kawéni, Kavani et Trévani sur Grande-Terre et des cratères de Petite-Terre (principalement le Dzihani Dzaha). Elles se sont mises en place à la suite de la série lavique éruptive du M'Tsapéré. Les pyroclastites sont fréquemment présentes à la base des principales coulées, sous forme de niveaux pyroclastiques lités, de couleur beige à jaunâtre, à éléments polygéniques libres. Les pyroclastites sont localement granoclassées et reposent parfois sur des surfaces rubéfiées rougeâtres. Les cendres (généralement différenciée des pyroclastites par leur granulométrie plus fine et un litage plus net) et les ponces (caractérisés par leur structure très poreuse et donc leur faible densité) affleurent essentiellement sur Petite Terre.

e) Formations alluvionnaires récentes

Au cours de la période récente (depuis la fin de l'activité volcanique du M'Tsapéré), marquée d'une part par une moindre production de formations volcaniques et d'autre part, par les fluctuations eustatiques quaternaires, les formations géologiques sont principalement des dépôts fluviaux (galets, sables, limons, etc.) qui ont comblé les incisions creusées par les cours d'eau lors des bas niveaux marins. Ces dépôts peuvent atteindre 45 mètres d'épaisseur (forages de Kawéni). Dans la partie aval des cours d'eau, ces dépôts alluvionnaires quaternaires sont interstratifiés de formations lagunaires de type « mangrove ».

⁷ Pour Kawéni, le volcanisme semble plus récent que la dernière incision quaternaire, soit 10 000 ans environ. Sur Petite-Terre un âge postérieur à 0.15 Ma est avancé par Debeuf (2004)

3.4. PHASE 4 – PROSPECTION GEOPHYSIQUE PAR PANNEAUX ELECTRIQUES

Les investigations géophysiques adaptées à la détermination de la géométrie en profondeur des formations géologiques repérées en surface est la méthode des panneaux électriques en courant continu. Cette méthode permet d'imager la résistivité électrique du sous-sol sous la forme d'une coupe 2D et, par analogie ou par calibration (forages, observations de surface), d'en déduire des informations sur la structure géologique et hydrogéologique en profondeur. Six profils de résistivité, d'une longueur moyenne de 750 m et d'une profondeur d'investigation de l'ordre de 120 m ont été réalisés sur la zone d'étude.

Les objectifs attendus par la méthode géophysique des panneaux électriques sont de :

- déterminer la géométrie en profondeur des formations géologiques repérées en surface. Par analogie ou par calibration avec les données de forages et les observations géologiques de surface, d'en déduire des informations sur la structure géologique en profondeur (incision en paléo-vallée, matériaux de remplissage : pyroclastite, alluvions ...).
- préciser et valider par la géométrie des contacts qui seront observés sur les profils les faciès géologiques repérés en surface.

3.4.1. Généralités

Dans la mesure du possible (accès, effets topographiques) les profils ont été implantés de manière perpendiculaire aux structures géologiques repérées en surface (perpendiculaire aux coulées ; Illustration 3) afin d'espérer obtenir des formes géométriques intéressantes par les panneaux électriques (paléo-vallée, contact résistant et conducteur...).

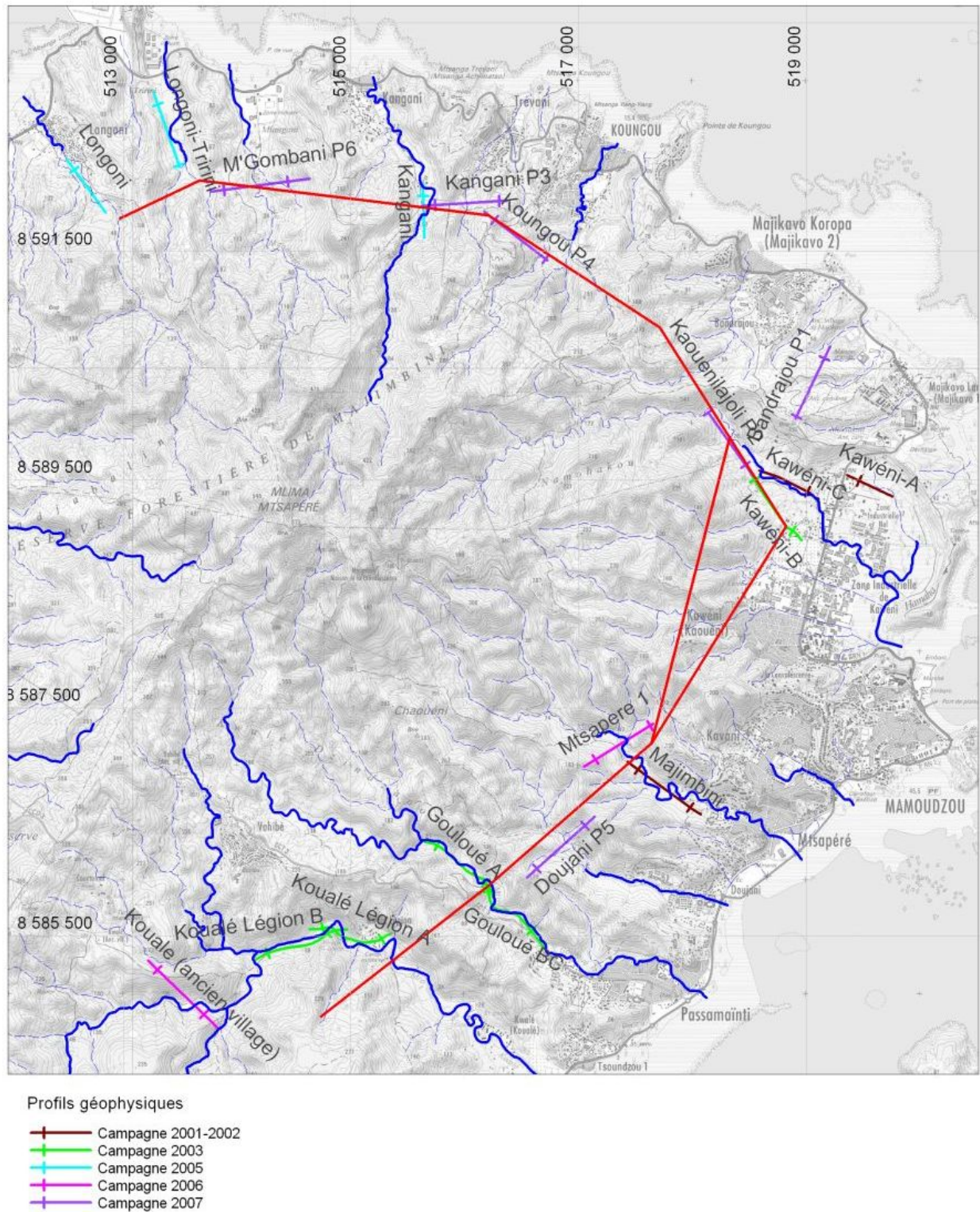


Illustration 3 - Carte de localisation des nouveaux profils de géophysiques et des précédents profils

3.5. PHASE 5 – SYNTHÈSE HYDROGÉOLOGIQUE

La démarche a consisté à identifier les formations géologiques possédant des propriétés aquifères. Ces formations doivent être dotées d'une perméabilité originelle élevée (perméabilité d'interstices : principalement au sein des horizons scoriacés des laves et dans une moindre mesure, au sein de formations pyroclastiques remaniées, ou de fissures : figures de

flux et/ou de refroidissement des laves) et/ou d'une perméabilité secondaire significative (perméabilité de fractures). Ces différents types de perméabilité ne doivent pas avoir été oblitérés par des processus d'altération (climatique ou hydrothermale). La perméabilité des formations géologiques est qualifiée à partir des informations recueillies par forage à l'échelle de l'île et, de manière indirecte en général, à partir des observations effectuées au cours des reconnaissances géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques de terrain et dans la mesure du possible, lors des prospections géophysiques.

La synthèse des données est présentée pour chaque secteur du Sud vers le Nord : Kwalé, Doujani, Majimbini, Kaouni, Kaouenilajoli, Majocavo-Koropa, Bandrajou, Koungou, Trévani, Kangani, Miangani/Longoni.

Les interprétations géologiques sont synthétisées sous la forme de cartes lithologiques et de coupes géologiques interprétatives du massif du M'Tsapéré (planche hors-texte). Les informations des données de terrain, des forages et des profils géophysiques ont servi à l'établissement des coupes. Certaines informations ont été légèrement déplacées afin d'être correctement projetées sur la coupe. Toutefois, l'agencement général des formations géologiques est conservé.

3.5.1. Vallée de la Kwalé

a) *Nature de la géologie et géométrie des formations*

Les interprétations des profils géophysiques (Illustration 5 et Illustration 6) au droit des forages de Kwalé 1 et 3 sont les suivantes :

- En rive gauche : paléovallée comblée successivement d'un ensemble conducteur à éléments résistants : il s'agit probablement de pyroclastites à coulées interstratifiées⁸ de lave, et dont la limite sud semble se trouver au droit du forage de Kwalé 1. Cette paléovallée serait orientée NO-SE, puis les formations $\beta 2$ et $\beta 3$ lui seraient sus-jacentes. La base des coulées $\beta 2$ visibles à l'affleurement (au bord de la Kwalé) présente un faible pendage (vallées peu incisées) ;
- En rive droite, deux hypothèses peuvent être proposées :
 - o H1 : paléovallée identique ou paléovallée parallèle à celle évoquée ci-dessus, fortement incisée, comblée par des produits plus anciens situés sous les pyroclastites et comprenant des coulées de vallée (Kwalé 3 et 1) reposant respectivement sur des alluvions et des hyaloclastites. La paléovallée de ces forages serait donc aussi orientée NO-SE et fossilisée par les formations du Maévadoani ;
 - o H2 : paléovallée beaucoup plus vaste, dont la limite serait le substratum conducteur située à l'ouest du profil géophysique B (Illustration 6) et qui serait comblée par des formations résistantes (de 150 à plus de 600 ohm.m) et des formations plus conductrices (50 à 150 ohm.m), restant tout de même dans une gamme de résistivités assez fortes. Cette paléovallée présenterait une orientation SSO – NNE.
Toutefois, une contrainte apparaît : la datation du Maévadoani, localisée vers le haut du massif (Debeuf, 2004), concerne vraisemblablement des formations tardives et la partie ouest du relief est beaucoup plus ancienne.
- le système des paléovallées NO-SE du Mtsapéré débute en rive gauche de la Kwalé et il est partiellement masqué par le volcanisme du massif du Maévadoani.
- un substratum conducteur est identifié vers la cote 55 m NGM, ailleurs et jusqu'à des cotes de -100 m NGM environ, le substratum est résistant ou le substratum conducteur éventuel n'est pas atteint.

⁸ Pyroclastites à coulées de lave interstratifiées que l'on retrouverait aussi en rive droite de la Gouloué

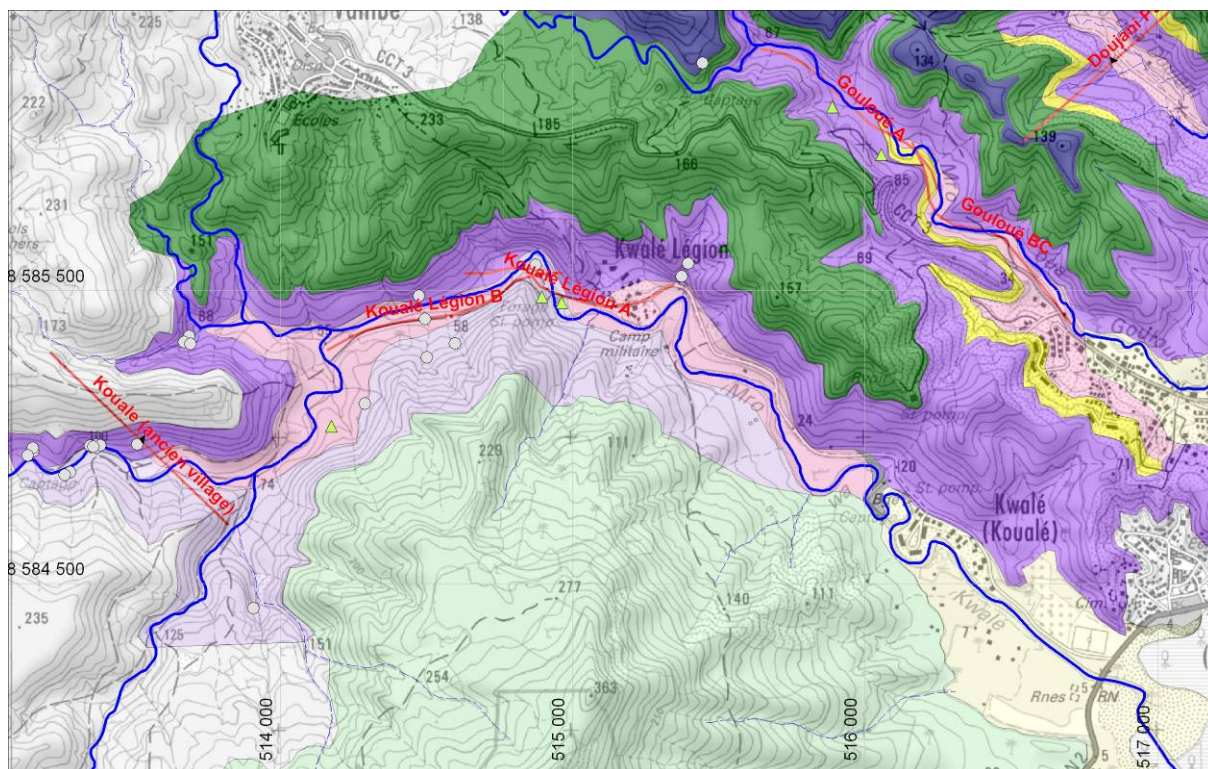


Illustration 4 – Localisation du secteur d'étude de la vallée de la Kwalé, des émergences, forages et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique)

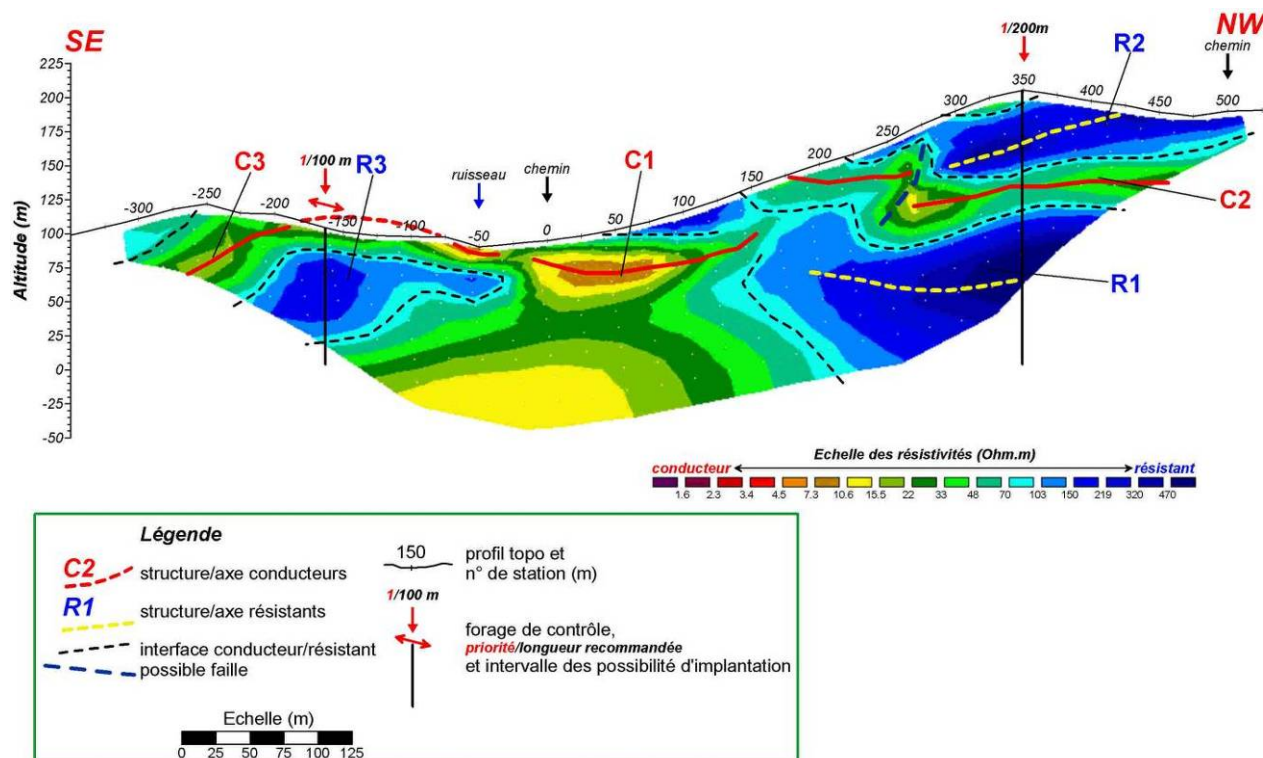


Illustration 5 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kwalé (ancien village)

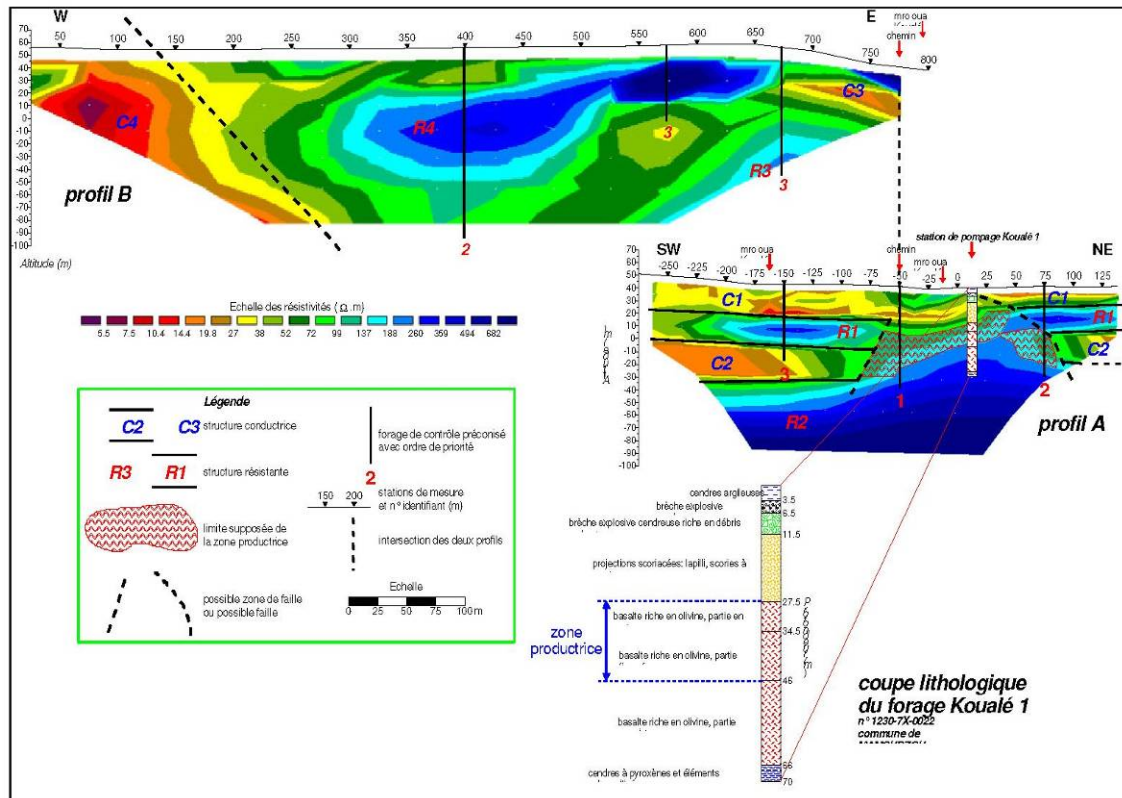


Illustration 6 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kwalé Légion, profils A et B et coupe de forage de Kwalé1.

b) Caractérisation hydrogéologique de la vallée de la Kwalé

A la frontière entre le massif du Maévadoani et celui du M'Tsapéré, la vallée de la Kwalé présente un potentiel aquifère intéressant. Les ressources en eau se localisent au sein de paléovallées comblées par des coulées de laves. La productivité des ouvrages, récemment réévaluée (Guilbert *et al.*, 2008) est comprise entre 18 (Kwalé 3) et 80 m³/h (Kwalé 1) pour les secteurs aquifères. En ce qui concerne le piézomètre Kwalé 2 (productivité < 5 m³/h), il est vraisemblablement localisé à l'extérieur du système de paléovallées productive, c'est-à-dire dans le substratum du massif du M'Tsapéré. Les géométries et les lithologies propres au substratum ne sont pas distinguées dans le cadre de la présente étude.

La géométrie des aquifères correspond à la structure des paléovallées : la longueur est kilométrique, la largeur est estimée à quelques centaines de mètres sur une épaisseur aquifère de l'ordre de plusieurs dizaines de mètres.

Par ailleurs, de nombreuses venues d'eau ont été relevées dans le bassin de la Kwalé. La majorité de ces venues d'eau émerge au contact entre le substratum et les premières formations basaltiques sus-jacentes (β2 en rive gauche et β6 en rive droite). D'autres venues d'eau plus faibles ont été signalées directement dans les formations de β2. Bien qu'il s'agisse d'informations ponctuelles, ces venues d'eau soulignent une potentialité hydrogéologique relativement importante du bassin.

Les modalités de recharge de l'hydrosystème souterrain du forage Kwalé 1 sont relatives à la présence de pertes vraisemblablement de façon diffuse dans le Mro Oua Kwalé (2.3 10⁵ m³/an) et aux précipitations (3 10⁵ m³/an) (Guilbert *et al.*, 2008). Par ailleurs, les niveaux piézométriques des forages sont à la même altitude que la surface libre du Mro Oua Kwalé à

proximité, ce qui indique que les formations aquifères et le cours d'eau forment un système hydrogéologique à l'interdépendance marquée.

3.5.2. Vallée de la Gouloué

a) Nature de la géologie et géométrie des formations

Au droit des panneaux électriques (Illustration 8), les interprétations suivantes peuvent être formulées :

- Il existe un substratum conducteur profond (-60 m NGM à -100 m environ là où il est le moins profond) qui semble matérialiser (profil BC) la limite sud-ouest de la paléovallée de Gouloué – Doujani). Cette paléovallée serait donc très incisée avec un mur largement plus profond que -120 m NGM ;
- en rive gauche (NE), cette paléovallée serait comblée par des formations de résistivité moyenne (40 à 150 ohm.m) puis, à partir de -20 à -30 m NGM par des formations très résistantes (jusqu'à plus de 500 ohm.m) qui pourraient être assimilées aux formations $\beta 2$ visibles à l'affleurement ou, tout au moins aux formations sous-jacentes au $\beta 2$. Les formations de remplissage de cette paléovallée affleurent largement en rive gauche du Mro Oua Gouloué et sont de faciès $\beta 2$;
- en rive droite (SW), les panneaux électriques imageraient la formation « conductrice à éléments résistants », qui comprend des laves et pyroclastites interstratifiées, et qui a été identifiée aussi dans la vallée de la Kwalé et est recoupée par les forages de Gouloué 1 et 2. Elle est surmontée par une couverture d'altérites significative (10 à 30 m aux forages ; forte rubéfaction au bord du Mro, etc.).

Il y aurait donc eu un arrêt significatif du volcanisme entre la mise en place des formations pyroclastiques (s.l.) et celle des $\beta 2$, ce qui est cohérent avec le caractère apparemment incisé de la paléovallée de $\beta 2$ au sein des pyroclastites (Illustration 8 - profils A abscisses 300 et B abscisses -375 qui correspondent sans doute aux bordures d'un paléoaffluent rive droite de la paléovallée rive gauche ; les irrégularités de la base des formations résistantes du profil BC imagent ces variations morphologiques d'un flanc de la paléovallée), le tout se mettant en place au sein d'une morphologie plus large reposant sur le substratum conducteur. Les pyroclastites constitueraient donc bien un substratum relatif dans cette vallée.

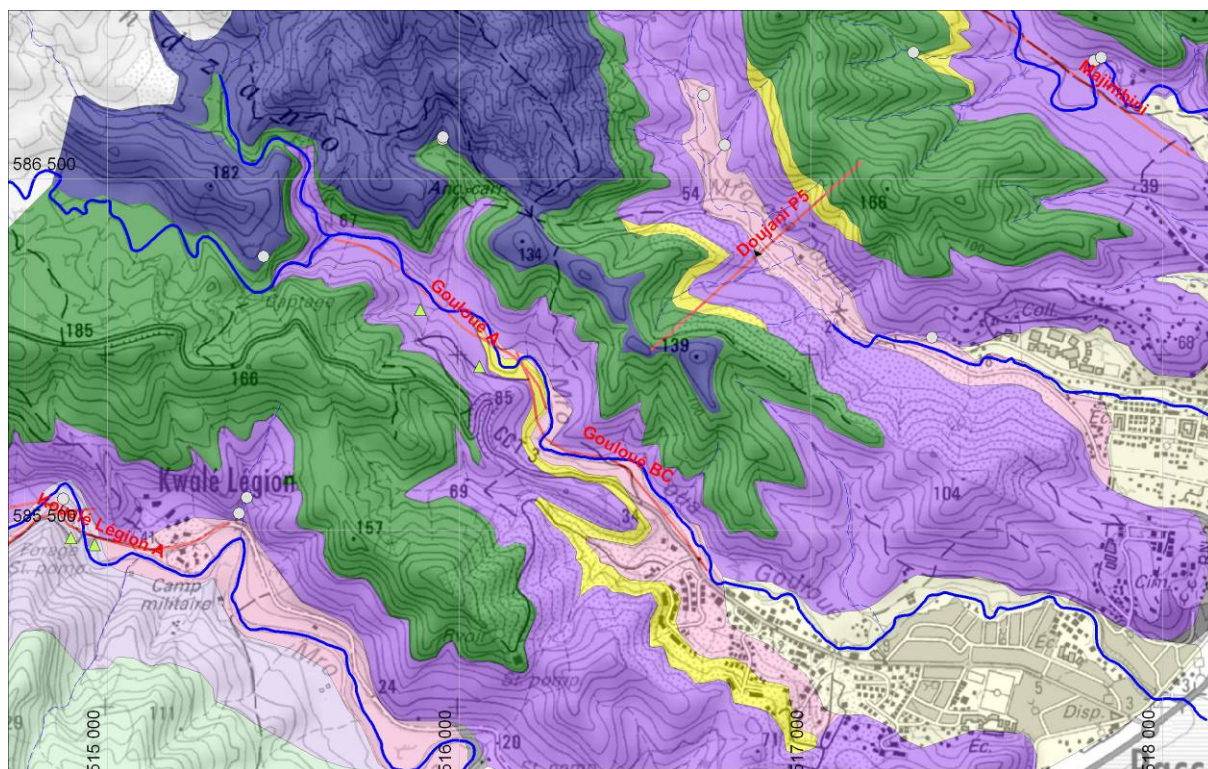


Illustration 7 - Localisation du secteur d'étude de la vallée de Gouloué, des émergences, forages et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique)

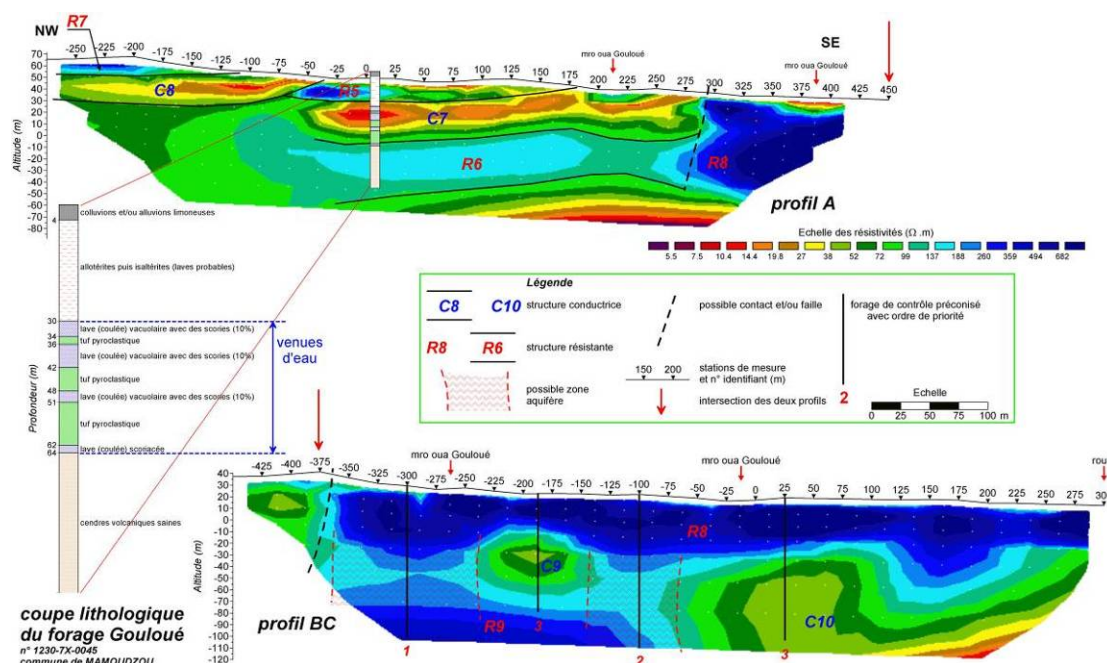


Fig. 7 - Gouloué, coupes de résistivité interprétées

Illustration 8 - Coupes de résistivité interprétée. Site de Gouloué, profils A et BC et coupe de forage de Gouloué.

b) Caractérisation de la masse d'eau de la Gouloué et mise en évidence du potentiel hydrogéologique

Le modèle conceptuel géologique est similaire à celui de la vallée de la Kwalé : les aquifères correspondent aux systèmes de paléovallées comblées par des laves « récentes. Au vu de ce modèle conceptuel, il est supposé que les forages implantés dans la vallée de la Gouloué (Gouloué 1 & 2) sont rattachées aux formations du substratum du massif du M'Tsapéré. Les productivités combinées de ces deux ouvrages atteignent 20 m³/h environ. Les processus de recharge sont vraisemblablement liés aux précipitations et il est envisageable que ces processus soient en partie similaires çà ceux de la vallée de la Kwalé.

En revanche, peu de venues d'eau ont été signalées dans la vallée de la Gouloué. Deux venues d'eau se développent dans les parties hautes du bassin au contact entre les formations phonolitiques et le basalte $\beta 3$ sous-jacentes. Il n'en existe aucune dans les parties basses.

D'intéressantes perspectives en termes de ressources en eau apparaissent sur les profils géophysiques. Ces hypothèses seront vérifiées lors de la 5^{ème} campagne de forage. En conséquence, le potentiel hydrogéologique, actuellement moyen, pourra éventuellement être réévalué si les hypothèses relatives à la présence d'une coulée récente en paléovallée sont vérifiées sur le futur forage de Gouloué.

3.5.3. Vallée de la Doujani

a) Nature de la géologie et géométrie des formations

Au droit des panneaux électriques (Illustration 10), les interprétations suivantes peuvent être formulées :

- système montrant des niveaux résistants (80 à plus de 150 ohm.m) alternant avec des formations plus conductrices ;
- en rive droite (SW) se localise un ensemble bien résistant dont le substratum plus conducteur est à environ -50 m NGM. Hypothèse la plus probable : formation $\beta 2$ ou formations sous-jacentes aux $\beta 2$.
Il est à noter que cette formation est surmontée d'une vingtaine de mètres de formations très conductrices relatives sans doute à un artefact topographique (fond de ravine, puis flanc de relief altéré). Mieux encore, cela marquerait le contact $\beta 3/\beta 2$. La profondeur de la base des formations résistantes se situe à une altitude (-50 m NGM) comparable à celle trouvée dans la vallée de la Gouloué⁹ ;
- en rive gauche (NE) est observée une alternance d'ensembles conducteurs et résistants, les résistants étant moins épais qu'en rive droite ;
- sous ces formations se localise un ensemble plutôt résistant qui ressemble électriquement à ce qui est observé sur le profil BC de la Gouloué sous les formations résistantes ;
- pas de substratum conducteur clairement identifié à moins de -80 m NGM ($C > 20$ ohm.m).

Les paléovallées de $\beta 2$ en rives droite et gauche, comportant des formations résistantes altérées en surface (de 80 à plus de 150 ohm.m) et reposant sur les formations de pyroclastites et laves de Gouloué/Kwalé (30 à plus de 120 ohm.m) reposent elles-mêmes sur le substratum ancien conducteur. Toutefois, de manière moins probable, il est envisageable que le $\beta 2$ soit aussi présent sous l'axe actuel de la vallée.

⁹ Une dissymétrie similaire à celle observée dans la vallée de la Gouloué peut être notée : le flanc sud-ouest des paléovallées est plus abrupt que le flanc nord-est.

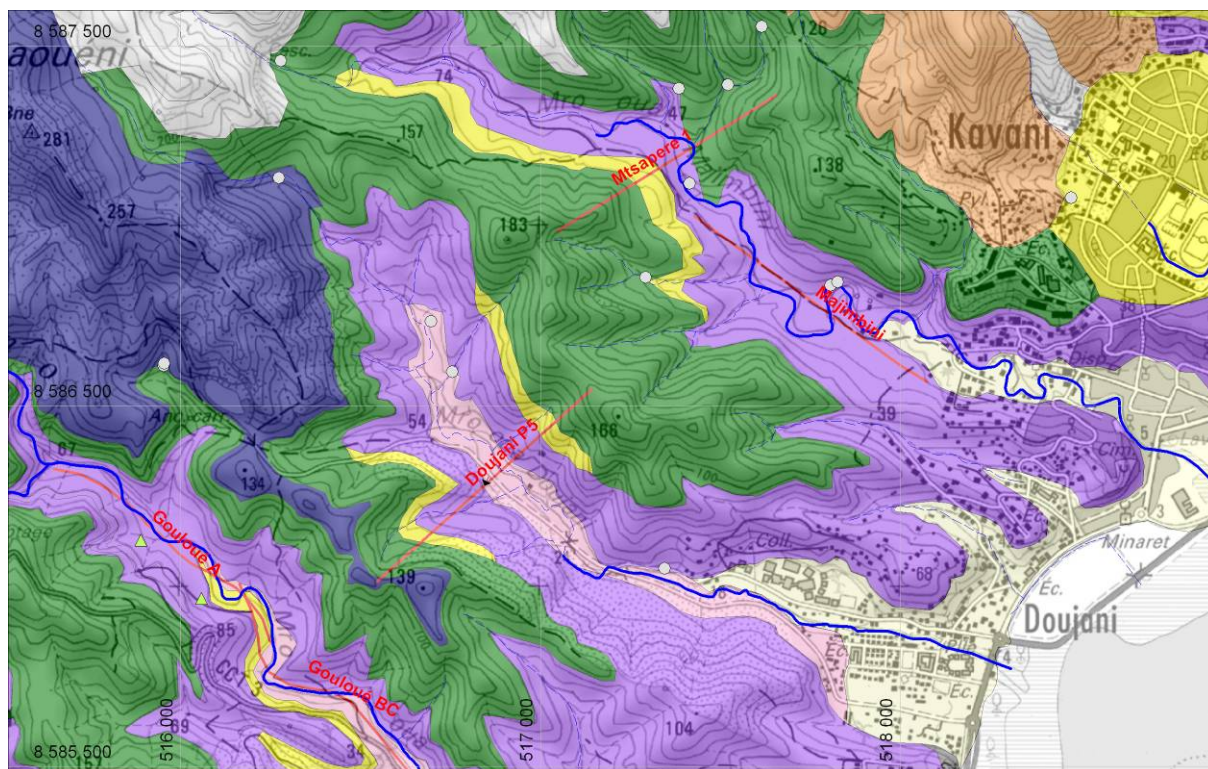


Illustration 9 – Localisation du secteur d'étude de la vallée de la Doujani des émergences, forages et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique)

DOUJANI

Profil - P5

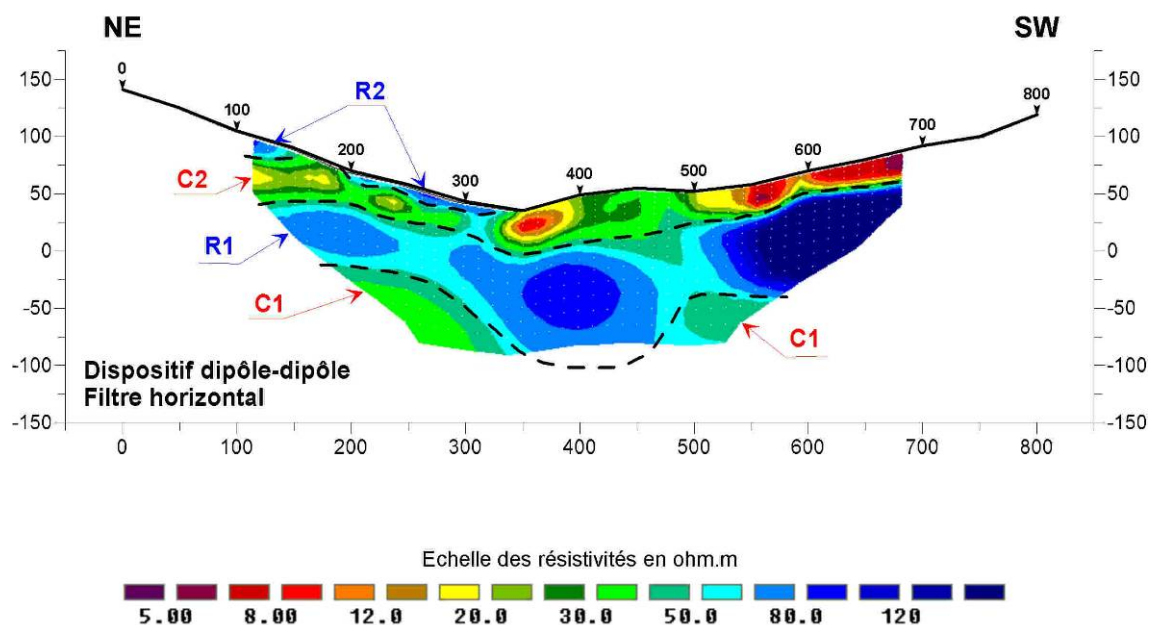


Illustration 10 - Coupes de résistivité interprétée. Site de Doujani (P5) (2007)

b) Caractérisation de la masse d'eau et mise en évidence du potentiel hydrogéologique

Aucun forage n'a été réalisé dans la vallée de la Doujani. La masse d'eau conserve un caractère hypothétique dans ce secteur d'étude.

En hauteur, la présence de l'intrusion phonolitique et de son auréole d'hydrothermalisme réduit les potentialités aquifères. Toutefois, quelques faibles venues d'eau ont été recensées sur le pourtour Nord-est et Sud-ouest de l'intrusion.

Dans les parties basses de la vallée, des venues d'eau ont été relevées au contact entre le substratum et les formations de basalte $\beta 2$ (Illustration 9), particulièrement en rive gauche du cours d'eau. Ce contact marque probablement l'exutoire des formations aquifères de la vallée qui se développeraient dans les horizons résistants (laves saines en rive gauche). Ce qui préfigure un contexte hydrogéologique analogue à celui des vallées de la Gouloué et de la Kwalé.

3.5.4. Vallée de la Majimbini

a) Nature de la géologie et géométrie des formations

Une large coulée de vallée dont le flanc forme une cascade et dont le toit constitue le plateau sur lequel coule la rivière a été observée dans la partie amont du Mro Oua Majimbini (Illustration 11). Vraisemblablement composée de basalte $\beta'3$, cette remarquable coulée est située sous une formation moins résistante (François, 2008). Ces coulées épaisses de $\beta'3$ sont issues de la partie centrale du massif du M'Tsapéré.

Au toit formations conductrices sous la mince couche résistante superficielle (< 5 m) se situent des paléoaltérites (observation de laves altérées sur le terrain) sur une trentaine de mètre d'épaisseur.

Plus en aval, au niveau des panneaux électriques (illustration 12), on distingue du haut vers le bas :

- en sommet de relief profil SW-NE : formations $\beta3$ dont la partie résistante fait une trentaine de mètres d'épaisseur, surmontées de formations moins résistantes ;
- un ensemble conducteur composé, d'après les observations de terrain, d'altérites de $\beta2$ surmontées de pyroclastites, le total faisant 40 m d'épaisseur environ ;
- un ensemble résistant composé *a priori* des formations $\beta2$, de 60 à 70 m d'épaisseur. Le mur de ces formations semble montrer un léger pendage vers le nord-est, d'une pente de 5% environ ;
- substratum conducteur (15 – 20 ohm.m) à – 50 m NGM au niveau de l'intersection des profils, avec une pente vers le SE (-90 m NGM environ à l'extrémité du profil NW-SE) de 5% environ (avec ondulations)

Le système semble relativement tabulaire, tant longitudinalement que transversalement.

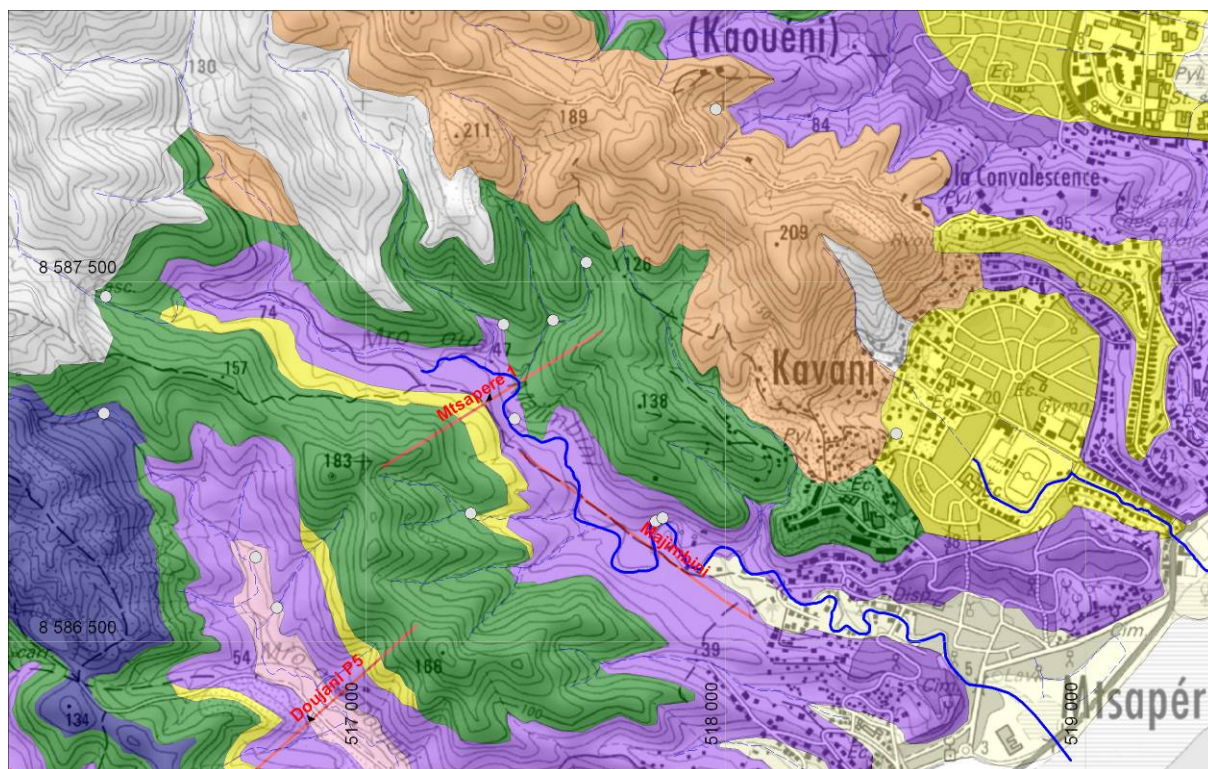


Illustration 11 – Localisation du secteur d'étude de la vallée de la Majimbini, des émergences, forages et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique)

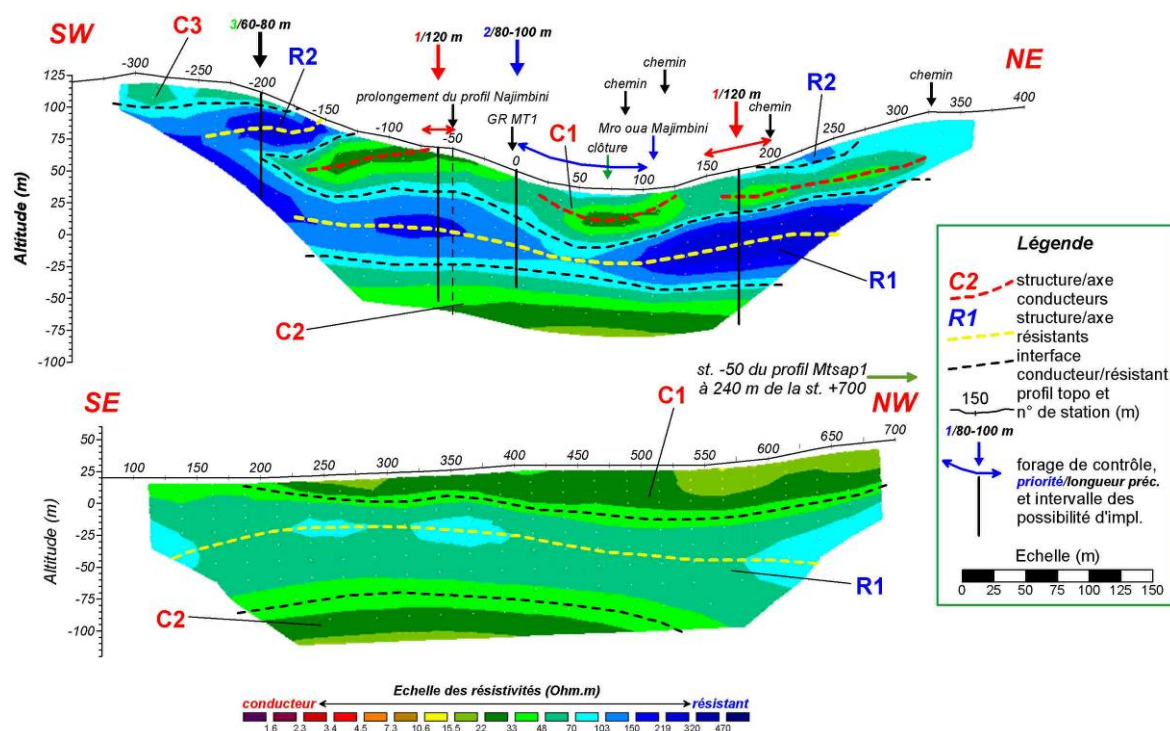


Illustration 12 - Coupes de résistivité interprétée. Site de Mtsapéré, profils Mtsap 1 et Majimbini (2001)

b) Caractérisation de la masse d'eau et mise en évidence du potentiel hydrogéologique

Aucun forage n'a été réalisé dans la vallée de la Majimbini. La masse d'eau conserve un caractère hypothétique dans ce secteur d'étude.

Plusieurs venues d'eau ont été identifiées dans le bassin. Bien que minces, Il semblerait que la majorité d'entre elles émerge à la base des formations de basalte $\beta 3$ au contact des basaltes $\beta 2$. Ces formations semblent (à première vue) les formations au potentiel aquifère le plus élevé de la vallée (Illustration 11).

Dans le même contexte que celui des vallées localisées plus au sud, les potentielles ressources en eau se localiseraient dans des horizons résistants (laves saines).

3.5.5. Kawéni / Kawénilajoli

a) Nature de la géologie et géométrie des formations

Au droit des panneaux électriques (Illustration 14, Illustration 15, Illustration 16, et Illustration 17), on observe :

- La même succession de lithologie :
- Une formation conductrice en surface de pyroclastites dont l'épaisseur est légèrement croissante de l'intérieur des terres vers la côte, de 25-30 m (profil B et C) d'épaisseur à 50 m (profil A).
- Cette formation conductrice repose directement sur une formation résistante, de basalte à pyroxène (probablement $\beta 2$ car identifié en amont), qui plonge vers l'Est de 20 m à 45 m de profondeur, en s'évasant.
- Sur les profils C et P2, on voit apparaître une nouvelle formation conductrice se développant sous les basaltes $\beta 2$, respectivement à partir de – 70 à – 100 m de profondeur. Cette formation est identifiée comme étant le substratum local. Sous le profil A, cette formation n'apparaît pas, on suppose donc que le toit du substratum a une formation supérieur.
- D'après le profil C, l'épaisseur maximale que l'on ait pu observer sur les profils est de 80 m. cette épaisseur semble augmenter vers l'est du profil, c'est-à-dire vers le centre du cratère de Kawéni.
- En amont, sur le profil P2, apparaît une nouvelle structure résistante, à la géométrie significative au flanc d'une paléovallée. Cette lithologie est identifiée comme étant une coulée de basalte à pyroxène et amphibole, $\beta 3$, d'âge postérieur à la coulée de $\beta 2$ et chevauchant ces structures.

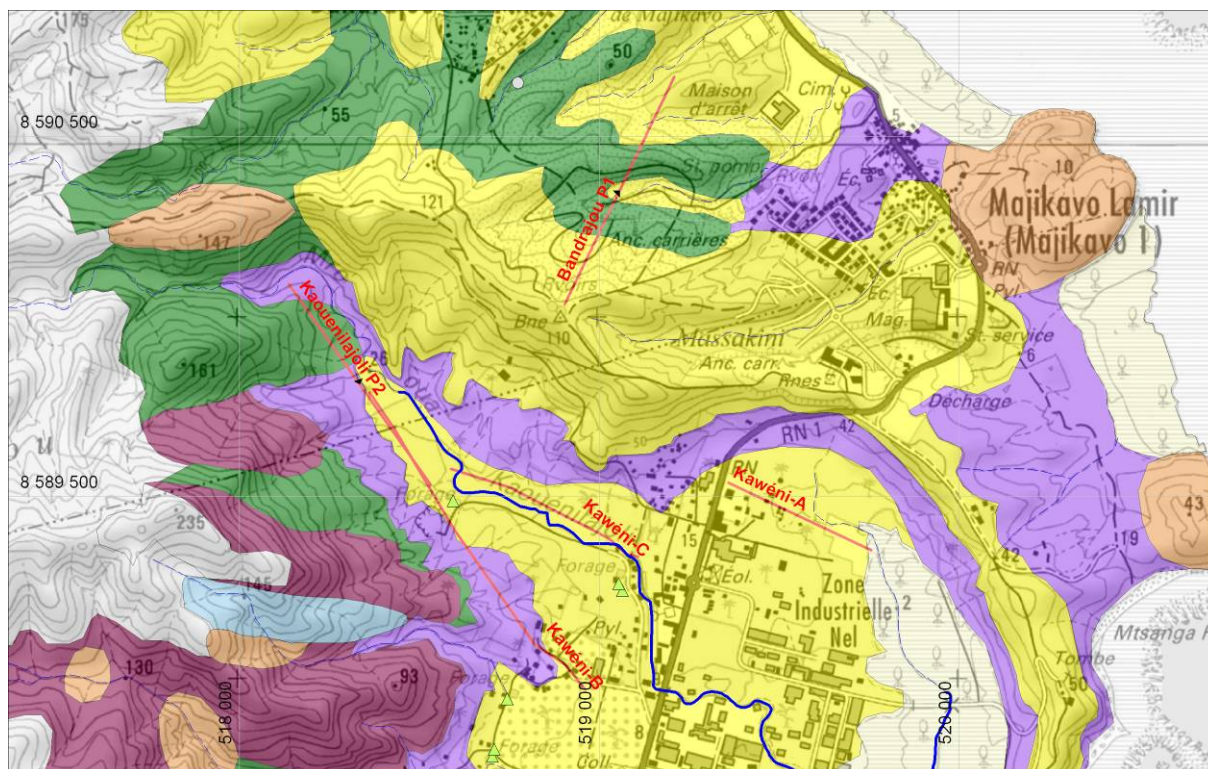


Illustration 13 - Localisation du secteur d'étude de Kawéni – Kawénilajoli, des émergences, forages et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique)

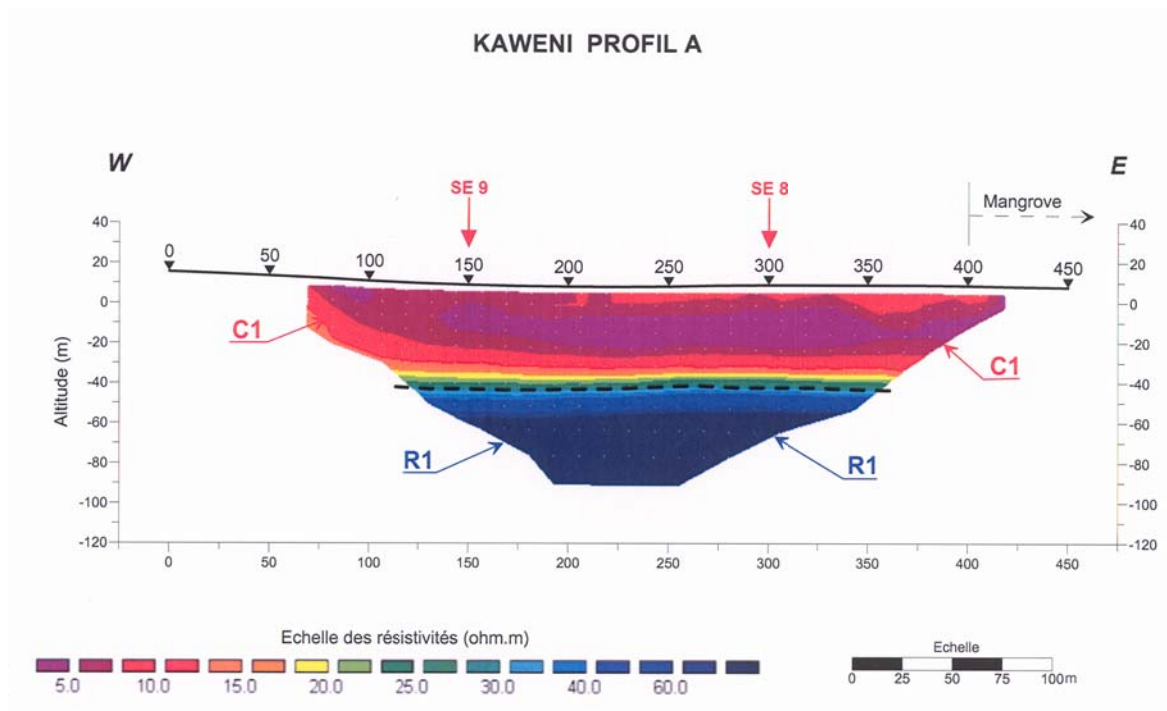


Illustration 14 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kawéni, profil Kawéni A (2003)

KAOUENILAJOLI

Profil - KAWENI B (2003)

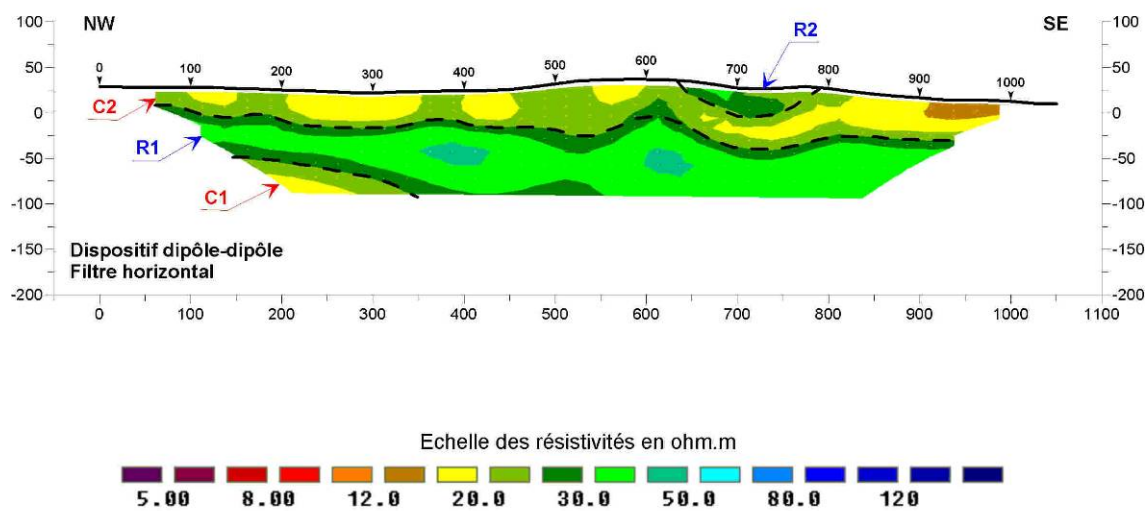


Illustration 15 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kawéni, profil Kawéni B (2003)

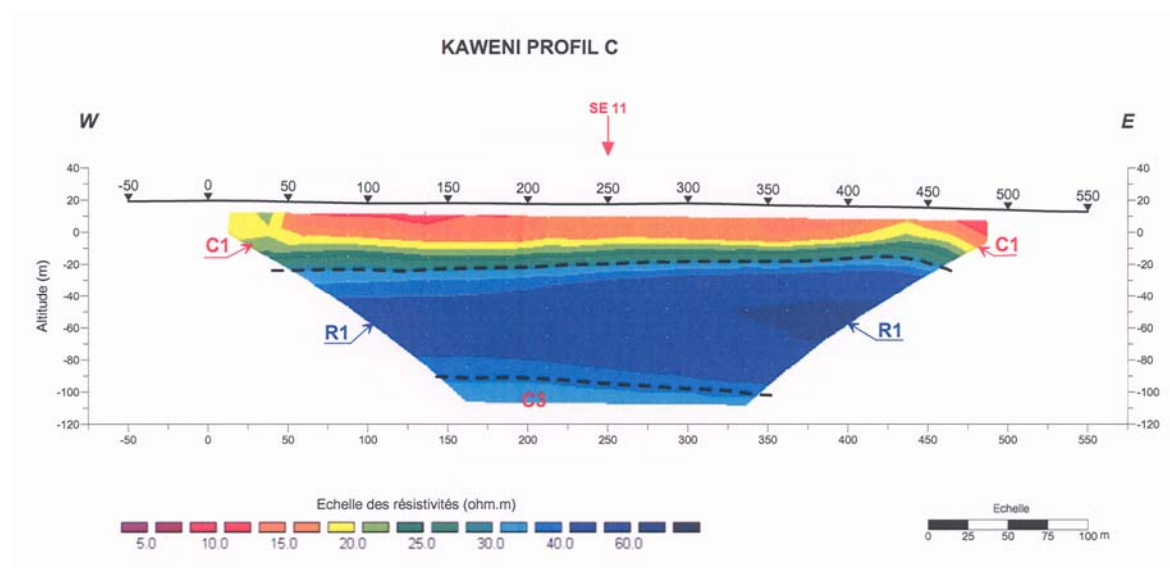


Illustration 16 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kawéni, profil Kawéni C (2003)

KAOUENILAJOLI

Profil - P2

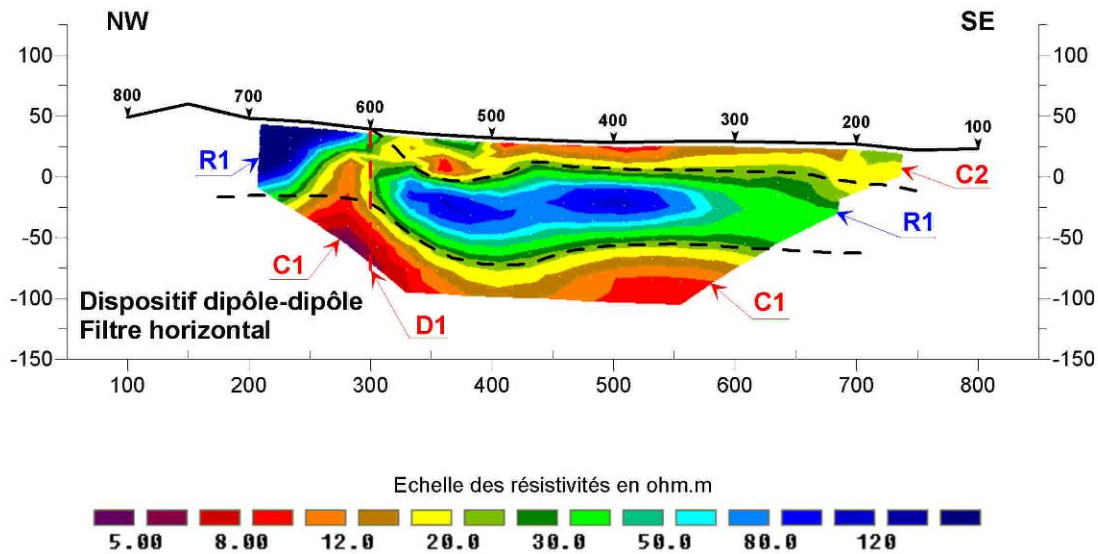


Illustration 17 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kawénilajoli, profil P2 (2007).

b) Caractérisation de la masse d'eau et mise en évidence du potentiel hydrogéologique

Aucun forage n'a été réalisé dans la partie amont des vallées de Kawénilajoli et de Kawéni. La masse d'eau conserve un caractère hypothétique dans ce secteur d'étude (Illustration 13).

En ce qui concerne le cratère de Kawéni, l'hydrosystème souterrain se limite aux bordures du cratère. Les caractéristiques hydrogéologiques sont intéressantes : les forages d'exploitation sont localisés dans les alluvions dont la productivité varie entre 15 et 30 m³/h environ pour des profondeurs captées comprises entre 10 et 60 mètres.

Les formations aquifères correspondent principalement aux terrains volcano-sédimentaires récents. Les transmissivités de ces unités sont de l'ordre de 2 à 7^E-3 m²/s, valeurs relativement élevée comparées à celles que l'on rencontre usuellement à Mayotte. Les formations du « substratum » doivent plutôt jouer un rôle d'imperméable, sans exclure localement la présence de niveaux perméables en leur sein (la nature et la géométrie de ce substratum n'étant pas encore identifiées précisément). Cependant, leur faible altitude (> -100 m NGM) dans la partie aval du système influence probablement peu l'hydrosystème exploité.

Bien que productive au point de vue hydrogéologique, cette zone est exposée à la proximité des eaux salées de la mangrove d'une part et d'autre part au développement de la zone industrielle de Kawéni.

3.5.6. Majikavo-Koropa / Bandrajou

a) Nature de la géologie et géométrie des formations

Au droit du profil (Illustration 19), on observe :

- Une structure résistante en profondeur, se développant au minimum jusqu'à - 100 m NGM. Cette structure est identifiée comme étant une coulée de basalte à pyroxène β_2 , plongeant en direction du NNE. Elle est affectée par une paléovallée supposée pseudo perpendiculaire au plongement de la structure.
- Cette paléo vallée d'environ 300 m de large et au flanc abrupt est remplie par un horizon conducteur identifié comme un niveau de pyroclastites interstratifiées de 70 m d'épaisseur au moins.
- La formation de pyroclastites est recouverte de façon éparse par une unité résistante de basalte à pyroxène et amphibole, β_3 , probablement altérée.
- Une seconde unité conductrice, affleurant au NNE du profil, d'environ 25 m d'épaisseur, est identifiée comme étant un horizon de pyroclastites plus récent (probablement les pyroclastites du cratère de Kawéni).

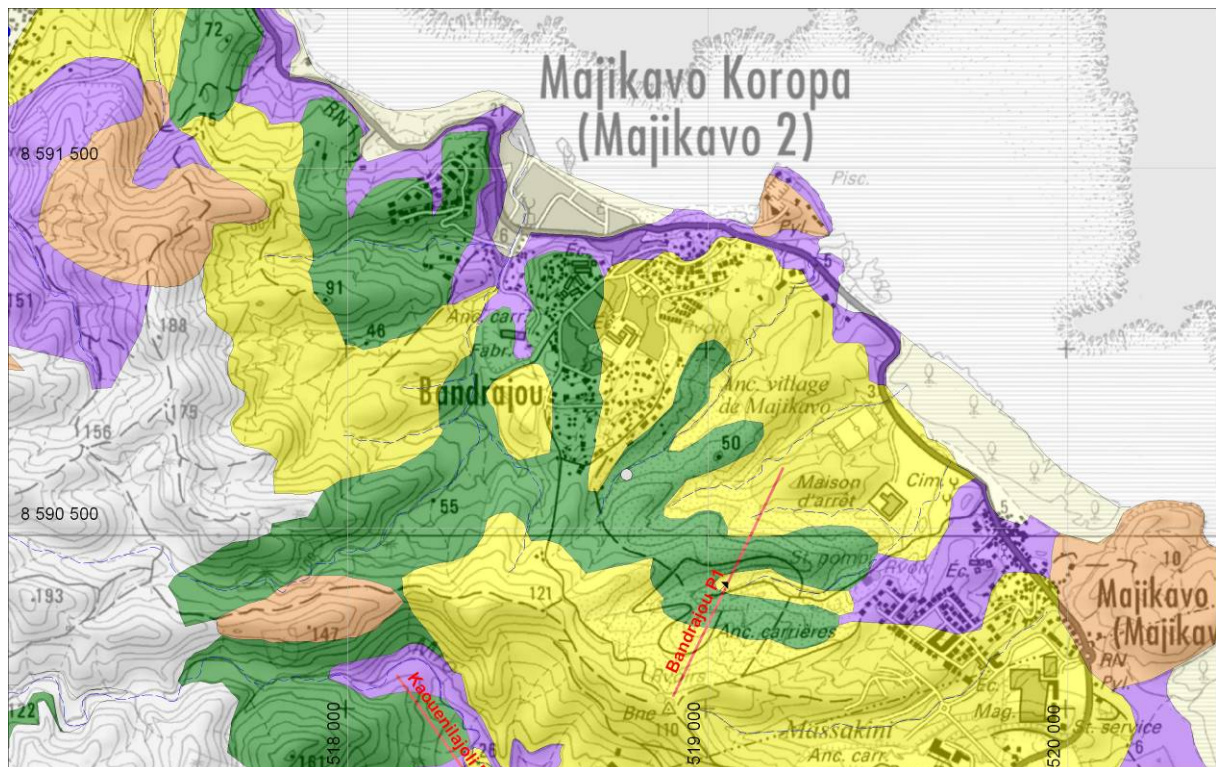


Illustration 18 - Localisation du secteur d'étude de Majikavo Koropa / Bandrajou, de l'émergence, et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique)

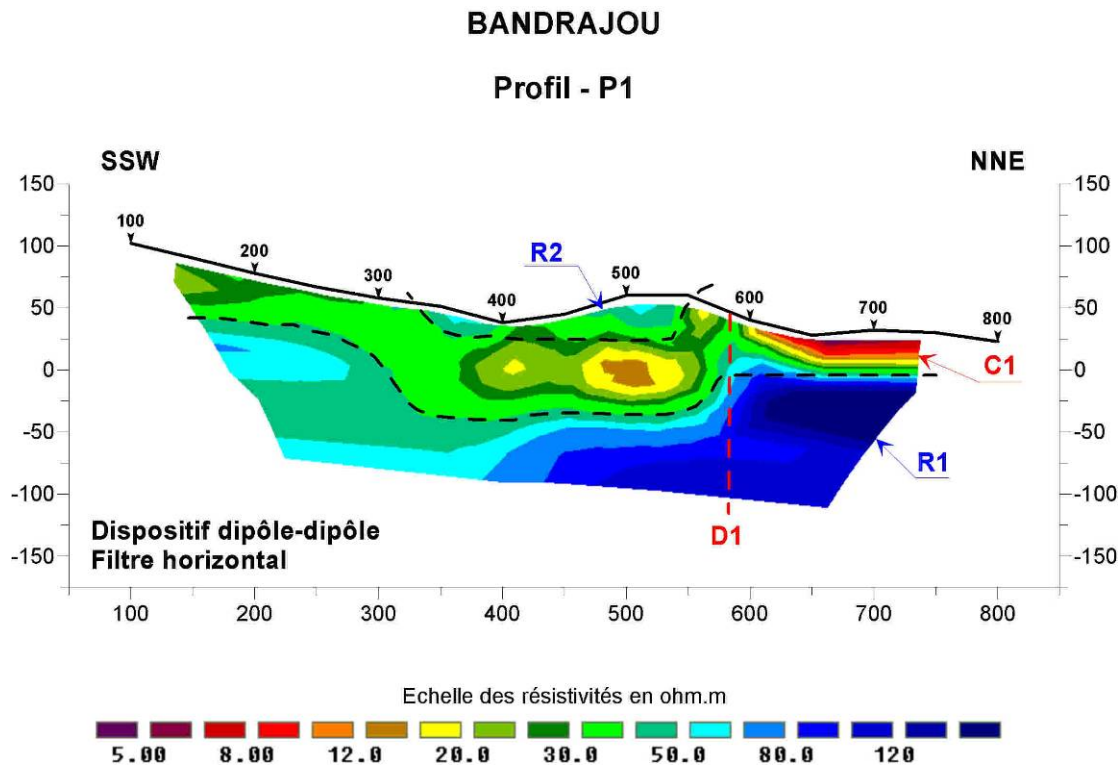


Illustration 19 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Bandrajou, profil P1 (2007).

b) Caractérisation de la masse d'eau et mise en évidence du potentiel hydrogéologique

Il n'existe actuellement aucun forage dans le secteur de Majikavo Koropa et Bandrajou qui pourrait mettre en évidence le potentiel hydrogéologique. Il n'existe pas non plus de cours d'eau permanent et cette absence s'explique par la taille restreinte et le découpage du bassin versant.

Ces arguments ne sont pas favorables au développement d'un potentiel hydrogéologique conséquent. La présence d'une faible venue d'eau dans le secteur de Bandrajou (Illustration 18) indique que les formations les plus propices à une activité aquifère seraient les basaltes $\beta 3$, dans leur partie saine, au contact des pyroclastites sous-jacentes.

La couverture de surface du secteur étant assurée par des produits volcaniques tardifs (pyroclastites, cendres, et produits scoriacés) et altérés majoritairement imperméables, la recharge des formations aquifères (si elles existent réellement) s'opéreraient davantage en amont du bassin et non par infiltration diffuse.

3.5.7. Koungou / Trévani / Kangani

a) Nature de la géologie et géométrie des formations

L'analyse combinée des résultats des trois profils (Illustration 21, Illustration 22 et Illustration 23) ainsi que du log de forage de Kangani montrent :

- La présence d'un substratum conducteur (profil Kangani 2005), dont le toit est à environ -30 m NGM. Le forage de Kangani témoigne qu'à cet endroit, le substratum est essentiellement composé d'alluvions (sables et cailloutis fluviatiles) qui pourraient occuper le fond d'une paléovallée.
- Le toit du substratum n'apparaît pas sur les autres profils. On en déduit que celui-ci plonge en profondeur vers le SSE.
- Sur ce substratum, repose un niveau de pyroclastites d'une quinzaine de mètre d'épaisseur (reconnu par le forage), mais dont le contraste de résistivité est insuffisant pour le distinguer sur le profil.
- Vient se déposer sur ces pyroclastites une structure résistante, identifiée comme étant la coulée de basalte probablement de faciès $\beta 3$. Sur le profil de Kangani P3, la géométrie de cette structure se distingue nettement comme étant un remplissage de paléovallée, dont l'orientation est supposée NS. Le profil de Kangani 2005 vient étayer cette hypothèse en illustrant l'extension NS de la coulée. Au droit du forage de Kangani (représenté par un triangle vert sur Illustration 20), la coulée a une épaisseur d'environ 50 m. Au droit de la station 350 du profil P3, la coulée a une épaisseur supposée maximale de 100 m. Etant donné la géométrie de la paléovallée, on peut supposer que le centre de la coulée se situe au droit de la station 350 du profil P3 et que le profil Kangani 2005 recoupe les flancs moins épais de cette même coulée. Cette lithologie est absente du profil de Koungou (P4), qui est réalisé topographiquement plus haut.
- Un horizon conducteur de pyroclastites d'épaisseur relativement constante recouvre les basaltes $\beta 3$, entre 30 et 60 m d'altitude. La combinaison des profils de Kangani, indique que ces pyroclastites sont sub-affleurantes au NO et s'approfondissent en direction du SE et constituent par conséquent, le substratum conducteur, à - 20 m NGM, du profil de Koungou P4.
- Une formation résistante présente sur les trois profils est identifiée comme étant un basalte à pyroxène et amphibole ($\beta 3$). Cette formation s'est mise en place le long d'une paléo vallée visible sur le profil P4 d'orientation supposée NE. Sur le profil P4, cette coulée se développe entre -30 m NGM et 70 m NGM. Cette formation affleure dans le secteur de Koungou.
- Un horizon résistant de téphrite, vient en recouvrement de ces structures. Cet horizon affleurant dans le secteur de Kangani permet de la distinguer des coulées résistantes de basalte $\beta 3$ sous-jacentes. Ces coulées sont plutôt éparses sur le profil P3 et s'approfondissent en direction du sud sur le profil de Kangani 2005. Le profil P3 ne recoupe qu'une partie des flancs de cette coulée entre 25 et 75 m NGM.

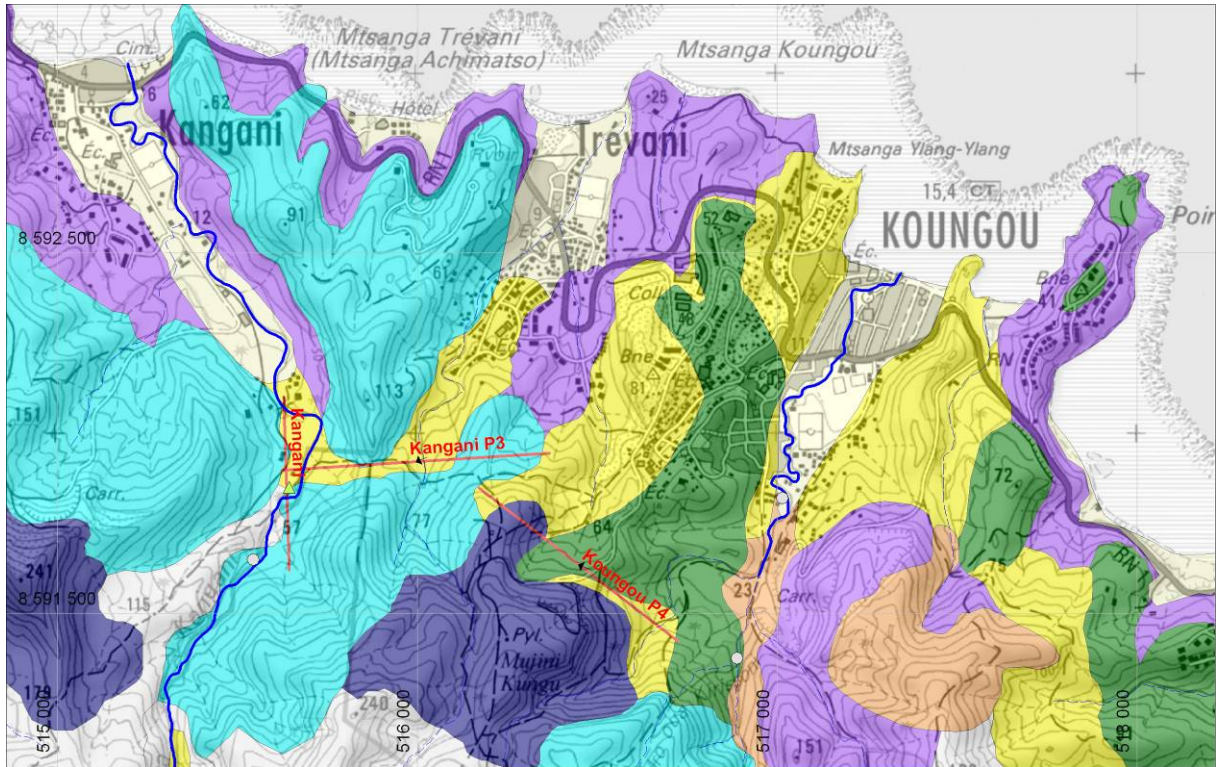


Illustration 20 : Localisation du secteur d'étude de Koungou / Trévani / Kangani, des forages, émergences et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique)

KANGANI

Profil - 2005

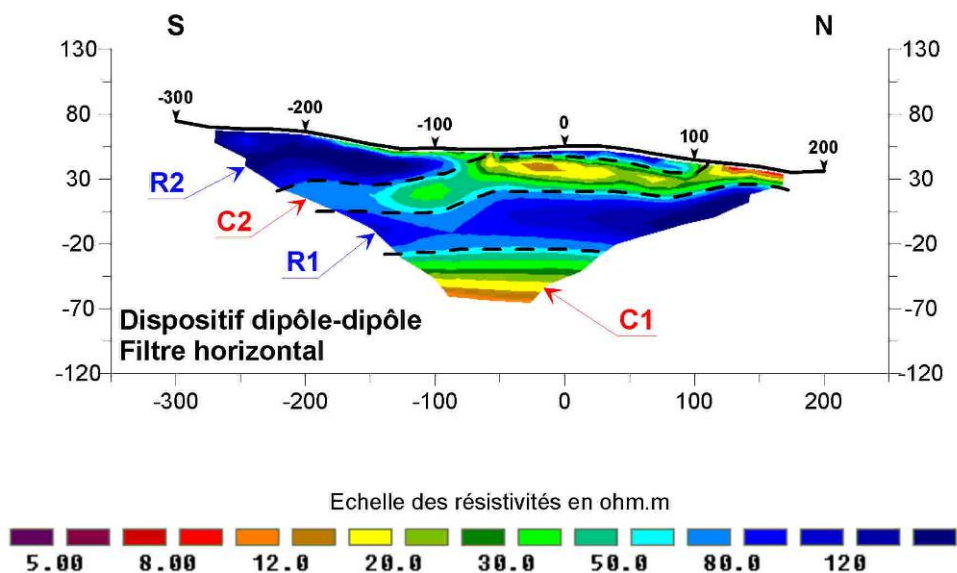


Illustration 21 - Coupe de résistivité interprétée sur le site de Kangani et coupe géologique du forage de Kangani 1 (12307X0117).

KANGANI

Profil - P3

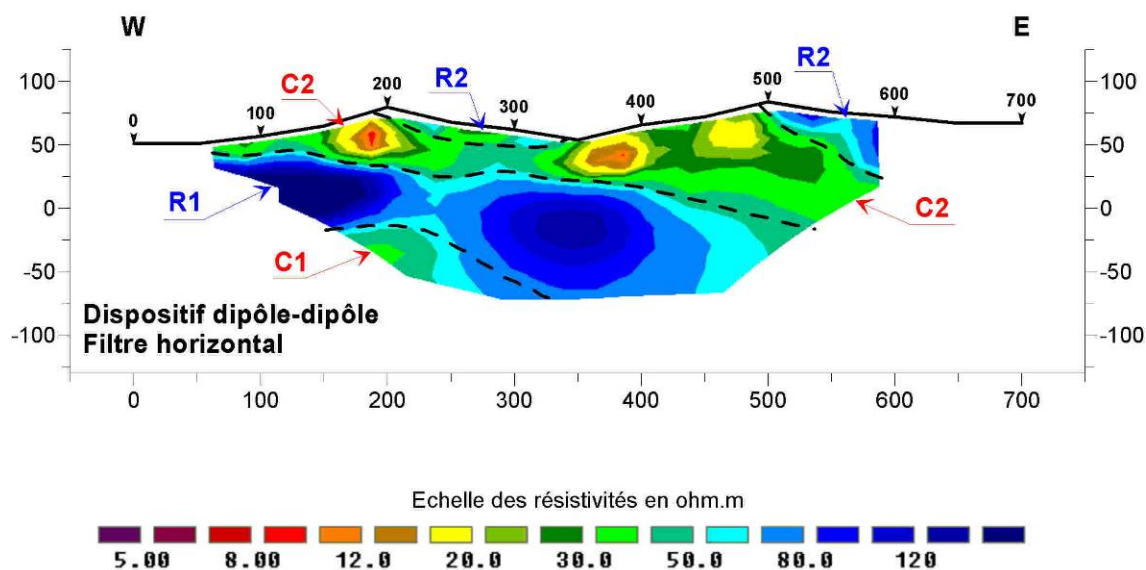


Illustration 22 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Kangani (P3 -2007).

KOUNGOU

Profil - P4

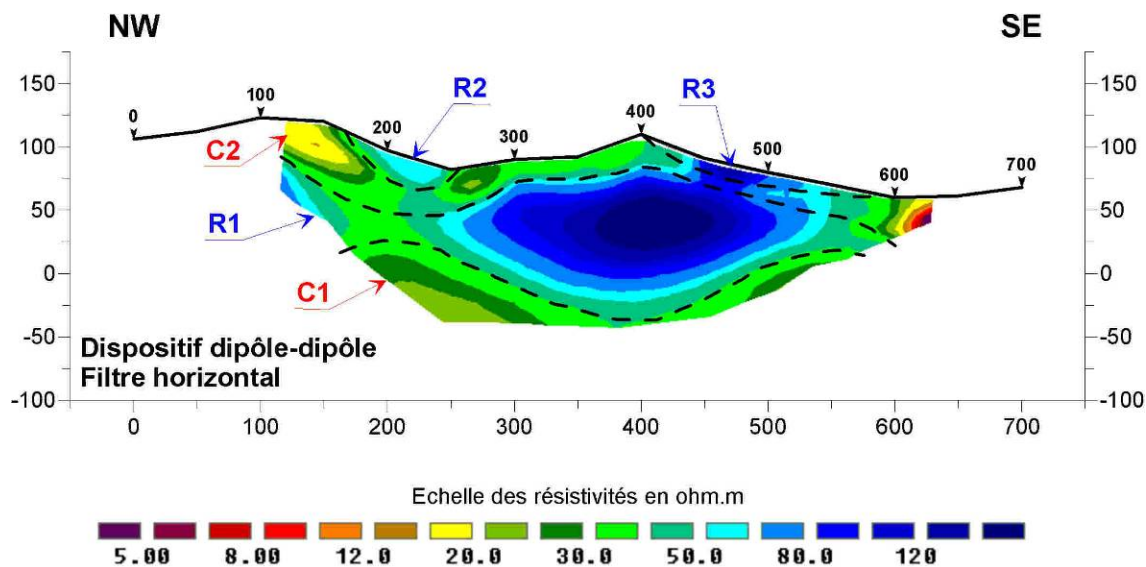


Illustration 23 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Koungou (P4 -2007).

b) Caractérisation de la masse d'eau et mise en évidence du potentiel hydrogéologique

Bien qu'ayant fait l'objet de peu d'investigations, le potentiel aquifère du secteur de Koungou / Trévani / Kangani est manifestement peu développé.

Pour les mêmes raisons qu'évoquées plus haut dans le secteur de Majikavo Koropa / Bandidraï, les indices hydrogéologiques sont faibles. A l'exception du Mro Oua Kangani, les dimensions des bassins versants des cours d'eau sont modestes. Ces cours d'eau sont par conséquent temporaires ou permanents mais avec un débit très faible. Les venues d'eau identifiées sont rares et ne permettent pas de discriminer avec précision une formation aquifère. Deux émergences sont localisées dans le secteur d'étude : la première en amont de Koungou à l'interface entre les basaltes $\beta 3$ et les pyroclastites sous-jacentes et la deuxième en amont de Kangani à la base des formations de téphrites.

Potentiellement, les formations les plus susceptibles d'être aquifère sont les formations basaltiques saines telles que les téphrites ou les basaltes $\beta 3$ dont la recharge s'effectuerait plus en amont dans les parties hautes du M'Tsapéré. De la même façon que cité plus haut, il est difficile d'envisager ici des recharges importantes par infiltration directe étant donné la couverture de surface majoritairement imperméable (pyroclastites, produits scoriacés, etc.) et la faible alimentation par les cours d'eau.

L'unique forage du secteur est le forage de Kangani 12307X0117 (Annexe 4) situé dans la vallée du Mro Oua Kangani n'a pas recoupé d'horizons aquifères significatifs bien qu'il ait traversé une vingtaine de mètres de basaltes $\beta 2$ sains et vacuolaires soupçonnés de contenir de l'eau.

Un futur forage de reconnaissance est programmé sur le versant Est du Mro Oua Kangani avec l'objectif de recouper en profondeur la base des formations basaltiques $\beta 2$ qui seraient potentiellement plus aquifères.

3.5.8. Miangani / Longoni

a) Nature de la géologie et géométrie des formations

La nature et la géométrie des formations géologiques du secteur de Longoni sont fournies par les logs du forage de Longoni-Tririni 12307X0116 (Annexe 4), du forage de la société MAYCO et par les profils géophysiques Longoni 2005, Longoni-Tririni 2005 et M'Gombani 2007.

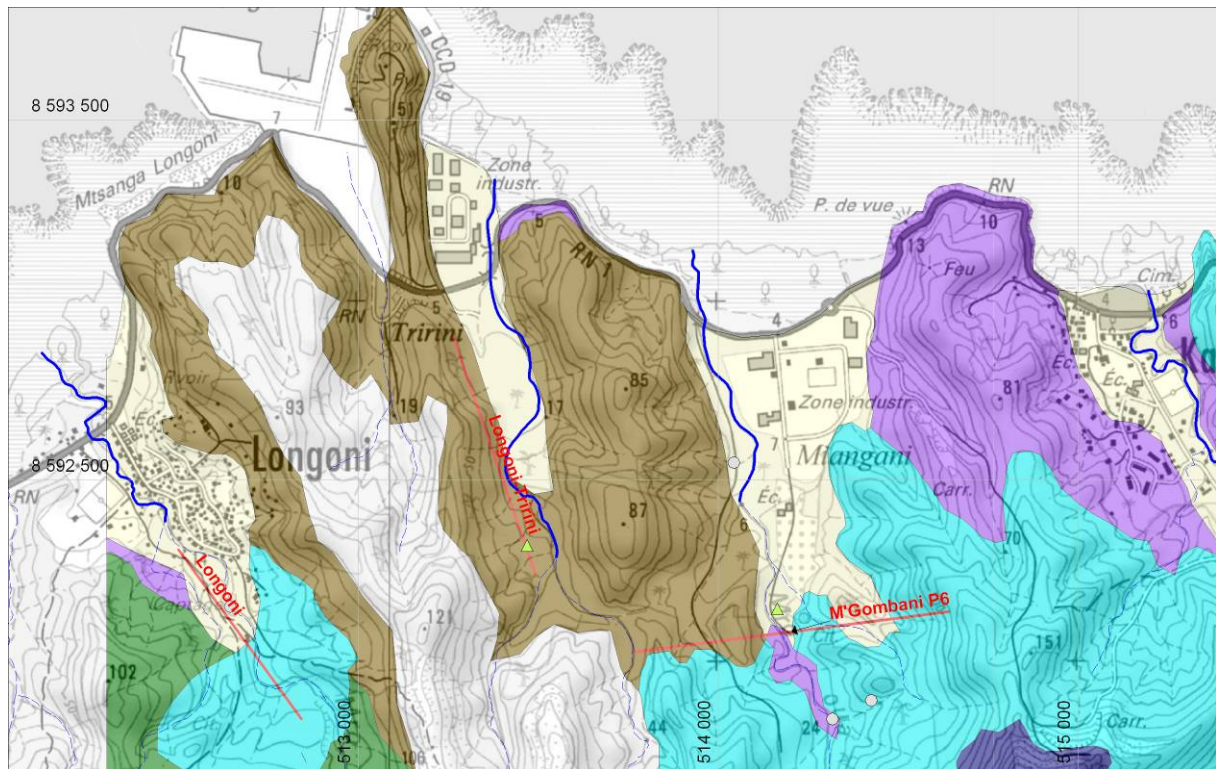


Illustration 24 : Localisation du secteur d'étude de Miangani / Longoni, des émergences, forages et tracés des profils géophysiques (extrait de la carte lithologique)

Sur le profil de Longoni 2005 (Illustration 25), on observe :

- Une unité résistante sub-affleurante d'épaisseur plus prononcée au sud et s'amincissant vers le nord. Géologiquement cela correspond à la coulée de téphrite, qui présente un faciès plus altéré vers le nord, s'apparentant à des brèches ou repris dans des alluvions ;
- En profondeur, on devrait s'attendre à trouver des formations résistantes correspondant à des coulées de basalte. Cependant, on observe des valeurs de conductivité très élevées à partir de 20 m de profondeur (0 m NGM), qui pourraient être interprétées comme une intrusion du biseau salée, s'expliquant par sa proximité à la côte. Cette hypothèse peut être confortée par la géométrie de la formation très conductrice C1 dont le plongement vers le sud est très similaire à un corps de biseau salé.

Sur le profil de Longoni-Tririni 2005 (Illustration 26), on observe :

- Des formations résistantes éparses en surface, identifiées comme des coulées de téphrite potentiellement reprises dans des ensembles colluvions/alluvions ;

- Au nord du profil, on observe un corps résistant entre -80 et -10 m NGM qui correspond à une coulée de lave basaltique. Dans ce secteur, le manque d'affleurement géologique de qualité ne permet pas de distinguer la lithologie de ce corps ;
- Au sud du profil, une unité conductrice de 60 m d'épaisseur, recoupée par le forage de Longoni, correspond à différentes séries de pyroclastites. Vers le nord, ces pyroclastites plongent sous le corps résistant identifié comme la coulée de basalte ;
- Sous les pyroclastites, un niveau très conducteur apparaît à partir de -70 m NGM. Ce niveau correspond au substratum local qui plonge vers le nord.

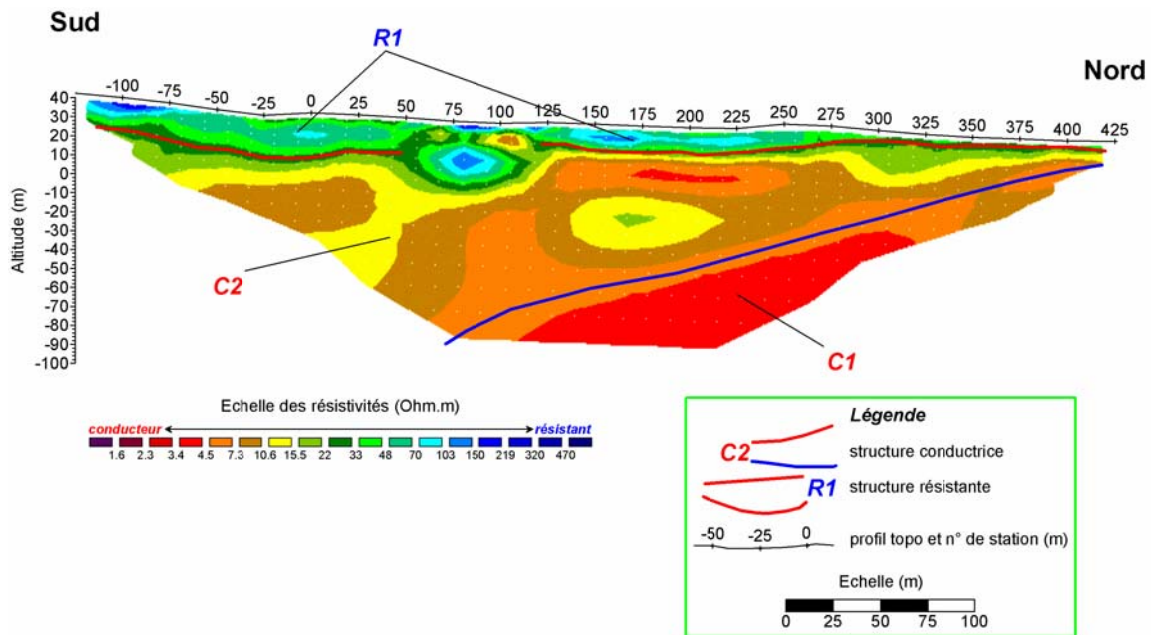


Illustration 25 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Longoni (2005).

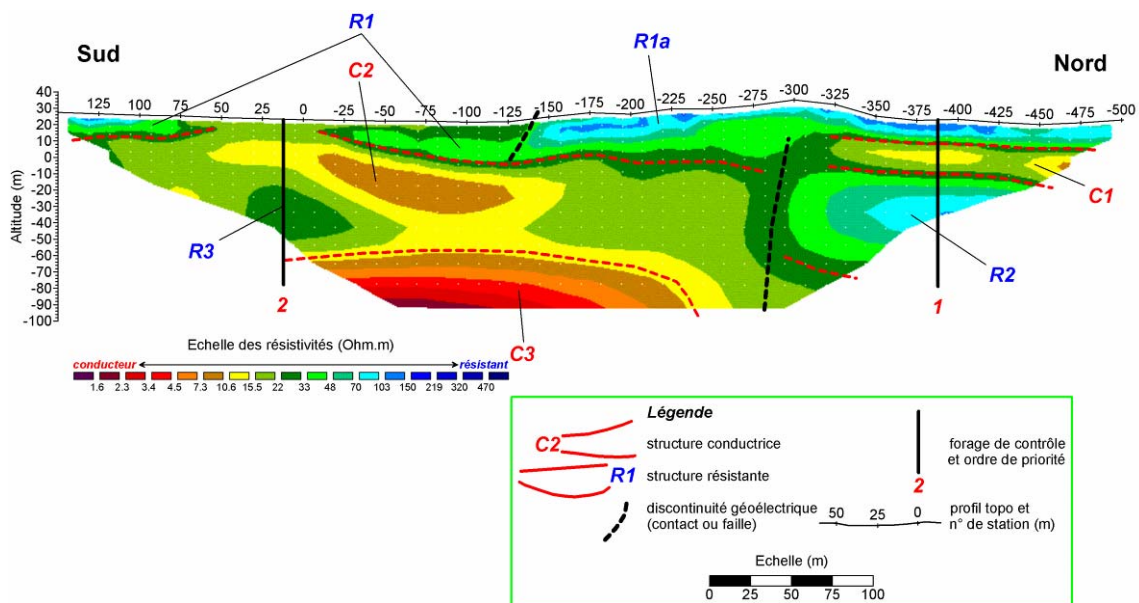


Illustration 26 - Coupe de résistivité interprétée. Site de Longoni Tririni (2005).

Le forage de Longoni-Tririni 12307X0116 (coupe technique en Annexe 4) est situé sur le profil de Longoni-Tririni 2005 et fait état d'une dizaine de mètres de colluvions et alluvions à matrice argileuse recouvrant 8 m de limons imperméables. De 20 à 80 m de profondeur, il s'agit d'une succession de pyroclastites cendreuse. Le forage n'ayant recoupé aucun horizon aquifère significatif, il a été préférable de le reboucher.

Le profil de M'Gombani (Illustration 27) est interprété comme suit.

De haut en bas, on voit apparaître à l'ouest une unité conductrice sub-affleurante (C3), identifiée sur le terrain comme étant une brèche de coulée à éléments polygéniques recouvrant une vallée actuelle.

Ces brèches recouvrent une formation plus résistante (R2), qui affleure tout le long du profil entre 0 et 30 m NGM. Il s'agit des coulées de téphrite.

Une structure plus conductrice (C2) a été reconnue en profondeur, elle correspondrait à un niveau de pyroclastites interstratifiées, manifestement érodées au point bas topographique de la vallée. En effet, le forage de la société MAYCO situé à proximité recoupe la téphrite sur les premiers mètres puis une succession d'horizon argileux, bréchiques et sableux (ces derniers constituent la formation aquifère locale jusqu'à -60 m de profondeur).

Dans la partie est du profil, ces pyroclastites recouvrent un corps résistant (R1) qui correspond à une coulée probable de basalte $\beta 2$.

Le niveau très conducteur (C1) constituant le substratum du profil, serait (du moins dans les premiers mètres), une formation alluviale. Au-delà de -40 m NGM (limite du forage), la nature du substratum n'est pas connue.

Vu les niveaux de conductivité repérés en profondeur, l'hypothèse d'une contamination par intrusion marine n'est pas à écarter.

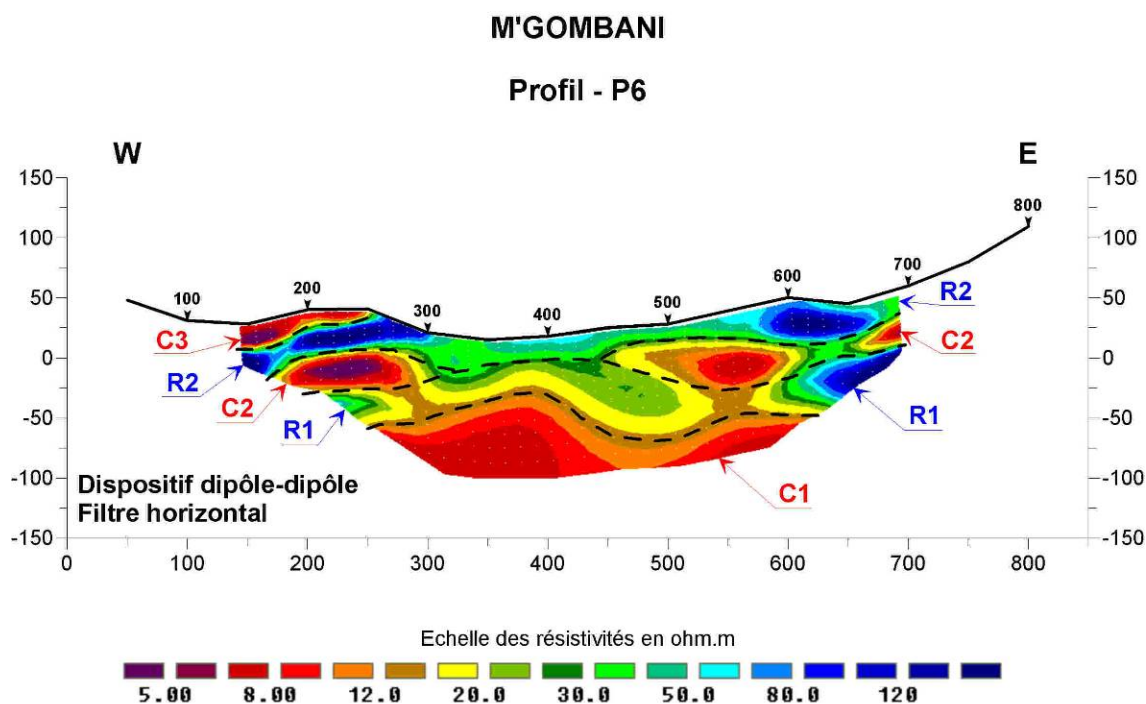


Illustration 27 - Coupe de résistivité interprétée. Site de M'Gombani (P6 -2007).

b) Caractérisation de la masse d'eau et mise en évidence du potentiel hydrogéologique

Les formations géologiques du secteur de Miangani / Longoni sont sensiblement différentes des formations rencontrées plus à l'Est. La présence quasi généralisée des formations bréchiques et des niveaux pyroclastiques en profondeur ne favorisent pas le développement de formations aquifères (Illustration 24). Il est manifeste que ce secteur de Mayotte présente un intérêt hydrogéologique des plus modestes. Le forage de Longoni-Tririni en est l'exemple.

Par ailleurs, la possibilité d'une contamination des eaux en profondeur par intrusion marine (voir ci-dessus) réduit d'autant l'identification des formations aquifères exploitables.

Néanmoins, la présence de quelques venues d'eau dans les parties basses des vallées de Miangani et de Longoni (au contact entre les brèches et/ou les basaltes et les formations alluvionnaires sous-jacentes) ainsi que l'exploitation du forage de la société MAYCO montrent que localement une activité hydrogéologique est envisageable mais que les potentiels exploitables ne dépassent probablement pas le m³/h.

3.5.9. Petite Terre

a) Nature de la géologie et géométrie des formations

La formation du relief émergé de Petite Terre est à rattacher au volcanisme phréato-magmatique tardif daté entre 7000 et 4000 ans BP (Zinke *et al.*, 2001 et 2003).

Deux appareils volcaniques ont été identifiés, le cratère du Dziani-Dzaha au Nord ainsi que le cratère de la Vigie situé en bordure Est de l'île. La géométrie et les datations des événements suggèrent une activité volcanique en plusieurs phases. Suite à la migration de la chambre magmatique initialement centrée sur Grande Terre, les appareils s'édifient au sein de la barrière de corail qui ceinture l'île principale.

Localement, de petits appareils stromboliens de 500 m de diamètre au maximum sont visibles dans les secteurs de Totorossa, Dzaoudzi, la Ferme et Sandravouangué. Ces appareils sont contemporains ou antérieurs à la formation de Petite Terre et se distinguent géologiquement comme étant des formations basaltiques plus massives ou scoriacées (Stieljes, 1988).

Du fait de l'interaction constante entre l'eau de mer et les remontées magmatiques, l'activité volcanique de Petite Terre est plutôt de type explosif et se singularise par une succession de dépôts rythmiques de cendres et de ponces trachytiques ainsi que de matériaux, remaniés des événements précédents ou appartenant soit aux édifices stromboliens (scories basaltiques) ou au substratum corallien (débris de coraux arrachés lors des éruptions et incrustés dans les formations pyroclastiques tapissant les bordures du maar de Dziani).

L'édifice de Petite Terre est constitué par un empilement stratifié de dépôts volcaniques meubles, de sables basaltiques et de niveaux coralliens qui viennent s'intercaler lors des périodes d'accalmies volcaniques. Le récif corallien vient coloniser les dépôts les plus frais qui forment alors un nouveau platier. Cette colonisation est aussi favorisée par les variations eustatiques Quaternaire.

Par ailleurs, ces variations eustatiques vont favoriser localement l'intrusion d'eau salée (bras de mer) lors des hauts niveaux marins de côte et la formation de plages dont les limites paléogéographiques n'ont pas encore été déterminées. Néanmoins, la présence de ces paléoplages est manifeste dans le forage de Pamandzi 2 et se traduit par une vingtaine de mètres de dépôts d'argile, sables coralligènes et galets.

En subsurface, la géologie de Petite Terre est monotone (Illustration 28 et Illustration 29) et se compose essentiellement d'une couche de cendres de quelques mètres d'épaisseur. Ces dépôts sont relativement meubles sur les pentes des reliefs de Dziani et de la Vigie et plus indurés dans les parties basses de l'île (forages de Pamandzi 1 et 2 ; 1230-8X0038 et 1230-8X0039, les coupes techniques sont données en Annexe). En bordure du littoral, ces formations de cendres sont reprises dans les dépôts de plage de sable blanc corallien.

En profondeur, la géométrie des dépôts pyroclastiques est plus délicate à approcher. Le profil géophysique réalisé pendant la campagne d'investigation du potentiel géothermique de Petite Terre (Traineau *et al.*, 2006) est présenté sur l'illustration 28.

Les informations du profil portent essentiellement sur l'investigation à grande profondeur (entre 500 et 600 m) et ne permettent pas de distinguer dans le détail la géométrie des formations émergées (les 100 premiers mètres sous la surface).

Néanmoins, l'analyse des résistivités de surface permet de distinguer deux corps résistants qui correspondent aux deux appareils volcaniques de Dziani et de la Vigie. Le contact entre les deux appareils est discordant et se situe sous la route des plages de Moya (CCD9).

L'appareil de Dziani est centré sur le lac du même nom et la géométrie des interfaces indiquent que les dépôts s'épanchent radialement autour du lac sur plus de 300 m de profondeur. Le lac de Dziani peut être assimilé à un maar de faible profondeur d'eau et sous lequel le conduit volcanique se développe verticalement sur plusieurs centaines de mètres.

Sous la Vigie, la géométrie des dépôts est moins nette. Les mesures révèlent une alternance de dépôts horizontaux dont l'extrémité nord semble venir sceller une partie de l'édifice volcanique du Dziani.

b) Caractérisation de la masse d'eau de Petite Terre et mise en évidence du potentiel hydrogéologique

Le potentiel hydrogéologique de Petite Terre est limité. L'existence de ressource aquifère intéressante en termes d'exploitation n'a pas été mise en évidence, que ce soit par :

- les forages de reconnaissance de la campagne 1990-1991 ;
- les observations géologiques de terrain ;
- l'investigation géophysique menée dans le cadre des projets de géothermie.

Compte tenu de la géométrie radiale des formations géologiques de Petite Terre, l'existence d'un réservoir hydrogéologique de type paléovallée comme il en existe sur Grande Terre est à exclure. Il existe néanmoins une masse d'eau aquifère dont les limites, la géométrie et le fonctionnement n'ont pas encore été caractérisés dans le détail.

• Localisation des masses d'eau

Les formations aquifères de Petite Terre ont été mis en évidence par les deux forages de la campagne de reconnaissance de 1990-1991 dans la plaine de Pamandzi (Pamandzi 1 BSS : 12308X0038 et 2 BSS : 12308X0039, rapport BRGM/RP-40750-FR et coupe technique en Annexe 4).

Les formations reconnues sur Petite Terre lors de cette campagne sont :

- Les pyroclastites indurées, formations les plus abondantes, mais qui sont majoritairement très peu perméables (10^{-6} m/s dans les forages de Pamandzi 1 et 2) ;
- Localement, les niveaux de cendres et de sables superficiels qui peuvent être aquifères (propriétés hydrodynamiques correctes dans le forage de Pamandzi 2) mais leur extension restreinte conduit à une ressource en eau limitée ;
- Les formations de paléoplages intercalées entre les formations de pyroclastites sont des unités aquifères potentielles. Les propriétés hydrodynamiques de ces unités sont modestes (10^{-5} m/s pour les perméabilités du forage de Pamandzi 2). De plus leur extension est inconnue.

• Fonctionnement hydrodynamique de la masse d'eau

Il n'existe pas de cours d'eau pérenne sur Petite Terre. Ce phénomène s'explique en majeure partie par les dimensions réduites de l'île et sa géométrie radiale qui ne permettent ni

la création ni le développement d'un bassin versant suffisant pour l'alimentation d'un cours d'eau. Néanmoins, en saison humide, des cours d'eau temporaires dévalent des reliefs de la Vigie et de Dziani en direction des plages de Papani et de Moya. Il n'existe aucune donnée hydrométrique permettant d'évaluer le débit de ces cours d'eau en saison des pluies et donc de quantifier raisonnablement la distribution du ruissellement et des précipitations.

Les précipitations moyennes enregistrées sur Petite Terre par la station de Météo France s'élèvent à 1300 mm/an. Ces précipitations sont sensiblement inférieures à celles communément enregistrées dans le Nord de Grande Terre mais supérieures à la moyenne de celles rencontrées au sud de l'île.

La recharge des aquifères s'opère par infiltration diffuse des précipitations sur l'ensemble de la surface de l'île.

Au niveau des forages, les formations aquifères recoupées sont manifestement libres et en communication.

En ce qui concerne les forages de Pamandzi 1 (12308X0038) et 2 (12308X0039), les niveaux piézométriques relevés sont de 5 m NGM pour le premier et 1 m NGM pour le second (février 1990). Compte tenu de la différence des charges hydrauliques et des propriétés hydrodynamiques entre ces deux forages séparés d'environ 500 m, il apparaît que les horizons captés ne sont pas en connexion directe. Un fort contraste de perméabilité (présence d'un niveau argileux) justifie le gradient hydraulique.

Au niveau de Pamandzi 1, les faibles perméabilités rencontrées ne favorisent pas le drainage des eaux de la nappe vers les exutoires. Ce qui a pour conséquence première de maintenir une charge hydraulique élevée dans l'aquifère.

En revanche, au forage de Pamandzi 2, le niveau piézométrique étant topographiquement proche du niveau marin, il est envisageable d'avancer des phénomènes de drainage plus importants dans cette partie de l'aquifère et par conséquent un potentiel hydrogéologique plus élevé. Toutefois, la proximité de l'Océan est contraire à un potentiel hydrogéologique très intéressant. La seule exploitation envisageable pourrait être effectuée par « écrémage » de l'aquifère (multiplication de forages à faible débit et profondeur ou réseau de drains horizontaux).

A 1ère vue, il semblerait que les horizons aquifères soient peu différenciés, localement en connexion et d'extension horizontale très restreinte (moins de 500 m de toute évidence).

La proximité du littoral freine le développement des nappes et a des conséquences sur la dégradation de la qualité des eaux souterraines.

La part des infiltrations dans les précipitations est probablement faible compte tenu des reliefs accentués et de l'absence ou du moins la présence relativement rare de zones dépressionnaire favorisant les infiltrations. La géométrie dépressionnaire du cratère de Dziani pourrait en faire une zone d'infiltration privilégiée. Malheureusement, la proximité du cratère avec le littoral a pour conséquence de permettre les échanges d'eau avec le milieu marin et notamment de contribuer à l'intrusion d'eau salée dans le lac et la vidange des eaux diluviennes vers le large. L'eau du cratère est saumâtre et ne peut correspondre à une ressource potentielle ni même alimenter une nappe souterraine.

La contamination des aquifères par l'intrusion d'eau salée dans les unités géologiques de Petite Terre est un frein au potentiel d'exploitation des aquifères. Il a d'ores et déjà été remarqué que la qualité des eaux souterraines se dégradait avec la profondeur des ouvrages de Pamandzi 1 et 2. La quantité d'eau mobilisable dans les aquifères étant naturellement

limitée, les intrusions d'eau salée (notamment en provenance de la base des aquifères suivant le phénomène de gradient de densité) pourraient très rapidement atteindre les niveaux captés et rendre la ressource impropre à la consommation.

c) Conclusion sur l'intérêt hydrogéologique de la masse d'eau de Petite Terre

De toute évidence le potentiel aquifère de Petite Terre n'est pas en adéquation avec les besoins des occupants de l'île. L'exploitation des eaux souterraines de Petite-Terre conduirait rapidement à l'épuisement des ressources en termes de quantité et très rapidement à sa dégradation en termes de qualité en raison de l'intrusion d'eau saline dans les horizons captés.

Coupe géologique interprétative de Petite Terre

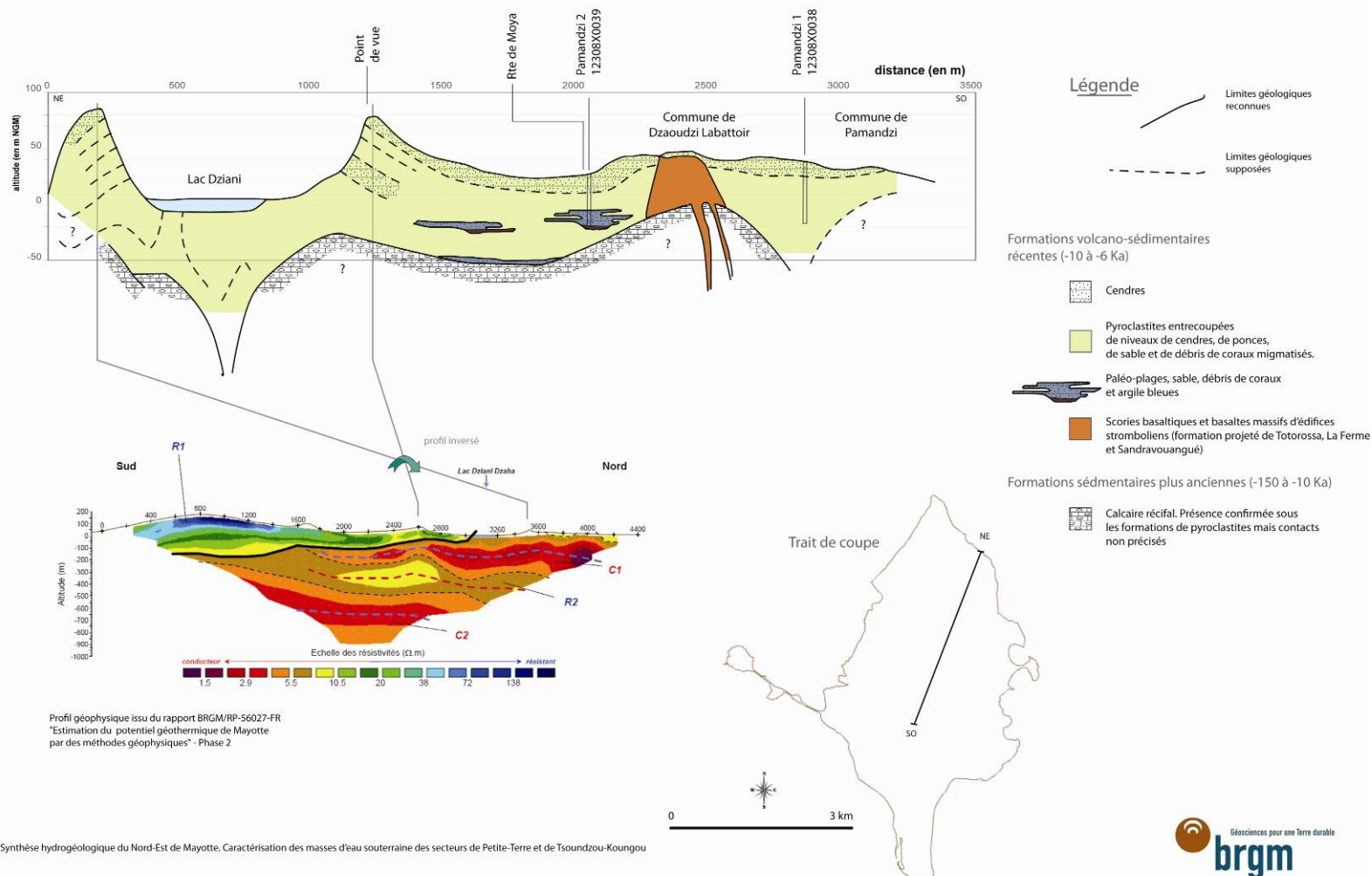
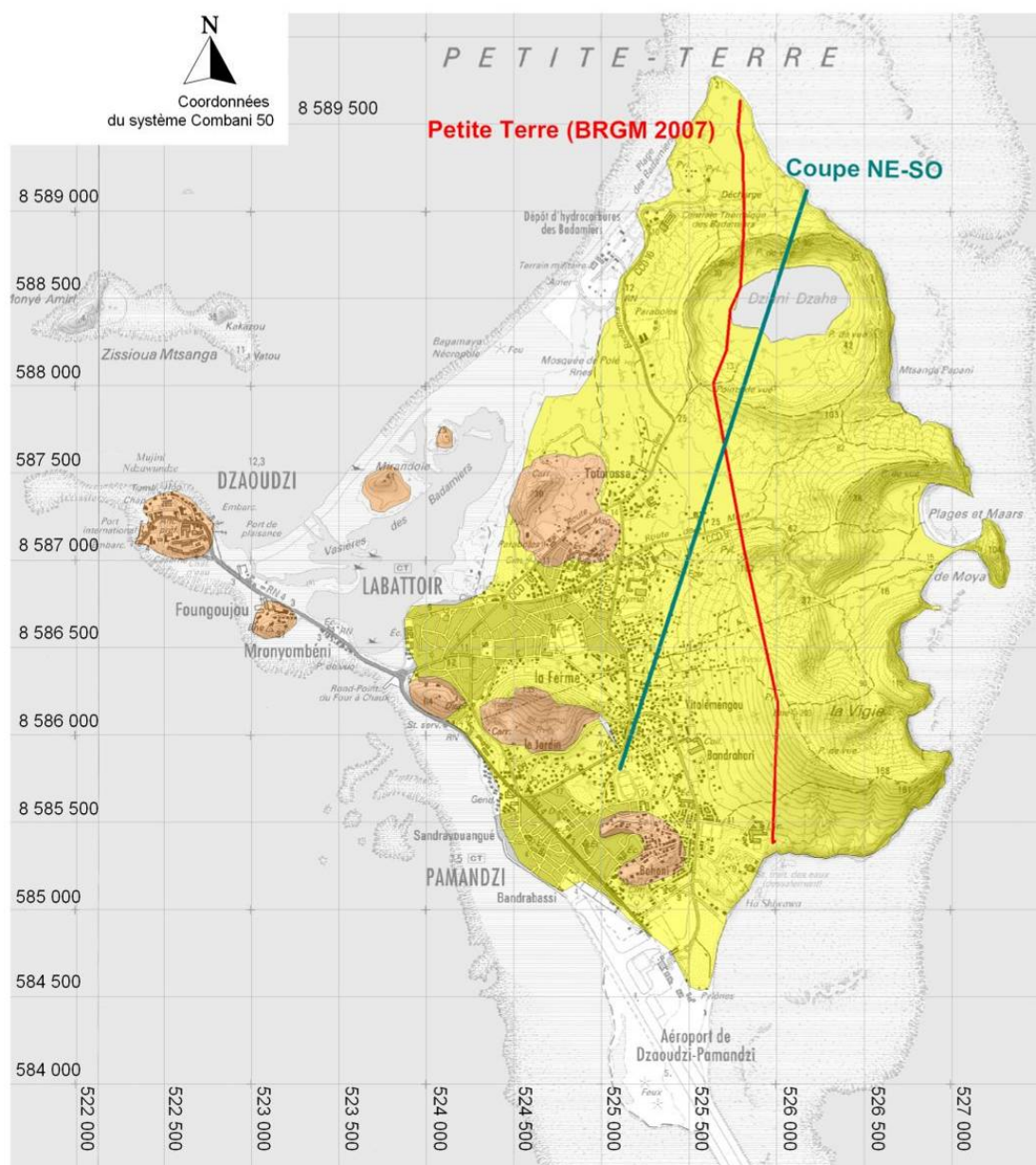


Illustration 28 – Coupe géologique interprétative de Petite Terre

Carte lithologique interprétative de Petite terre



Légende

Formations volcano-sédimentaires récentes

- Pyroclastites, cendres et formations sableuses récentes
- Scories basaltiques d'édifices stromboliens locaux

- Profil géophysique (rapport BRGM/RP-56027-FR)
- Coupe géologique interprétative de Petite Terre

Illustration 29 – Carte géologique synthétique de Petite Terre

4. Synthèse à l'échelle du Nord-Est de Mayotte

La coupe géologique interprétative (planche hors texte) constitue un document de synthèse dont l'objectif est de présenter l'ensemble des résultats obtenus sur le secteur du M'Tsapéré à travers notamment les informations : des profils géophysiques, des reconnaissances géologiques de terrain complétées des descriptions lithologiques ainsi que des informations des forages.

Cette coupe, complémentaire à la carte lithologique interprétative du Nord Est de Mayotte synthétise les informations relatives à :

- La géométrie des paléovallées (pente des flancs) ;
- L'organisation verticale des lithologies ;
- La profondeur estimée des structures et des formations géologiques.

Dans le détail, on remarque que le style géologique a conduit à la différenciation des unités hydrogéologiques fonctionnelles.

4.1. LA COUPE GEOLOGIQUE INTERPRETATIVE DE SYNTHESE DU M'TSAPERÉ

a) Vallées de la Kwalé à la Majimbini.

La succession des formations géologiques peut se résumer comme l'enchevêtrement des unités basaltiques du substratum, des basaltes de faciès $\beta 2$ surmontés de dépôts pyroclastiques d'une dizaine de mètres sur lesquels viennent en recouvrement les basaltes $\beta 3$ puis les phonolites du M'Tsapéré (visibles sur la coupe sur la crête entre la vallée de la Gouloué et celle de la Doujani).

Le substratum et les unités de $\beta 2$ portées à l'affleurement montrent un degré d'altération poussé, visible dans la vallée de la Doujani et de la Majimbini du principalement à l'action des eaux météoriques. Cette altération est moins prononcée dans la vallée de la Kwalé et de la Gouloué. Le substratum en profondeur est lui aussi affectée par l'altération notamment les flancs des paléovallées sous-jacentes (mis en évidence par la géophysique).

Le forage de Kwalé 1 (et probablement aussi Kwalé 3) marquent le contact entre les édifices volcaniques du Maévodoani et du M'Tsapéré. Les successions lithologiques au contact entre ces deux édifices expliquent probablement le potentiel aquifère élevé des unités en rive droite de la Kwalé (qui ne sont pas les mêmes que celles rencontrées lors de la foration de l'ouvrage de Kwalé 2).

b) Unités de Kawéni et Kavani

Le style géologique du cratère de Kawéni met bien en évidence l'important remplissage volcanico sédimentaire tardif du cratère qui constitue la formation aquifère la plus intéressante du secteur. Cette formation aquifère peut être assimilée à un milieu poreux bien que dans le détail, les horizons soient très hétérogènes.

Les unités marquant le substratum du cratère n'ont pas été reconnues dans le détail mais sont identifiées comme étant des basaltes de faciès $\beta 2$ (rencontrées en amont du cratère) et s'enfonçant progressivement par le jeu des failles bordières.

En amont, sur la coupe 2, le style géologique fait apparaître un enchevêtrement de coulées basaltiques comblant des paléovallées, style qui s'apparente à celui rencontré dans les vallées de la Kwalé à la Majimbini mais affectant des formations plus jeunes. Le substratum identifié est le basalte de faciès $\beta 2$ dont les géométries et les contacts n'ont pas été précisés. Ce substratum entaillé par de profondes paléovallées a été comblé par des coulées basaltiques de faciès $\beta 3$ dont les bases de coulées s'approfondissent en se dirigeant vers le Nord de la coupe. Par la suite, des coulées de trachyandésite viennent combler les paléovallées entaillées dans les formations sous-jacentes. Jusqu'à présent, ce type de coulée n'a été identifié que dans le secteur amont du cratère de Kawéni (voir carte lithologique interprétative). Des coulées de téphrites et de basaltes récents (faciès ankaramites) viennent en recouvrement des formations sous-jacentes.

c) Secteur Bandrajou et amont de Kawéni

Des bords du cratère de kawéni à la carrière ETPC, le profil géologique montre la juxtaposition de coulées basaltiques de faciès $\beta 2$ et $\beta 3$ dont les contacts ne sont pas précisés. En recouvrement de ces unités viennent se déposer des scories, attribués au volcanisme récent du M'Tsapéré ainsi que des pyroclastites dont l'origine est probablement liée aux éruptions du cratère de Kawéni.

d) Secteur Sud de Koungou

Dans ce secteur, les formations géologiques sont plus bousculées que dans la partie Sud de la coupe. La mise en place des cônes de scories « anciens » au pied de la carrière et des phonolites en amont du secteur contribue à ce bouleversement qui rend l'identification des formations plus délicate. Par ailleurs, l'importante couverture de surface composée de scories « récentes » et de pyroclastites rend aussi la compréhension des formations plus délicate.

Néanmoins, il est possible d'avancer que les formations géologiques en profondeur sont de type paléovallées comblées par des coulées basaltiques de type $\beta 3$ sur lesquelles se sont épanchées à la fois les dômes de phonolite et les coulées de téphrites. D'importants dépôts de type pyroclastites dont les épaisseurs ne sont pas toujours confirmées viennent séparer ces unités.

e) Secteur de Kangani et M'Gombani

Une paléovallée sous la vallée actuelle a pu être mise en évidence. Le faciès des basaltes occupant cette paléovallée est identifié comme s'approchant du faciès $\beta 3$ mais sans certitude. En se décalant à l'Ouest, les unités portées à l'affleurement sont des téphrites récentes reposant sur d'épaisses pyroclastites dont l'extension n'est pas confirmée.

L'insuffisance et la qualité des informations géologiques rendent délicates l'interprétation des formations géologiques au droit de la vallée de la M'Gombani. Les unités portées à l'affleurement sont des téphrites, bien que le secteur soit partiellement couvert de brèches et de produits d'altération qui rendent l'identification géologique plus complexe. Par ailleurs, comme indiqué plus haut, les informations fournies par le profil géophysique de M'Gombani 2007 n'ont pas permis de trancher pour une formation particulière en profondeur.

f) Récapitulatif des formations aquifères du Nord Est de Mayotte

Les formations aquifères principales recoupées par forage dans le Nord Est de Mayotte sont récapitulées dans le Tableau 2 - Synthèse des formations aquifères des forages du Nord-est de Mayotte. Les productivités des ouvrages donnent localement une idée du potentiel aquifère de (ou des) formation(s) recoupées.

Secteur	Indice_Bss	Nom	X	Y	Autres dénomi- nation	Commune	Campagne	Formation Aquifère	Horizon capté (m)	Produc- tivité (m3/h)	Equipe- ment	Exploitation	Potentiel d'exploitation	Risque intrusion saline
Kwalé	1230-7X-0022	Kwalé 1	519 970	8 585 460	kwalé aval , kwalé légion	Mamoudzou	1999/2000	Alternance de basaltes fissurés et basaltes scoriacés	33-62	60	Forage	Oui	Fort	Nul
	1230-7X-0023	Kwalé 2	519 182	8 585 038	kwalé amont , kwalé haut	Mamoudzou	1999/2000	Alternance de basaltes fissuré s et scoriacés (+ altération hydro- thermale)	35 - 50	<5	Piézo.	Non	Faible	Nul
	1230-3X-0100	Kwalé 3	519 903	8 585 480		Mamoudzou	2004	Basalte scoriacé	58 - 74	18	Forage	Non	Fort	Nul
Gouloué	1230-7X-0045	Gouloué 1	520 896	8 586 129	gouloué amont, gouloué 1	Mamoudzou	2001/2003	Lave scoriacée	28 - 46 63 - 68	6 à 11	Forage	Non	Moyen	Faible
	1230-7X-0053	Gouloué 2	521 064	8 585 967	gouloué aval	Mamoudzou	2001/2003	Lave scoriacée	52 - 80	12 à 21	Forage	Non	Moyen	Faible
Kawéni	1230-7X-0013	Kawéni F1	523 710	8 588 780	ancien forage de Kaweni	Mamoudzou	1990/1991	Alluvions	12 - 37	15	Forage	Oui	Moyen	Moyen
	1230-7X-0014	Kawéni F2	523 750	8 588 940	ancien forage de Kaweni	Mamoudzou	1990/1991	Alluvions	11 - 37	11	Forage	Oui	Moyen	Moyen
	1230-7X-0011	Kawéni 1 8"	523 764	8 588 653	KAWE1	Mamoudzou	1990/1991	Alluvions	11 - 40	<5	Piézo.	Non	Moyen	Moyen
	1230-7X-0012	Kawéni 2 8"	523 714	8 588 799	KAWE2	Mamoudzou	1990/1991	Alluvions	11 - 30	35	Piézo.	Non	Fort	Moyen
	1230-7X-0019	Kawéni 1 10"	524 070	8 589 240	Kaweni aval	Mamoudzou	1999/2000	Alluvions - Basalte scoriacé	9 - 19 26 - 45	30	Piézo.	Non	Fort	Moyen
	1230-7X-0020	Kawéni 2 10"	524 060	8 589 260	Kaweni aval piézo- mètre	Mamoudzou	1999/2000	Alluvions - Basalte scoriacé	11 - 33 34 - 48	30	Forage	Non	Fort	Moyen
	1230-7X-0021	Kawéni 3 10"	523 600	8 589 490	Kaweni	Mamoudzou	1999/2000	Alternance basalte	19 - 59	30	Forage	Oui	Fort	Moyen

	amont					fissuré et basalte scoriacé								
Kangani	1230-7X-0117	Kangani	520 650	8 591 850		Koungou	2005/2006	-	-	Nulle	Remblayé	Non	Nul	Faible
Longoni	1230-7X-0116	Longoni Tririni	516 475	8 592 320		Koungou	2005/2006	-	-	Nulle	Remblayé	Non	Nul	Faible
Petite Terre	1230-8X-0038	Pamandzi 1	530 300	8 586 400	PAMA1	Pamandzi	1990/1991	Pyroclastite friable et altéré	41 - 65	Nulle	Piézo.	Non	Nul	Fort
	1230-8X-0039	Pamandzi 2	530 600	8 587 160	PAMA2	Pamandzi	1990/1991	Alluvions sableuses	22 - 48	Faible	Piézo.	Non	Faible	Fort

Tableau 2 - Synthèse des formations aquifères des forages du Nord-est de Mayotte

4.2. POTENTIEL HYDROGEOLOGIQUE

La synthèse des enseignements tirés lors des précédentes études et complétée par la présente étude : campagnes de forage, coupes de forages, investigations géophysiques et prospections de terrain permet aujourd'hui de définir les formations géologiques à potentiel aquifère. Sur le secteur de Tsoundzou à Koungou et de Petite-Terre, ces formations sont décrites ci-dessous.

4.2.1. Formations sédimentaires

Les formations sédimentaires n'ont été recoupées en forage qu'au sein des paléovallées récentes, dont l'origine est très probablement relative aux incisions quaternaires (bas niveaux marins des périodes glaciaires¹⁰) et aux phases de comblement qui ont suivi la ou les remontées du niveau de base. Il s'agit exclusivement de formations alluviales, au sein desquelles aucun indice de niveau mis en place en contexte marin n'a été mis en évidence. Les forages concernés sont les suivants : Kawéni 1, 2 & 3, Kawéni F1 et F2 et Kawéni 1 8" et Kawéni 2 8 " et Pamandzi 2.

Cette absence de niveaux marins au sein des formations sédimentaires, même à des profondeurs importantes (plusieurs dizaines de mètres sous le zéro marin actuel) est en accord avec les connaissances géologiques qui suggèrent une tendance générale à la subsidence, à l'échelle de l'ensemble de l'île sous son propre poids, consécutive à l'arrêt de l'activité volcanique.

Ces formations alluviales présentent, en règle générale, une faible perméabilité d'ensemble qui peut être reliée à leur teneur élevée en matériaux argileux, conséquence du fort développement des altérites à l'échelle de l'ensemble des bassins versants de Mayotte (altération latéritique accrue sous climat tropical humide).

Les formations alluviales à Mayotte, ne doivent *a priori* pas être retenues en tant que ressource en eau d'intérêt. Cependant dans la zone étudiée elles représentent une ressource non négligeable.

A Mayotte, les formations calcaires ne sont connues qu'au sein de la barrière corallienne périphérique de l'île. L'absence de formations émergées s'explique par les phénomènes de subsidence auxquels l'île est soumise et l'absence de niveaux marins durablement et significativement plus hauts que l'actuel au Quaternaire. Ces formations ne doivent pas être retenues en tant que potentiel aquifère compte tenu de leur degré de fissuration et de karstification faible ainsi que de l'omniprésence des eaux marines en leur sein.

4.2.2. Formations volcaniques

Le massif du M'Tsapéré présente un réel intérêt sur le plan hydrogéologique. Ceci est en accord avec l'homogénéité de la géologie du M'Tsapéré à l'échelle de Mayotte : la nature des formations volcaniques ne montrent pas de disparités significatives sur le plan hydrogéologique (nature des roches, importance de l'altération).

Cependant, à l'échelle du massif du M'Tsapéré, et de manière plus marquée à l'échelle des vallées, une forte variabilité spatiale des propriétés hydrodynamiques est observée. En effet,

¹⁰ La chute eustatique du dernier maximum glaciaire atteint – 120 m NGM à –18 000 ans BP.

les forages montrent qu'à plus grande échelle, le sous-sol présente une importante variabilité latérale et verticale de ses propriétés hydrodynamiques. Les principaux déterminismes de cette variabilité, tels qu'ils apparaissent, peuvent être hiérarchisés à l'issue de cette campagne de reconnaissance. Les déterminismes mis en évidence sont décrits ci-dessous.

a) Déterminisme lithologique

Les **laves** constituent les formations les plus intéressantes en termes de perméabilité, avec des débits instantanés souvent supérieurs à 100 m³/h et, par voie de conséquence, des valeurs de transmissivité relativement élevées, comprises entre 5.10⁻⁴ et 7.10⁻³ m²/s.

Les autres formations recoupées en forage, **dépôts pyroclastiques (cendres, brèches d'explosion) et projections scoriacées**, montrent, sans être exclusives, de très médiocres propriétés hydrodynamiques. Ces mauvaises propriétés, en particulier en ce qui concerne les projections scoriacées, sont très probablement à relier à leur hétérométrie ainsi et surtout qu'à leur plus forte altérabilité que celle des laves et à l'absence de produits de cette nature très frais à Mayotte. De plus, les formations pyroclastiques peuvent être « soudées à chaud » lors de leur mise en place. Ce phénomène réduit considérablement la porosité connectée.

Aucun terrain de type **intrusif (dyke, phonolites)** n'a été identifié en forage. Les propriétés hydrogéologiques de ces formations ne sont donc pas connues à Mayotte. Toutefois, dans le contexte de milieu volcanique, ces formations constituent souvent des hétérogénéités marquées sur le plan hydraulique. Saines, ces formations peuvent constituer des drains efficaces et montrer des valeurs de transmissivité élevées. Au contraire, si le degré d'altération est élevé, ces formations joueront davantage le rôle de barrière hydraulique et conduiront au compartimentage des unités aquifères

b) Laves : déterminisme lié à la structure interne de chaque coulée

Les laves présentent une forte variabilité de leurs propriétés hydrodynamiques au sein d'une même coulée qui se traduit, en forage, par une variabilité verticale des perméabilités. Cette variabilité s'explique majoritairement par la structure interne des coulées, liée à leur mode de mise en place. Celle-ci comprend généralement, de haut en bas :

1. Soit une surface scoriacée montrant des gratons (coulée de type Aa), soit une surface lisse, assez régulière et rugueuse (coulée de type Pahoehoe). Les forages ont essentiellement recoupé des coulées montrant une surface en gratons ;
2. un cœur de coulée plus massif souvent diaclasé (fissures de refroidissement), mais sans que cela soit systématique ;
3. une brèche de base de coulée présentant des éléments scoriacés, en gratons, et reprenant fréquemment des blocs de la coulée sous-jacente.

La synthèse des mesures de débit à l'avancement montre qu'en termes de perméabilité, les cœurs de coulée, lorsqu'ils sont fissurés, sont les plus productifs. Les niveaux en gratons et scoriacés contribuent aussi significativement au débit des forages. La perméabilité de ces horizons est de l'ordre de 10⁻⁴ m/s. Les horizons fissurés sont en général plus épais que les niveaux scoriacés ou en graton. Ces zones les plus perméables présentent néanmoins toujours une épaisseur modeste (quelques mètres - 5 m en moyenne - à une dizaine de mètres tout au plus). Dans certains ouvrages (ex : M'tsangamouji 1 & 2), la quasi totalité du débit du forage provient d'un seul horizon d'une épaisseur de quelques mètres.

L'homogénéité des mesures de conductivité électrique des eaux souterraines à l'avancement suggère l'existence de communications entre ces différentes zones de perméabilité au sein d'une même coulée.

c) Déterminisme lié à la fracturation

Les observations en forage montrent le rôle important joué par la fissuration (cf. ci-dessus). Celle-ci se marque par des tapissages de minéraux sur les plans de fissures (zéolites, traces d'oxydation brune, etc.). Il ne peut être exclu que ces discontinuités aient aussi localement une origine tectonique (fracturation avec circulations de fluides associées). Ce phénomène est très probable sur le forage de Mrereni 1 (fracturation avec altération hydrothermale et colmatage quasi total de la perméabilité matricielle ou de fractures).

Ce phénomène est également envisageable sur les forages de M'tsangamouji 1 (la zone fissurée à 35 m de profondeur est probablement d'origine lithologique, celle mise en évidence entre 66 et 70 m pourrait être d'origine tectonique, en raison de l'importance des dépôts hydrothermaux et du découpage de la roche en dièdres décimétriques), Tsararano 1 (hydrothermalisation importante entre 31 et 50 m environ, alors que le forage est productif à ce niveau). En revanche, il peut être quasiment exclu que les horizons les plus perméables des forages suivants aient pour origine une fracturation de type tectonique car leurs niveaux producteurs correspondent bien à des faciès de gratons ou scoriacés : M'tsangamouji 2, Kawéni 1 et 2, Béja 1.

d) Déterminisme lié à l'altération

Tous les forages ont, sans exception, recoupé une majorité de formations volcaniques saines. Les altérites, imperméables forts, se situent donc quasi exclusivement à proximité de la surface topographique.

Des niveaux altérés existent essentiellement au niveau des interfaces entre coulées (paléosols, altération superficielle des coulées). Ils correspondent à des périodes suffisamment longues d'arrêt du volcanisme permettant une érosion significative des dernières unités mises en place. Par ailleurs, des phénomènes d'hydrothermalisme peuvent entraîner un colmatage de la perméabilité des laves (exemple du forage de Mrereni 1).

e) Compartimentage des aquifères

Les observations hydrogéologiques montrent le fort « compartimentage » apparent des aquifères. Cela se marque par :

- de forts gradients hydrauliques apparents, qui traduisent très vraisemblablement l'existence de discontinuités piézométriques, ainsi que le caractère captif de la plupart des aquifères et, localement, leur artésianisme (exemple : M'tsangamouji 1) ;
- l'absence de mise en évidence d'une « nappe de base » à proximité du littoral (modèle classique au sein des volcans insulaires récents : Réunion, Hawaï, etc.) ;
- au contraire, une structure généralisée en nappes « perchées », y compris en contexte littoral ;
- la mise en évidence fréquente de « limites étanches » lors de l'interprétation des pompages d'essai ;

- des variations latérales de la chimie des eaux souterraines (telle que la conductivité électrique peut permettre de l'apprécier), etc.

Ce compartimentage est à relier à la structure géologique des aquifères :

- **lithologie** : faciès perméables limités aux coulées, et, plus encore, à certains faciès très localisés au sein de celles-ci (zones fissurées et/ou fracturées, gratons, etc.), qui présentent une extension verticale réduite et doivent aussi présenter une extension limitée latéralement (bordure de paléovallées, limites d'érosion ultérieure), et longitudinalement (« tuilage » lié à leur mise en place polyphasée). Entre chaque coulée, la présence d'intercalations de cendres, de paléosols, etc. accentue cette hétérogénéité d'origine lithologique ;
- **fracturation**, d'origine tectonique ou gravitaire (subsidence, effondrements, etc.), non identifiée de manière directe et indubitable cependant.

Dans les secteurs reconnus par forage, aucun dyke n'a été mis en évidence, ni observé à l'affleurement ; il paraît donc difficile d'invoquer ce type de structure pour expliquer le compartimentage observé. Néanmoins, l'île étant relativement ancienne et soumise à des phénomènes de subsidence depuis une longue période, sa partie actuellement émergée correspond probablement aux parties hautes de l'ancien volcan, plus compartimentées que ses anciens flancs. Par ailleurs, le fait que la présence de formations d'origine alluviale à la base des différentes séquences volcaniques identifiées en forage soit limitée à de rares secteurs (Béja 1 & 2 et M'tsangamouji 1) suggère, lui aussi, que ces séries volcaniques se sont mis en place dans un contexte de partie supérieure du volcan, au sein de laquelle ce type de formation est assez peu fréquent.

Ce compartimentage présente très vraisemblablement des points positifs vis à vis de la ressource en eau souterraine (faible risque d'intrusion saline, charges hydrauliques toujours voisines de l'altitude du sol donc moindre énergie nécessaire pour le pompage, etc.), mais également des conséquences négatives (extension limitée des aquifères, donc de probables apparitions de « limites étanches » lors de l'exploitation des aquifères, ressource limitée, etc.).

5. Conclusion

La méthodologie mise en œuvre dans le cadre de cette étude de reconnaissance et de caractérisation des potentialités hydrogéologiques secteur par secteur en vue de préciser la délimitation et le fonctionnement des masses d'eau du Nord Est de Mayotte est le fruit des réflexions et de l'expérience du BRGM en contexte volcanique altéré.

La complémentarité des méthodes (synthèses hydrogéologiques des campagnes de forage, reconnaissances géologiques de terrain et interprétation des profils géophysiques) a permis d'obtenir les résultats suivant.

1. Aboutir à un modèle géologique conceptuel qui prend en considération la lithologie, la structure, la géométrie et l'âge (datation) des formations. Ce modèle sert de support à la réflexion hydrogéologique en permettant de définir des propriétés propices au développement aquifère (structure et géométrie des formations, degré d'altération et de fracturation, perméabilité intrinsèque, etc.).
2. Définir des unités hydrogéologiques fonctionnelles. Ces unités sont au nombre de 4 au sein de la masse d'eau du M'Tsapéré et Petite Terre est considérée comme une unité fonctionnelle propre. Ces unités fonctionnelles se distinguent par des comportements hydrogéologiques particuliers : modèles de formations aquifères différents, mécanismes de recharge différents, disponibilité de la ressource différente tant en termes de quantité que de qualité des eaux, etc.
3. Envisager des potentialités aquifères autres que celles reconnues jusqu'à aujourd'hui. La mise en évidence de formations aquifères potentielles par les méthodes utilisées permet ensuite de reconnaître ces potentialités par forage de reconnaissance. Dans le cas présent, la 5^{ème} campagne de forage de reconnaissance a été programmée sur les résultats de la présente étude en ce qui concerne le Nord Est de Mayotte. Les résultats de cette campagne devraient permettre à la fois de reconnaître ces potentialités aquifères et de valider le modèle conceptuel utilisé.

Cette approche méthodologique, appropriée au contexte volcanique altéré compte tenu de ces particularités, est néanmoins sujette à des limites qui sont :

- d'une part la reconnaissance des indices géologiques et hydrogéologiques est souvent indirecte (reconnaissance d'un faciès géologique unique sous de nombreuses formes altérées, reconnaissance des limites géologiques par interprétation des contrastes géophysiques, extension géométrique des formations aquifères reconnues en un endroit précis). Il n'y a donc pas de certitude absolue quant aux interprétations. Cette approche pourra être révisée en fonction de l'évolution des concepts et des connaissances géologiques et hydrogéologiques sur l'île de Mayotte ;
- d'autre part, dans le cadre des masses d'eau au sens de la Directive Cadre sur l'Eau, l'étude vise à identifier les principaux aquifères d'intérêt sur le plan patrimonial pour l'AEP. Cela ne s'oppose pas à ce que les formations considérées comme non aquifères selon cette définition ne puissent pas faire l'objet d'une exploitation, à faible débit notamment (quelques m³/h), et que des transferts de fluides ne puissent pas s'y produire (problématiques des transferts de polluants par exemple). La question d'échelle des formations aquifères est capitale à Mayotte compte tenu de la multitude et de la taille restreinte de ces formations.

Les résultats de la campagne de forage n°5 (2006-2007) ne sont pas encore connus. Il est évident que la meilleure source d'informations directes est la donnée de forage : informations qui permettent de corréliser formations géologiques et potentiels aquifères et d'en préciser le fonctionnement.

Etant donné que 5 des 9 forages prévus sont implantés dans la zone d'étude du M'Tsapéré (vallée de la Kangani, amont de la vallée de la Majimbini, vallée de la Gouloué et 2 en amont de la vallée de la Kwalé), les résultats viendront confirmer ou infirmer, pour certaines zones, la validité du modèle géologique proposé et de son fonctionnement.

La connaissance des ressources en eau souterraine à Mayotte est capitale compte tenu du développement démographique, de la hausse de la consommation et de la vulnérabilité accrue de jours en jours des ressources en eau de surface. La présente étude de synthèse hydrogéologique a mis en évidence des formations aquifères nombreuses, très localisées, très compartimentées et aux propriétés hydrodynamiques variables. Néanmoins la ressource de ce secteur n'est pas négligeable à l'échelle de l'île et il est évident que même les formations aquifères les plus modestes (qui sont aussi les plus nombreuses sur l'île) sont potentiellement exploitables à raison de quelques centaines de litres par heure ou du mètre cube par heure.

En perspective, il est évident que ce secteur mérite de continuer à être investigué. Les prochaines études hydrogéologiques à l'échelle des masses d'eau devraient porter sur le Nord Ouest de Mayotte (Dzoumogné, M'Tsambo, Acoua, M'Tsangamouji) et permettront de préciser la génétique des formations géologiques, leur architecture et géométrie afin de déterminer leur potentiel hydrogéologique.

6. Références bibliographiques

ASCONIT. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de Mayotte. Etat des lieux et définition des principaux problèmes – Tome 1, Décembre 2006.

Bonnier J., Jossot O., Lachassagne P., Mouron R. (2003) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte (Campagne 2001-2003). Forage de Gouloué 2 (12307X0053). Rapport BRGM/RP-52551-FR. 63 p., 20 fig., 4 ann.

Cluzet C., Guilbert M. et Lachassagne P. (2008) – Etude préliminaire à l'implantation d'un forage d'eau sur le site de la carrière ETPC de Koungou (Mayotte). Rapport final. BRGM/RC-56509-FR, 55 p.

Cruchet M., Daesslé M., Gérard A., Lachassagne P. (2000) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte. Synthèse des résultats des reconnaissances géologiques, hydrogéologiques, géophysiques et énamométriques radon. Propositions d'implantation des sondages cde reconnaissance. Rapport BRGM/RP-50386-FR. 54 p., 17 fig., 3 ann.

Directive-cadre européenne sur l'eau Circulaire DCE 2006/16 : document de cadrage pour la constitution et la mise en oeuvre du programme de surveillance (contrôle de surveillance, contrôles opérationnels, contrôles d'enquête et contrôles additionnels) pour les eaux douces de surface (cours d'eau, canaux et plans d'eau). Circulaire du Ministère de l'écologie et de l'environnement durable du 13 juin 2006.

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

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

Eucher G., Mouron R. (2006).- Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte – Campagne 2005 - Forage 1230-7X-0116 (Longoni-Tririni). Rapport BRGM/RP-54434-FR. 41 p., 6 ill., 3 ann.

François B. (2008) - Etude géophysique à Chaouéni, BRGM/ RC-56104-FR, 23 p.

Frissant N., Lachassagne P., Miehé J.M., Eucher G., Petit V., Mouron R., coll. Barthélemy L. (2006) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte (Campagne 2006-2007). Synthèse des résultats des reconnaissances géologiques, hydrogéologiques, géophysiques et radon. Proposition d'implantation des sondages de reconnaissance. Rapport BRGM/RP-55322-FR. 138 p., 41 ill., 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.

Jourdain T., Lachassagne P., Lebon D., Miehé J.M., Mouron R. (2002) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte. Campagne 2001-2002 – Syn-

thèse des résultats des reconnaissances géologiques, hydrogéologiques, géophysiques et radon – Proposition d'implantation des sondages de reconnaissance - Rapport BRGM/RP-51498-FR, 115 p., 33 fig., 6 tab., 4 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. Rapport BRGM/RP-50428-FR, 20 p., 2 fig., 4 tabl., 14 ann.

Lachassagne P., Ladouche B., Petit V. avec la collaboration de Jourdain Th. et Mouron R. (2002) – Protection et optimisation de la ressource en eau souterraine à Mayotte. Réévaluation des débits d'exploitation des forages de 1999-2000, sur la base d'observations complémentaires réalisées en 2000-2001. BRGM/RP-51603-FR, 89p., 31 fig.

Lachassagne P., Maurillon N., Mouron R. (2002) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte (campagne 2001-2002) – Forage de Gouloué (12307X0045). Compte rendu des travaux – Principaux résultats géologiques et hydrogéologiques. Rapport BRGM/RP-52035-FR. 30 p., 8 fig., 6 ann.

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

Lachassagne P., Noël Y., Jossot O., Wuillemier A. (2004).- Valorisation des données d'exploitation du forage de Kwalé 1 (1230-7X-0022) recueillies en 2002-2003. Réévaluation des volumes exploitables. Présentation des données piézométriques recueillies sur 4 forages suivis par la DAF.- Collectivité Territoriale de Mayotte, Direction de l'Agriculture et de la Forêt.- Rapport BRGM/RP-53193-FR.- 74 p., 36 ill., 6 tabl., 2 ann., 1CD ROM.

Mathieu F. (1999) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte. Reconnaissance géophysique. Rapport BRGM/RR-40750-FR, 103 p., 16 fig., 2 tabl., 2 ann.

Mauroux B., (1992) – Programme des forages de reconnaissance des eaux souterraines à Mayotte. Rapport BRGM/RR-35165-FR, 102 p., 34 fig., 3 tab., 5 ann.

Miehe J.M., Euchet G., Petit V. (2005) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte – Campagne 2005 – Reconnaissance géophysique et implantation des forages. Rapport BRGM/RP-54111-FR, 37 p., 8 ill., 3 ann.

Petit V., Frissant N., Euchet G., Lachassagne P. (2004) – Programme de recherche et d'exploitation des eaux souterraines à Mayotte – Campagne 2004 – Forage 12307X01000 (Kwalé 3). Rapport BRGM/RP-53471-FR, 89 p., 13 ill., 4 ann.

Petit V., Euchet G. (2005) – Etude préalable à l'élaboration des périmètres de protection des forages de Kwalé (12307X0022 et 12307X0100) – Rapport BRGM/RP-53593-FR. 38 p., 9 ill., 3 ann.

Petit V., avec la collaboration de G. Euchet (2005) – Valorisation des données piézométriques acquises à Mayotte en 2003-2004. Réévaluation des volumes exploitables au forage de Kwalé 1 (1230-7X-0022). Présentation de données piézométriques recueillies sur 4 forages suivis par la DAF – Rapport BRGM/RP-54090-FR, 48 p., 2 ill., 2 ann.

Salesse E., Mauroux B., Weber O. (1991) – Alimentation en eau potable de Mamoudzou des forages F1 (1230-7X-0013) et F2 (1230-7X-0014) – Z.I. de Kawéni – Assistance hydrogéologique. Rapport BRGM/RR-33200-FR, 1 vol., 71 p., 29 pht., 2 cartes.

Stieljes L., (1988) - Carte géologique de l'île de Mayotte - Archipel des Comores.

Stratagem974, (2008) - Pétrographie de 13 lames minces de Mayotte, Etude par Benoit WELSCH, Laboratoire Géosciences Réunion, 14 p.

Traineau H., Sanjuan B., Brach M., Audru J.-C. (2006) – Etat des connaissances du potentiel géothermique de Mayotte. BRGM/RP-54700-FR, 82 p.

Wuilleumier A., Jossot O., Eucher G. ((2004) – Etude hydrogéologique préalable à l'élaboration des périmètres de protection du forage de Kwalé 1 (12307X0022). Rapport BRGM/RP-53153-FR. 56 p., 7 ill., 3 tab., 3 ann.

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

Zinke J., Reijmer J.J.G., Thomassin B.A. (2001) - Seismic architecture and sediment distribution within the Holocene barrier reef-lagoon complex of Mayotte (Comoro Archipelago, SW Indian Ocean). *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.*, 63, 275-291.

Zinke J., Reijmer J.J.G., Thomassin B.A., Dullo W.C., Grootes P.M., Erlenkeuser H. (2003) - Postglacial flooding history of Mayotte Lagoon (Comoro Archipelago, southwest Indian Ocean). *Marine Geol.*, 194, 181-196.

Annexe 1

Tableau de description des affleurements

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

ID	CODE	LOCALISATION	POINT GPS	VALLEE	TYPE	DESCRIPTION	REMARQUES	ECHANTILLON	MESURE
Pho	5	Carrière	40	Doujani	Phonolite			40	Cond.
Pho	5		42	Doujani	Phonolite kaolinisée				
Pho	5	RD	52	Doujani	Lave altérée	Gros Fd. hydrotherm.	Pseudo en place	52	Cond.
β 3	3		56	Doujani		Contact lave altérée/ basalte sain à px.	Pt. 58 ; prise d'eau sur belle coulée	56	Contact : N55S/W10. Cond pt. 58
Substr	1		81	Doujani	Lave altérée	Sous colluvions			
Substr	1		85	Doujani			Laves ou alluvions?		Cond.
Substr	1	RG	86	Doujani	Laves altérées	Colluvions à gros blocs		86	
Pho	5	RG - RG - fond	89	Doujani			Peu à très hydrothermalisé	89	Cond.
Pho	5	RG	91	Doujani	Lave hydrotherm.			91	
Pho	5	RG	93	Doujani	Lave hydrotherm.				
Pho	5	RG - RD - fond	95	Doujani	Laves hydrotherm.				
Pho	5	Pierre volante	101	Doujani	Phonolite		Pierre volante		
Pho	5	Sol	118	Doujani	Phonolite		Crête armée de phonolite		
Pho	5	Sol	119	Doujani	Phonolite	Blocs de phonolite	Padza	119	
β2	2	Carrière	142	Doujani		Paléovallée N60		142	
β2	2	Sol	142	Doujani			Substratum carrière ou altération?	142	
β2	2		151	Doujani	Lave			151	
Substr	1		152	Doujani	Lave altérée		Substratum altéré?	152	
Substr	1		156	Doujani		Laves altérées			Cond.
β2	2		157	Doujani	Lave saine	A la base, scorie rouge de base de coulée	Pendage base de coulée : 140NE35		Cond.
β2	2		159	Doujani	Lave altérée	Lave leucocrate. Fissur. importante	phonolite ou basalte massif?	159	Cond.
β2	2		162	Doujani	Lave altérée	Grumeleux		162	
β2	2		165	Doujani	Lave altérée	Fissur. Blanc-gris. Grumeleux	N0E10	165	
Pyr	7		166	Doujani	Pyroclastites?	Sub. horiz.			
Pyr	7		170	Doujani	Pyroclastites?			170	
β2	2		172	Doujani	Grumeleux			172	
β2	2		176	Doujani	Grumeleux	fissur.		176	
Pal	10		177	Doujani	Paléosol	Brèche?		177	
β 3	3		178	Doujani	Lave altérée	Fissur. Moins grumeleux? Grise		178	
β 3	3		183	Doujani	Lave altérée	Leucocrate grise		183	
Pho	5	RD - RG - fond	107-109	Doujani			Cascade phonolite	107; 109	Cond.
β2	2	Talus RG	145-147	Doujani		Coulée massive. Fissur. sub. vert.	Base de coulée scoriacée	145; 147;	
Col	11		44-51	Doujani	Colluvions				Cond. pt. 45, 46, 48, 49, 50, 5

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

ID	CODE	LOCALISATION	POINT GPS	VALLEE	TYPE	DESCRIPTION	REMARQUES	ECHANTILLON	MESURE
Tep	4	RG puis RD-RG	MC11-MC12	M'Gombani	Lave altérée	Assez vacuolaire - Fissur. sub. horiz. et sub. vert.		11	
Tep	4	RD	MC13-MC14	M'Gombani	Lave altérée	Leucocrate, riche en FerroMg.			Cond. pt.13
Tep	4	Relief	MC15	M'Gombani	Téphrite	Phénocr. Fd, Px. Amphi.	Cbx. visibles à l'oeil nu et sur patine de la roche. Px en amas.	15	
Tep	4	RD	MC16-MC17	M'Gombani	Téphrite	Fissur. sub. vert. Début altérat. boules	Coule au dessus petite cascade.		
Tep	4	Lt Mro	MC21	M'Gombani	Lave altérée				
Tep	4	RD	MC22-MC23	M'Gombani	Téphrite	Fissur. sub. vert. Léger débit en plaquettes.	Prise d'eau au pied de l'affleurement	23	Cond. pt. 22
β 3	3	Lt puis RG	MC25-MC26	M'Gombani	Lave mésocrate	Très sain. Px. amphi. ol.		25; 25bis	
β 3	3	RG	MC27	M'Gombani	Lave mésocrate				
β 3	3	RG	MC29-MC30	M'Gombani	Lave altérée				
β 3	3	RG	MC31-MC32	M'Gombani	Lave altérée	Lave mélanocrate à px. amphi. et Fd.	Paléochenal localisé ou coulée de débris		
β 3	3	Sortie du mro	MC33	M'Gombani	Lave mésocrate			33	
β 3	3	RG	MC36-MC37	M'Gombani	Lave mésocrate altérée et saine			36	
β 3	3	Relief	MC39	M'Gombani	Blocs lave saine				
Tep	4	Piste	MC41-MC42	M'Gombani	Lave leucocrate altérée				
Tep	4	RG	MC5	M'Gombani	Lave altérée	Gris clair. Légère fissur. sub. horiz.			5
Col	11	RG	MC6	M'Gombani	Alluvions-Colluvions				
Tep	4	RG	MC8	M'Gombani	Lave mélanocrate à gros px.				
Tep	4	RG	MC9-MC10	M'Gombani	Lave leucocrate très riche en px		Id. terrain Bertrand		9 - Cond. pt. 10
Tep	4	RD	MC48-MC49	Longoni	Lave altérée	Blanche. Peu de minx visibles à l'oeil nu		48	
Tep	4	RG	MC50-MC51	Longoni	Lave altérée	Blanche. Altérat. en boules			
β 3	3	RG	MC52	Longoni	Lave altérée	Lave blanche altérée avec boule saine		52	
Tep	4	Relief	MC53	Longoni	Téphrite	Sur blocs en haut petit relief		53	
β 3	3	Falaise	MC54	Longoni	Basalte sain	Basalte à ol.		54	
Br	12	Route	MC56-MC57	Longoni	Brèche				
Br	12	Route	MC58	Longoni	Brèche				
Br	12	Route	MC59	Longoni	Brèche	Facies d'altération visible	Dans talus travaux		
Br	12	Route	MC60	Longoni	Brèche	Téphrite au dessus			
β2	2	Route	MC61	Longoni	Grumeleux	Grumeleux sous Téphrite			
β2	2	Route	MC62	Longoni	Grumeleux	Grumeleux sous téphrite avec niv de recuit	échantillon de téphrite	62	

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

ID	CODE	LOCALISATION	POINT GPS	VALLEE	TYPE	DESCRIPTION	REMARQUES	ECHANTILLON	MESURE
Pal	10	Talus - route	4	Koualé		Coulée intercalée de scories	Cône strombolien?	4	N130E40
β 6	6	RG - RD - fond	4	Koualé				12;13	Cond.
β2	2	RG - fond	7	Koualé	Lave	Sub. horiz. Fissur. sub.vert	Cendres, charbon à la base	7	Cond.
β2	2	RG - RD - fond	10	Koualé		Substratum?	Ech. zéolithisé	10	Cond.
β 6	6	RG - talus	15	Koualé		Px. abondants		15	
β 6	6	RD	16	Koualé			Eboulis	16	
Substr	1		18	Koualé	Substratum ou pyroclastites?		Efflorescence		
β 6	6	RG - talus 20m /rout	21	Koualé	Lave massive	Un peu altérée. Prismatic grossière	Base de coulées scoriacées pt.21		Pendage pt.21 : N20
Pal	10		24	Koualé	Coulée intercalée de scories	Ol. et Px.	Cône strombolien?		
β2	2	Cascade RG		Koualé					Cond.
β2	2	RD - RG	60	Gouloué	Lave altérée		Altérée	60	
β2	2	RG - talus	68	Gouloué		Contact grumeleux/substratum	Scories de base de coulée	68	
Substr	1		71	Gouloué	Eboulis	Blocs de phonolite		71	
Pho	5		77	Gouloué	Lave différenciée à gros Fd.			77	
β 3	3	Ravine	110	Gouloué	Lave			110	
β 3	3		112	Gouloué	Lave altérée			112	
β 3	3		128	Gouloué	Lave altérée	Ol. iddingsitisée		128	
β 3	3		133	Gouloué	Basalte sain	Cassure lisse			
Sco_bas	14		138	Gouloué	Intercoulée scoriacée				
β 3	3		113-114	Gouloué	Lave saine	Coulée massive		113; 114	
β2	2		123-125	Gouloué	grumeleux			123; 125	
β 3	3		129-130	Gouloué	Lave saine	Scories de base de coulées		129	
β2	2		134-135	Gouloué	Grumeleux				
β2	2		136-137	Gouloué	Grumeleux				
β2	2	RG	34-35	Gouloué	Grumeleux	Px.	Un peu altérée	34;35	Cond.
β2	2	RD - RG	63-65	Gouloué	Lave altérée		Altérée	63;65	
β2	2	RG - RD - fond	72-73	Gouloué	Lave altérée			72; 73;	

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

ID	CODE	LOCALISATION	POINT GPS	VALLEE	TYPE	DESCRIPTION	REMARQUES	ECHANTILLON	MESURE
β 3	3		254	Kaouénitajoli	Lave altérée	En plan. Lave blanche			
β2	2	RG	258	Kaouénitajoli	Grumeleux	Contact coulée massive/scories base. Dyke		258-1, 258	Dyke : N65
Dyke	0		263	Kaouénitajoli	Dyke				N65
Deb	13		264	Kaouénitajoli	Coulée de débris	Contact coulée de débris/lave	Paléo-chenal		
Dyke	0		267	Kaouénitajoli	Dyke				N70
Pho	5	Pierre volante	268	Kaouénitajoli	Phonolite	Blocs de phonolite			
β 3	3		269	Kaouénitajoli	Lave Âlithique	Superbe coulée massive	Fissur. sub.vert.	269	Cond.
Sco_bas	14	RD	270	Kaouénitajoli	Scorie	Scorie base de coulée	Pendage fort, p-ê flanc de coulée		
β 3	3	Cascade : RD-RG	272	Kaouénitajoli		Contact lave/coulée de débris			Contact : N90S30
β 3	3		274	Kaouénitajoli	Lave saine riche en FerroMg.		pt. 273 : mur ; pt. 274 : toit	274	Coulée : N120
β 3	3	RD	279	Kaouénitajoli	Lave saine riche en FerroMg.	Pt. 280 : scorie de base		279	
β 3	3		281	Kaouénitajoli		Coulée vacuolaire fixée sur paléosol		281	
Sco	8		283	Kaouénitajoli	Cône de scories?				
Pyr	7		284	Kaouénitajoli	Cendres	Litage avec granoclassement. Roche indurée		284	N60SE70
β2	2	RG	289	Kaouénitajoli	Grumeleux	Base de coulées. Prism. et fissur. sub. horiz.		289	
β2	2		292	Kaouénitajoli	Grumeleux	Prismat. sub. horiz. Débit en plaquette		292	
β2	2		294	Kaouénitajoli	Grumeleux	Coulée bulleuse, moins fissurée	Fissur. sub. horiz en 298	294	
β 3	3	RD	306	Kaouénitajoli	Contact	Lave/pyroclastique/coulée de débris/lie de vin			N20NW25
β2	2		330	Kaouénitajoli	Substratum	Peu sain sous coulée			
β 3	3	RD	338	Kaouénitajoli	Lave saine			338	
Br	12		343	Kaouénitajoli	Brèche	Coulée de débris		343	Cond. N50
β2	2	RG puis RD puis RD-R	346	Kaouénitajoli	Lave à gros Px.		Prise d'eau en 348	346	Cond. et Q
Pal	10		371	Kaouénitajoli	Nougat rouge	Local			
Pyr	7		380	Kaouénitajoli	Cendre remaniée	Ponctuel	Qq. blocs volants		
β 3	3		389	Kaouénitajoli	Coulée démantelée en place				

ID	CODE	LOCALISATION	POINT GPS	VALLEE	TYPE	DESCRIPTION	REMARQUES	ECHANTILLON	MESURE
β 3	3		390	Kaouénitajoli	Lave en place			390	
β2	2		392	Kaouénitajoli	Coulée de vallée			392	
β2	2		395	Kaouénitajoli	Lave en place			395	
β 3	3		399	Kaouénitajoli	Lave			399	
Deb	13	RG puis RD-RG	259-260	Kaouénitajoli	Coulée de débris	Contact coulée de débris/ lave saine			Contact N180
β2	2		301-302	Kaouénitajoli	Grumeleux altéré			301,302	
Sco_bas	14		301-305	Kaouénitajoli	Scorie base de coulée	Fissurée et un peu altérée	Suintements pt. 303		Cond. pt. 303
β 3	3		307-308	Kaouénitajoli	Lave				
β 3	3	RG	309-311	Kaouénitajoli	Laves fissurées	Trou d'eau, suintements pt. 310			Cond. Pendage : N150NE20
β 3	3	RD	312-313	Kaouénitajoli	Laves fissurées				
β 3	3	RG	314-315	Kaouénitajoli	Laves fissurées	Un peu plus altérée			
β 3	3	RD	316-317	Kaouénitajoli	Lave fissurée	Un peu altérée			
β 3	3	RG puis RD	318-321	Kaouénitajoli	Lave fissurée				
Pyr	7		322-324	Kaouénitajoli	Cendres	Cendres avec brèches rouges sous-jacentes			
Pal	10	RG	325-327	Kaouénitajoli	Nougat? Brèche de débouillage?				
Pal	10		328-329	Kaouénitajoli	Nougat? Brèche de débouillage?	Un peu altéré			
β2	2	RD	331-332	Kaouénitajoli	Coulée bulleuse				
β2	2	RG	333-334	Kaouénitajoli	Coulée				
Br	12	RG	340-342	Kaouénitajoli	Brèche				
Br	12	RG	344-345	Kaouénitajoli	Brèche	RG coule			
Pyr	7		353-354	Kaouénitajoli	Cendres	Lave/cendres remaniées/scories			
Pyr	7	RG puis RD	356-358	Kaouénitajoli	Cendre remaniée				
Pyr	7		359-362	Kaouénitajoli	Cendre	Affleurement ponctuel			
Pyr	7		363-364	Kaouénitajoli	Cendre	Affleure en continu	Dyke pt. 364		Dyke : N55
Pyr	7		368-367	Kaouénitajoli	Cendre	Affleurement ponctuel			
Pal	10		369-370	Kaouénitajoli	Nougat rouge	Monogénique			
Pal	10		372-373	Kaouénitajoli	Nougat rouge				
Pal	10		374-379	Kaouénitajoli	Nougat rouge	Affleurements ponctuels			

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

ID	CODE	LOCALISATION	POINT GPS	VALLEE	TYPE	DESCRIPTION	REMARQUES	ECHANTILLON	MESURE
Tep	4	RG - Fond du Mro	403	Kaouéni	lave leucocrate altérée et lave saine riche en mnx	Lave altérée sur lave saine	Fig. d'altération en boules	403	
Tep	4	Méandre	404	Kaouéni	Basalte massif	Au contact scories basaltiques ou dyke		404	Contact N120
Dyke	0		407	Kaouéni	Dyke				N110-115
Tep	4		407	Kaouéni	Lave à petites amphi.			407	
Dyke	0		408	Kaouéni	Dyke	Bord E	Epaisseur 4 m		N110-115
Dyke	0		409	Kaouéni	Dyke	Bord W	Id dyke 408-407		
β 3	3		409	Kaouéni	Lave à amphi.				
β 3	3	Méandre	410	Kaouéni	Lave à amphi	Base de coulée scoriacée	En RD les laves remontent sur au moins 15m		N120NE80
Dyke	0		412	Kaouéni	Dyke		Id 408-409-407		N115
β 3	3		413	Kaouéni	Lave à amphi	Affleurement ponctuel			
β 3	3		421	Kaouéni	Lave bulleuse à px	Blocs bulleux tombés dans dyke. Patine ext blanche. Trace de recuit rouge	P-ê dyke ou scories	421	N110
β 3	3		422	Kaouéni	Lave à Px	Fissur. sub. vert. - Riche en mnx.	Sols lie de vin au dessus Proche cône de scories.		
β 3	3		423	Kaouéni	Lave Âlithique	Sub en place. - Fissur. sub. horiz.		423	
β 3	3		430	Kaouéni	Lave Âlithique	En plaquettes. Arme le relief. Fissur.	Au dessus cône de scories	430	
β 3	3		435	Kaouéni	Lave Âlithique	Contact lave sur scories avec épisode alluvionnaire intercalé	Affleurement quasi E-W	435	N115
Tep	4		446	Kaouéni	Lave	Toit de coulée - Lave bulleuse	Remonte profil d'altération	446	
Sco	8		448	Kaouéni	Lave bulleuse		Faciès scoriacé		
Sco	8		449	Kaouéni	Lave bulleuse	Scories en RG	Faciès scoriacé		
Sco	8		450	Kaouéni	Lave bulleuse	Légèrement altéré	Faciès scoriacé		
Br	12		454	Kaouéni	Cendres ou brèches de débouillage	Elts. grossiers et anguleux		454	
Tep	4		457	Kaouéni	Lave bulleuse	Très finement cristallisé	Peu épaisse - Légèrement scoriacée -	457,458	
Tep	4		462	Kaouéni	Lave		Emergence coule un peu	462	Cond.

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

ID	CODE	LOCALISATION	POINT GPS	VALLEE	TYPE	DESCRIPTION	REMARQUES	ECHANTILLON	MESURE
Alt	9	Chemin	464	Kaouéni	Lie de vin		Charbonnière		
Alt	9	Chemin	466	Kaouéni	Lie de vin		Altération cône de scories		
β 3	3		467	Kaouéni	Lave altérée			467	
β2	2		468	Kaouéni	Grumeleux	Falaise 10m pt. 469. Toit de coulée.		468	Cond. pt. 469
β2	2	RD	478	Kaouéni	Lave altérée		Coule très peu - 0.2l/s	478	
Alt	9		490	Kaouéni	Lie de vin				
Tep	4		491	Kaouéni	Lave altérée				
Alt	9		493	Kaouéni	Lie de vin				
β2	2	Chemin	497	Kaouéni	Grumeleux			497	
Pal	10		501	Kaouéni	Paléosol rouge	Posé sur grumeleux			
β2	2		502	Kaouéni	Lave altérée	Riche en Px. altéré			
β2	2		503	Kaouéni	Lave altérée	Px. altéré		503	
β 3	3		505	Kaouéni	Basalte riche en Fer	Coulée saine avec base scoriacée. Grossièrement fissuré.	Faciès grumeleux à proximité	505	Orientation affleurement N80
β 3	3		511	Kaouéni		Lave saine riche en FerroMg	Pt. 513 : base de coulée recuits	511	
β 3	3	RG	414-418	Kaouéni	Lave à amphi	Contact scoriacé à la base			N115 contact au pt 418
Sco	8		424-429	Kaouéni	Scories	Cône de scories avec fort pendage	P-ê proche du pt. d'émission		N170E25 - Cond pt. 429
Sco	8		432-434	Kaouéni	Scories	Scories puis sol rouge, lie de vin			
Tep	4		436-438	Kaouéni	Lave	Bulleuse, riche en mnx.	La ravine coule pt. 438 Contact lave scorie en continu		Q pt.438 - N145 -
Tep	4		439-440	Kaouéni	Lave	Toit de coulée	Coulée au dessus en RD		Cond. pt. 439
Sco	8		453-452	Kaouéni	Lave bulleuse	Affleurement ponctuel	Faciès scoriacé		
β2	2		471-477	Kaouéni	Grumeleux	Affleurement en continu			
β2	2		479-481	Kaouéni	Lave altérée		Pt. 479 : affluent RG ne coule plus et rivière principale sèche		
β2	2		482-483	Kaouéni	Grumeleux	Pt. 482 = base ; Pt. 483 = haut			
β2	2		484-488	Kaouéni	Grumeleux				
β2	2		494-496	Kaouéni	Lave altérée				
β2	2		499-500	Kaouéni	Grumeleux				
β 3	3		507-509	Kaouéni	Basalte riche en FerroMg	Coulée de 8 m qui arme le relief des 2 côtés	Eau semble sortir en base de coulée		
Sco	8		514-515-516	Kaouéni	Scories				
β 3	3	RG - cours d'eau		Kaouéni	Lave à petites amphi.				

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

ID	CODE	LOCALISATION	POINT GPS	VALLEE	TYPE	DESCRIPTION	REMARQUES	ECHANTILLON	MESURE
Col	11	RD	BM003	Kangani		Colluvions grossiers. Blocs basaltes sains riches en FerroMg, altérés et phonolite			
Col	11	RG	BM004-BM005	Kangani		Colluvions grossiers			
Tep	4	Sur flanc morne	BM009	Kangani		Laves en place. Fissur. sub. vert.		BM009	
Tep	4		BM012	Kangani	Lave en place	Fissur. Légèrement lité	Laves leucocrates Px. en amas, presque pyroxénite.	BM012	
Col	11	RG	BM014	Kangani	Colluvions	Affleurement 8m			
Col	11	RD	BM015	Kangani	Colluvions				
Tep	4	RD	BM016-BM017	Kangani	Laves leucocrates				
Tep	4	RD	BM018	Kangani	Laves leucocrates	Scories de base de coulées.	Fissur. sub.vert. Enclaves de px.	BM018	
Col	11	RG	BM019	Kangani	Colluvions/Pyroclastites	Qq. elts. polygéniques			
Tep	4	RD	BM020-BM021	Kangani	Laves leucocrates	Fissur. sub.vert. Débit en plaquette.	Scories de base de coulées.		
Tep	4	RD - RG	BM022	Kangani	Laves leucocrates				
Tep	4	RG	BM023	Kangani	Laves leucocrates/Pyroclastites	Fissur. sub. vert. Suintements en base de coulée	Plus d'enclaves mais des px. cmliq.	BM023	
Tep	4	RD - Au sommet	BM025	Kangani	Laves leucocrates				
Tep	4		BM026	Kangani	Laves leucocrates	Falaise : 8m. Débit en plaquettes. Fissur. sub. vert.	Base recuite entre scories et pyroclastites		
Tep	4	RG	BM027	Kangani	Laves leucocrates			BM027	
β2	2	RG en haut pente	BM033	Kangani	Lave à px.				
Pyr	7	RD	BM033	Kangani	pyroclastites	En pied de pente			
Pyr	7	RD	BM034	Kangani	Pyroclastites	Scorie fine en RD et RG. Lapillis?			
Dyke	0		BM035	Kangani	Dyke?				

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

ID	CODE	LOCALISATION	POINT GPS	VALLEE	TYPE	DESCRIPTION	REMARQUES	ECHANTILLON	MESURE
Pyr	7		BM035	Kangani	Scories fines. Lapillis?				
β2	2		BM037-BM038	Kangani	Lave grumeleuse à gros px.	En haut falaise. Contact sub-horizontal lave/ scories en 37		BM037	
β2	2	RG puis RD et RD- RG	BM039-BM040	Kangani	Lave grumeleuse à gros px.				
Pyr	7	RD dans ravine	BM041	Kangani	Pyroclastites				
Pyr	7		BM042	Kangani	Pyroclastites				
Pyr	7	RG	BM043	Kangani	Pyroclastites	Affleurement sur 8m de haut			
Pyr	7	RD	BM044-BM045	Kangani	Pyroclastites	Granoclassement. Epaisseur : 5m - 90N30			
Pyr	7	RD	BM046-BM047	Kangani	Pyroclastites				
Pyr	7	RD - cascade	BM048	Kangani	Pyroclastites				
Dyke	0		BM049	Kangani	Dyke	N80S60			
Pyr	7		BM049-BM050	Kangani	Pyroclastites				
Pyr	7	RG	BM051	Kangani	Pyroclastites	Très beau litage	Ravine en RG avec légers suintements		
Pyr	7	RD	BM053-BM055	Kangani	Pyroclastites				
Pyr	7		BM056-BM057	Kangani	Pyroclastites				
Pyr	7		BM059-BM060	Kangani	Pyroclastites	Contact avec le basalte grumeleux			N60SW20
β2	2		BM060-BM061	Kangani	Basalte grumeleux	Contact avec pyroclastites			N60SW20
Sco_bas	14		BM061	Kangani	Scories de base de coulées				
Tep	4	Sommet	BM063	Kangani	Basalte type phono avec Népéhéline				
Tep	4	Carrière	BM067	Kangani			Echantillon dans tas de granulats	BM067	
Tep	4	Bordure de route	BM068	Kangani	Lave leucocrate altérée	Lave altérée, en place et massive		BM068	
β2	2	Carrière de Koungou	BM069	Kangani	Basalte grumeleux	Coulée d'environ 50-60m	Ech1 en haut FT, ech 2 au pied ech3 au sommet	BM069	

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

ID	CODE	LOCALISATION	POINT GPS	VALLEE	TYPE	DESCRIPTION	REMARQUES	ECHANTILLON	MESURE
β 3	3		190	Majimbini	Lave altérée	Leucocrate		190	
β 3	3		191	Majimbini	Lave altérée	Contact lave scories rubéfiées			
Pal	10		192	Majimbini	Rubéfié			192	
β 3	3		198	Majimbini	Substratum		Echantillon dans rupture de pente	198	
Pyr	7		204	Majimbini	Pyroclastites				
β2	2	RG	210	Majimbini	Grumeleux	Fissur. sub. horiz. légère	axe coulée N66	210	
Substr	1	RG	212	Majimbini		lave altérée	Lave grise altérée	212	
Substr	1		215	Majimbini	Lave altérée	Substratum?			
β2	2		216	Majimbini	Grumeleux			216	
β 3	3		227	Majimbini	Lave altérée	Très argilisée, faciès bleu clair		227	
Alt	9		228	Majimbini	Sol rouge				
β2	2	Falaise	232	Majimbini	Grumeleux		Grandes cascades escalade	232	
Pyr	7		237	Majimbini	Pyroclastite			237	
β 3	3	RD	239	Majimbini	Lave altérée	Pas blanche		239	
β 3	3	RG	241	Majimbini	Lave saine			241	
β2	2		517	Majimbini		Grumeleux		517	
β 3	3		519	Majimbini	Lave riche en FerroMg			519	
Sco_bas	14		524	Majimbini	Scories	Intercoulée ?			
β 3	3		184-186	Majimbini	Lave altérée	Leucocrate, grise			
β 3	3		193-194	Majimbini	Lave altérée claire				
β 3	3		195-197	Majimbini	Lave altérée	Altération en boules		197	
β 3	3		200-203	Majimbini	Lave saine	Coulée sub en plan	Pt. 203 : eau coule au contact sain/paléosol	200; 201;	Cond. pt.203
Pyr	7		205-208	Majimbini	Pyroclastites ou lapillis				
Alt	9		219-221	Majimbini	Sol rouge, lie de vin				
Alt	9		222-223	Majimbini	Sol rouge				
Alt	9		225-226	Majimbini	Sol rouge				
β 3	3	Pied falaise	233-234	Majimbini			Substratum coulée	233; 234	
β 3	3	Fond	235-236	Majimbini			Très fracturé		
β2	2	RG	242-244	Majimbini	Grumeleux			242; 244	Pt. 242 et 244 cond.
β 3	3		520-521	Majimbini	Lave altérée	Riche en Px. Légèrement bulleuse	La ravine coule		
β 3	3		522-523	Majimbini	Lave bulleuse	Peu de phénocrx. Assez saine.		523	
β 3	3		525-526	Majimbini	Lave riche en FerroMg			526	Cond.

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

ID	CODE	LOCALISATION	POINT GPS	VALLEE	TYPE	DESCRIPTION	REMARQUES	ECHANTILLON	MESURE
β 3	3	Talus chemin	MY1	Convalescence	Lave altérée	Grise, nbx px orange et ol iddingsitisé	Fissur sub verticale . Boule saine de B3	MY1	
β 3	3	Talus chemin	MY2	Convalescence	Lave altérée				
β 3	3	Talus chemin	MY3	Convalescence	Lave altérée	Altération en boule	Remblais du chemin = B2		
β 3	3	Talus chemin	MY4	Convalescence	Lave saine et altérée	px, ol et amphi	Affleurement local	MY4	
Tep	4	Sentier	MY6	Convalescence	lave grise leucocrate	phénocrx. de px et néph	fissur sub horiz et sub vert	MY6	
β2	2	Sentier	MY8	Convalescence	Grumeleux	Fissuration sub vert	Affleurement en place sur 4-5 m de haut	MY8	
β2	2	Sentier	MY9	Convalescence	Grumeleux	Fissuration sub horiz	Croisement chemin, affleurement local		
β2	2		MY10	Convalescence	Bloc local				
β2	2		MY11	Convalescence	Bloc local				
β2	2		MY12	Convalescence	Bloc local				
Tep	4	Sentier	MY13	Convalescence	Lave altérée	Grise, leucocrate, phénocrx blanc et px	Echantillon vacuolaire rose de Sb à proximité	MY13	
Tep	4	Chemin	MY15	Convalescence	Tephrite	affleure sur 8m de haut, 20m de long	Altération en boule, ravine sèche. Légère fissur. sub. vert.		
Tep	4	Chemin-Cascade	MY16-MY17	Convalescence	teph	Coulée de 10 m de haut. Fissur. sub. horiz.	En 17 lave altérée avec bloc patiné	MY17	Coule peu
Pyr	7	talus Chemin	MY18	Convalescence	Pyroclastite	Matrice jaune orange sableuse	Elt polygénique ponceux, px, autres	MY18	
β 3	3	Talus chemin	MY19	Convalescence	Basalte à ol, px et amphi	Prismation grossière,	Contact B2/B3		
β 3	3	Talus chemin	MY20	Convalescence	Lave altérée blanche	Boule saine avec px et amphi			
β 3	3	Talus chemin	MY21	Convalescence	Lave altérée en place	Assez vacuolaire. Riche en px			
Pal	10	Entrée GR	MY22	Convalescence	Pyroclastite, Nougat, matériaux de projection	Elt polygénique, matrice rouge			
β 3	3	GR	MY23	Convalescence	Blocs de B2	Lave blanche altérée aux alentours			
Tep	4	GR	MY24	Convalescence	Blocs pas en place	Phonolite ou tephrite		MY24	
β 3	3	GR	MY25	Convalescence		Sub en place. Basalte à px et ol	Fissur sub vert et sub horiz		
Pal	10	GR	MY26	Convalescence	Brèche pyroclastite Nougat		Idem pt MY22?		
β2	2	GR ravine	MY27	Convalescence	Grumeleux				
β2	2	GR	MY28	Convalescence	Grumeleux	Lave en place dans chemin			

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

ID	CODE	LOCALISATION	POINT GPS	VALLEE	TYPE	DESCRIPTION	REMARQUES	ECHANTILLON	MESURE
Pho	5	Talus piste	MY36	Koungou	Phonolite altérée	Leucocrate, gris clair, gros ctx blanc de Fd	Echantillon de sain au point MY37	MY36	
Pho	5	Talus piste	MY37	Koungou	Phonolite altérée	Débit en dalle, fissur sub horiz, patine blanche	Echantillon avec MY36. On retrouve phase altérée du pt36 sur cette affleurement	MY36	
Pho	5	Ravine	MY38	Koungou	Phonolite	En blocs plus sains			
Pho	5	GR	MY39	Koungou	Phonolite	Fissur sub horiz. profil d'altération blanc sur les extrémités.	Carrière clandestine		
Pho	5	Ravine	MY40	Koungou	Blocs de phonolite				
Pho	5	Ravine	MY41	Koungou	Blocs de phonolite				
Tep	4	Chemin	MY42	Koungou	Blocs de téphrite				
Pho	5	Sentier	MY43	Koungou	blocs de phonolite				
Pho	5	Sentier	MY44	Koungou	Lave altérée	Blanche avec gros Fd			
Pho	5	Sentier	MY45	Koungou	Lave altérée	Blanche avec gros Fd			
Tep	4	Chemin	MY46	Koungou	Blocs métriques de téphrite				
β2	2	Chemin	MY47	Koungou	Lave altérée	Grise avec ctx altéré orange			
β2	2	Chemin	MY48	Koungou	grumeleux	Basalte altéré en boule. Boule saine de grumeleux			
β2	2	Chemin	MY49	Koungou	grumeleux	Basalte altéré en boule. Boule saine de grumeleux			
β2	2	Chemin	MY50 - MY52	Koungou	Grumeleux	Affleurement dans chemin	Aspect grumeleux d'extérieur	MY50	
β2	2	Chemin	MY53 - MY54	Koungou	Grumeleux	Affleurement dans chemin	Carrière = grumeleux		
Pho	5	Ravine	MY55	Koungou	Phonolite	Blocs de phonolite dans terre végétale			
Pho	5	Chemin relief	MY57	Koungou	Phonolite		Exploitation clandestine		
Sco_bas	14	Chemin	MY58	Koungou	scories de base de coulée				
β2	2	Piste	MY59	Koungou	Basalte à px	Très sain, mésocrate			

Annexe 2

Observation des échantillons à la loupe binnoculaire

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

Numéro échantillon	Vallée	Date	Couleur	Densité	Cassure	Altération-Oxydation	Cristallisation - Abondance ctx	Phénocristaux	Microcristaux	Remarques	LM	Litho
4 ; 10	Koualé	07/07/2007	mésocrate		grumeleuse	Roche légèrement vacuolaire Mnal secondaire d'altération, fréquent dans les cavités, verdâtre à orange, en forme de 'mamelons' ou de 'vermicelle' (calcédoine ou soufre?) Traces d'oxydation orange rouge Irisation	Peu de ctx	peu de phénocristaux visibles à l'œil nu	Olivine et pyroxène < 1mm Olivine très rare et saine Px. fréquent et sain	Echantillon rayé le marteau		β2
12	Koualé	07/07/2007	mésocrate	très dense	esquilleuse	Pâte légèrement vacuolaire Vacuoles fréquemment remplies de zéolites	Pâte finement cristallisé Riche en Ferromagnésien	px.	Px. Abondants et sains <1mm Rares olivines saines			β3
13	Koualé	07/07/2007	mésocrate		esquilleuse	très légèrement vacuolaire mnx de remplissage de vacuoles (Id. n°10) mnx d'altération blanc opaque fissuré	Pâte finement cristallisé Riche en Ferromagnésien	px. sain et abondant phénocristaux bleu gris altéré sur clivage (px?)	Px. Abondants et sains <1mm	Echantillon rayé le marteau		β3
15	Koualé	07/07/2007	mésocrate		esquilleuse	légèrement altéré	Riche en Ferromagnésien	px. sain et abondant	Quelques olivine saines			β3
16	Koualé	07/07/2007	mésocrate		esquilleuse	Néant	Riche en Ferromagnésien	px. sain et abondant	Quelques olivine saines			β3
19	Koualé	07/07/2007	mésocrate		esquilleuse	Néant	Riche en Ferromagnésien	px. sain et abondant	Quelques olivine saines			β3
34	Gouloué	07/07/2007	mélancrate		grumeleuse	Légèrement vacuolaire Minéraux secondaire d'altération dans vacuole	Très riche en ferromagnésien	px. sain et altéré qui présentent début d'auréole brunâtre	Très peu d'olivine			β2
35	Gouloué	07/07/2007	mélancrate		rugueuse grumeleuse	Légèrement vacuolaire Minéraux secondaire d'altération dans vacuole		quelques px. sain et altéré qui présentent début d'auréole brunâtre	Pas d'olivine	phénocristaux fantômes : forme hexagonale, fait penser à des px mangés et entièrement recristallisés, couleur bleuté, début de grumélisation?	X	β2
40 ; 101 ; 107	Doujani	08/07/2007	mésocrate teinte légèrement verdâtre		esquilleuse à éclats gras	Patine blanchâtre	Pas de mnx. visible à l'œil nu Pâte très finement cristallisée Texture microlithique					phon
52 ; 77	Gouloué	08/07/2007	leucocrate gris clair	Assez dense et compacte	rugueuse	Lave altérée	50% de mnx, 50% de pâte	Phénocristaux blanc altéré sur clivage en 'marche d'escalier' Hyp : roche type phonolite très altérée donc kaolinite donc minéral serait Néphéline altérée	Baguette d'amphibole saine		X	β5
56 ; 63 ; 65 ; 68	Gouloué	08/07/2007	mélancrate		rugueuse		1/3 minéraux, 2/3 de pâte	Px. +- altérés	Quelques amphiboles	phénocristaux fantômes : forme hexagonale, fait penser à des px mangés et entièrement recristallisés, couleur bleuté, début de grumélisation?		β2
60	Gouloué	08/07/2007	mélancrate		rugueuse	Altérée		Px. En début d'altération				β2
71 ; 72 ; 73	Gouloué	08/07/2007	mesocrate teinte légèrement verdâtre	très dense	esquilleuse à éclats gras	Patine blanchâtre	Très riche en Ferromagnésien	Néphéline et pyroxène				phon
86	Doujani	08/07/2007		Très friable		Lave très altérée		Px très altéré, couleur rouille				Subst
89 ; 91 ; 113 ; 119	Doujani	08/07/2007	mesocrate teinte légèrement verdâtre	très dense	esquilleuse à éclats gras	Patine blanchâtre	Très minéralisé	Néphéline abondante				β5
109 ; 110 ; 114	Doujani	08/07/2007										β3
123 ; 125	Doujani	08/07/2007										β2
128 ; 129	Doujani	08/07/2007										β3

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

Numéro échantillon	Vallée	Date	Couleur	Densité	Cassure	Altération-Oxydation	Cristallisation - Abondance ctx	Phénocristaux	Microcristaux	Remarques	LM	Litho
141	Doujani	09/07/2007										β2
142	Doujani	09/07/2007	mésocrate teinte verdâtre		rugueuse		pâte très finement cristallisée 1/3 microcristaux, 2/3 pâte quelques phénocristaux	minéral vert sous forme de pâte qui couvre en partie la roche et lui donne sa teinte	px.			β3
145	Doujani	09/07/2007	mésocrate		rugueuse	légèrement vacuolaire	pâte très finement cristallisée 1/3 microcristaux, 2/3 pâte quelques phénocristaux	olivine altérée phénocristaux jaune orangé brillant ou blanc à verdâtre parfois altéré en marche d'escalier sur clivage	rares px sain		×	β2
147 ; 162 ; 165	Doujani	09/07/2007	mélancrate		grumeleuse	légèrement altéré pas de vacuoles trace d'oxydation noire irisation	1/3 pâte, 1/3 microcristaux, 1/3 phénocristaux	px. Altérés sur clivage en marche d'escalier auréole réactionnelle brune autour du minéral, couleur jaune orangée, px à cœur sodique (cf. Deboeuf) Minéral hexagonal en CT	amphibole	phénocristaux fantômes : forme hexagonale, fait penser à des px mangés et entièrement recristallisés, couleur bleuté, début de grumelisation?		β2
149 ; 152 ; 159	Doujani	09/07/2007	leucocrate			très altéré, friable pâte plus altérée que les minéraux microfissures avec traces d'oxydation noires à l'int	2/3 minx, 1/3 pâte Très minéralisé	px abondants et altérés, de teinte rouille, quelques traces d'altération en marche d'escalier, clivage encore visible				Subst
151	Doujani	09/07/2007	leucocrate teinte rougeâtre			Lave altérée à gros px Vacuolaire		px altérés en marche d'escalier				β2
155	Doujani	09/07/2007	mésocrate	lave saine			Riche en Ferromagnésien 1/3 ctx, 2/3 pâte		amphibole en baguette oliddingsité?			β3
166 ; 170	Doujani	09/07/2007	leucocrate									Pyr
171 ; 172 ; 173 ; 176 ; 197	Doujani	09/07/2007	mélancrate		grenue grumeleuse	légèrement vacuolaire minéraux secondaire d'altération	1/3 minx, 2/3 pâte	px altéré en marche d'escalier de teinte brunâtre				β2
178 ; 183 ; 190 ; 192 ; 195	Doujani	09/07/2007	mélancrate	roche ferme malgré degrés d'altération		fissure d'altération noire oxydée pâte très altérée	1/3 minéraux, 2/3 pâte	minéraux altérés de couleur rouille quelques minéraux noirs en baguettes		facies d'altération du β3		β3
200 ; 201, 202 ; 208	Majimbini	09/07/2007	mésocrate	très saine			peu minéralisée 1/3 minéraux, 2/3 pâte		amphibole en baguette			β3
206 ; 237	Majimbini	09/07/2007										Pyr
210 ; 216 ; 232 ; 241 ; 242	Majimbini	09/07/2007			grumeleuse	légèrement vacuolaire		px en cours d'altération				β2
212 ; 227	Majimbini	09/07/2007										Subst
233 ; 234 ; 239	Majimbini	09/07/2007	leucocrate	roche ferme malgré degrés d'altération		lave altérée	Très peu de minéraux			facies d'altération du β3		β3
258	Kaouénitajolie	10/07/2007								Fantôme de px		β2
269 ; 274 ; 279 ; 281	Kaouénitajolie	10/07/2007	mésocrate	très dense			pâte très finement cristallisée où l'on ne distingue pas les minéraux lave riche en ferromagnésien la pâte brille	Quelque Px (5mm)	amphibole en baguette		×	β3
284	Kaouénitajolie	10/07/2007										Pyr
289 ; 292 ; 294 ; 301 ; 301	Kaouénitajolie	10/07/2007										β2
338 ; 343 ; 390 ; 399	Kaouénitajolie	10/07/2007	mésocrate	lave massive			riche en ferromagnésien					β3
346 ; 392 ; 395	Kaouénitajolie	10/07/2007										β2

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

Número échantillon	Vallée	Date	Couleur	Densité	Cassure	Altération-Oxydation	Cristallisation - Abondance ctx	Phénocristaux	Microcristaux	Remarques	LM	Litho
403 ; 404 ; 407	Majimbini	11/07/2007	leucocrate gris clair	Roche dense	rugueuse	Néant	très minéralisée 50% cristaux, 50% pâte	Néphéline et pyroxène	amphibole en baguette		X	Tep
421 ; 430 ; 435	Majimbini	11/07/2007	mésocrate	très dense	esquilleuse		aphyrique, 90% de pâte rars cristaux visibles à l'œil nu		amphibole ou pyroxène?		X	β3
441 ; 446 ; 457 ; 458 ; 461	Majimbini	11/07/2007	leucocrate gris clair					Néphéline et pyroxène				Tep
454	Majimbini	11/07/2007	leucocrate sableuse	assez friable		assez vacuolaire	composée d'éléments polygéniques de taille et de composition différentes	quelques restes de gros px		brèche de débouillage		Br
467 ; 523	Majimbini	11/07/2007	leucocrate blanche	dense		lave altérée						β3
505 ; 509 ; 511 ; 519 ; 526	Majimbini	11/07/2007	mésocrate	dense			riche en ferromagnésien					β3
468 ; 478 ; 497 ; 503 ; 511	Majimbini	11/07/2007	mélancrate	grumeleuse								β2
BM009 ; BM011 ; BM012	Kangani	13/07/2007	leucocrate	dense	grenue	Néant	1/3 minéraux, 2/3 pâte	pyroxène et néphéline				Tep
BM018 ; BM020 ; BM022 ; BM023 ; BM027	Kangani	13/07/2007	mésocrate	dense		parfois vacuolaire en base de coulée	très riche en ferromagnésien					β3
BM037 ; BM060 ; BM069	Kangani	13/07/2007	mélancrate		grumeleuse							β2
BM062 ; BM063 ; BM067 ; BM068	Kangani	13/07/2007	leucocrate gris clair					néphéline				Tep
MC05 ; MC023	Gombani	13/08/2007	leucocrate gris clair			lave très altérée, +/- friable Roche vacuolaire quelques traces d'oxydation noire	1/3 minéraux, 2/3 pâte		cristaux rouille altéré			Tep
MC08	Gombani	13/08/2007	mélancrate bleu-gris	dense	grenue	trace d'oxydation légèrement vacuolaire	peu minéralisée 1/4 minéraux, 3/4 pâte	1 phénocristal de pyroxène dans échantillon	microcristaux de pyroxène et néphéline ?			Tep
MC09 ; MC11	Gombani	13/08/2007	mélancrate bleu-gris	dense	grenue	trace noire d'oxydation dans micro fissures +/- vacuolaire minéral blanc de remplissage de vacuoles	peu minéralisée 1/3 minéraux, 2/3 pâte	pyroxène	pyroxène et amphibole ?			Tep
MC15	Gombani	13/08/2007	mélancrate bleu-gris	très dense	esquilleuse	patine gris clair avec minéraux ferromagnésien noir qui ressortent en relief	pâte finement cristallisée 1/2 pâte ; 1/2 minéraux	Néphéline et pyroxène	Baguette d'amphibole?			Tep
MC25 ; MC52 ; MC54	Gombani	13/08/2007	mésocrate	dense	grenue	quelques vacuoles parfois remplies de zéolithes	très riche en ferromagnésien pâte très finement cristallisée 3/4 cristaux, 1/4 pâte	olivine, pyroxène	nombreuses baguettes d'amphiboles px en coupe longitudinal?	le pyroxène se présente parfois sous forme d'amas de minéraux. Petite pyroxénite?	X	β3
MC33 ; MC36 ; MC48 MC53	Gombani	13/08/2007	mélancrate	dense	esquilleuse	patine gris clair avec minéraux ferromagnésien noir qui ressortent en relief rars vacoles avec minéraux de remplissage secondaire	riche en ferromagnésien pâte finement cristallisée 1/3 cristaux, 2/3pâte	olivine, pyroxène , néphéline	nombreuses baguettes d'amphiboles px en coupe longitudinal?	le pyroxène se présente parfois sous forme d'amas de minéraux. Petite pyroxénite?	X	Tep
MC62	Gombani	13/08/2007	mélancrate	dense	esquilleuse	patine gris clair avec minéraux ferromagnésien noir qui ressortent en relief vacoles avec minéraux de remplissage secondaire	riche en ferromagnésien pâte finement cristallisée 1/3 cristaux, 2/3pâte	pyroxène , néphéline saine et en début d'altération	nombreuses baguettes d'amphiboles px en coupe longitudinal?			Tep

Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

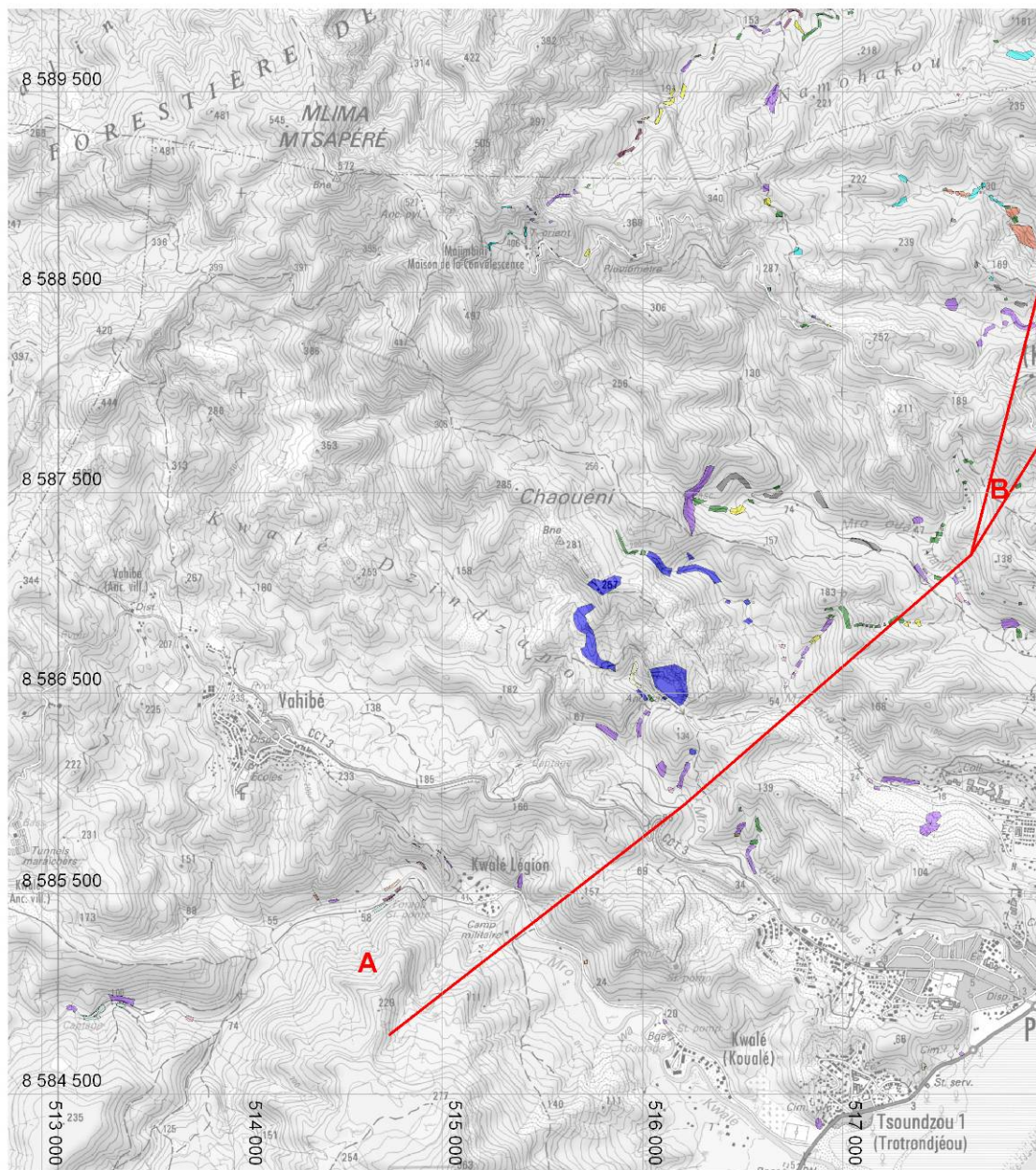
Numéro échantillon	Vallée	Date	Couleur	Densité	Cassure	Altération-Oxydation	Cristallisation - Abondance ctx	Phénocristaux	Microcristaux	Remarques	LM	Litho
MY01	Convalescenc	04/10/2007	mésocrate	dense	esquilleuse	—	pâte très finement cristallisée 1/3 cristaux, 2/3 pâte	pyroxène et olivine	pyroxène et amphibole ?			β3
MY04	Convalescenc	04/10/2007	mélancrate	dense	grenue	traces noires d'oxydation px altéré, orange et olivine iddingsitisés	1/3 cristaux, 2/3 pâte	pyroxène et olivine	pyroxène et amphibole ?	olivine en phase d'iddingsitisation dans cet échantillon, cœur sain et contour orangé		β3
MY07	Convalescenc	04/10/2007	leucocrate		grenue	patine grise traces d'oxydation noires Phénocristaux blancs de Fd altérés	1/3 cristaux, 2/3 pâte pâte finement cristallisée	pyroxène et néphéline				Tep
MY08	Convalescenc	04/10/2007	mésocrate		grenue	Texture granuleuse très nette	Très peu de minéraux visibles à l'œil nu et à la bino		pyroxène et olivine	phenocristaux fantômes : forme hexagonale, fait penser à des px mangés et entièrement recristallisés, couleur bleuté		β2
MY13	Convalescenc	04/10/2007	leucocrate	dense		pâte de teinte rose et vacuolaire traces d'oxydation jaune orange	Peu de minéraux visibles à l'œil nu et à la bino		pyroxène amphibole?	Tephrite à proximité. Semble être base de coulée	X	Tep
MY17	Convalescenc	04/10/2007	mésocrate	très dense	esquilleuse	patine blanche grise	pâte très finement cristallisée 1/3 microcristaux, 2/3 pâte	pyroxène, olivine	amphibole	pyroxène en amas	X	Tep
MY18	Convalescenc	04/10/2007		Assez dense	grenue		matrice sableuse, jaune orangée	éléments polygéniques : ponce cristaux, débris de roche			X	Pyr
MY24	Convalescenc	04/10/2007	mésocrate de teinte verdâtre	dense	esquilleuse à éclats gras	patine grise	matrice très finement cristallisée	néphéline	pyroxène			Tep
MY36	Koungou	05/10/2007	Leucocrate	très dense	esquilleuse	patine blanche lave blanche avec gros Fd blanc	matrice très finement cristallisée	feldspath?		échantillon de sain et d'altérée dans même affleurement profil d'altération	X	phon
MY50 ; MY53	Koungou	05/10/2007	mésocrate	dense	grenue	Texture granuleuse très nette	Très peu de minéraux visibles à l'œil nu et à la bino	quelques pyroxènes +/- altérés		phenocristaux fantômes : forme hexagonale, fait penser à des px mangés et entièrement recristallisés, couleur bleuté	X	β2

Annexe 3

Cartes d'affleurements

Carte 1

Affleurements lithologiques des vallées du Mro Oua Kwalé, Gouloué, Doujani et Majimbini



Légende

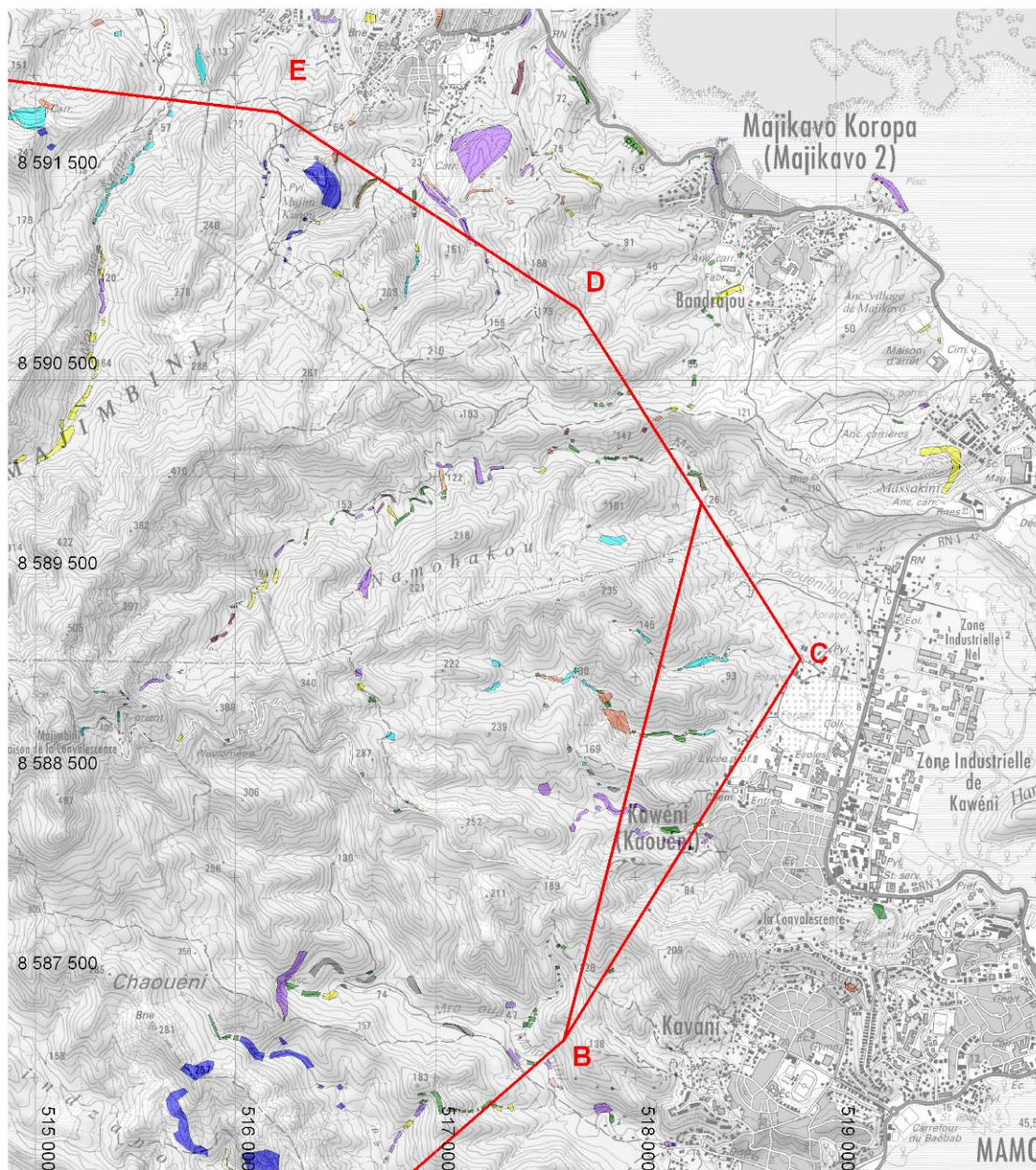
Faciès lithologiques cartographiés

■ indéterminé	■ Scories de base
■ Altération	■ Phonolite
■ Colluvions et alluvions	■ Tephrite
■ Brèches	■ Trachyandésite
■ Dyke	■ Basalte β6
■ Paléosols	■ Basalte β3
■ Pyroclastites et cendres	■ Basalte β2
■ Scorie	■ Substratum altéré

 Tracé de la coupe lithologique

Carte 2

Affleurements lithologiques des vallées du Mro Oua Majimbini, Kawénilajoli, Kirissoni, Doujani et Kangani et des secteurs de Mamoudzou, Kawéni et Majikavo



Légende

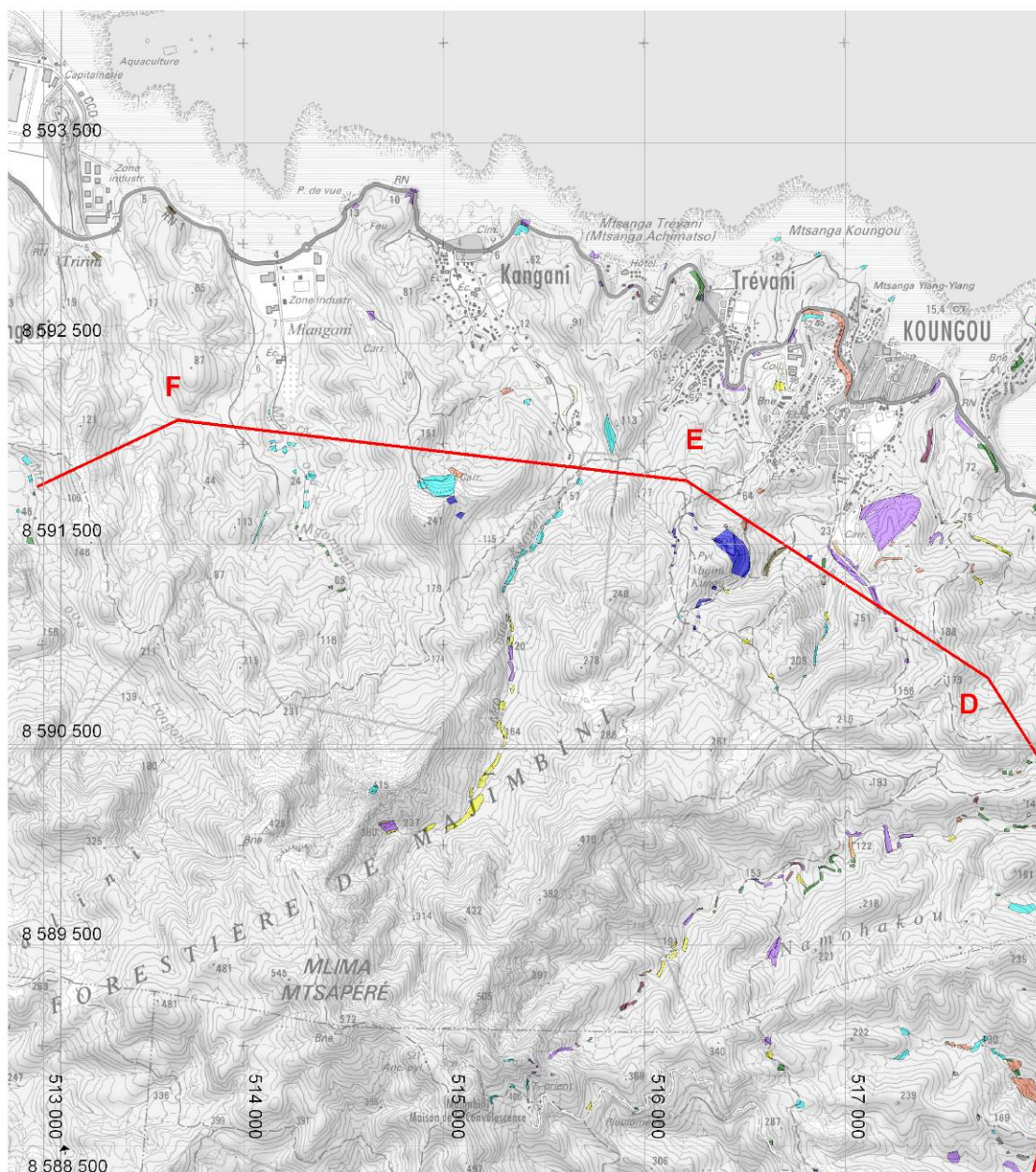
Faciès lithologiques cartographiés

Indéterminé	Scories de base
Altération	Phonolite
Colluvions et alluvions	Tephrite
Brèches	Trachyandésite
Dyke	Basalte $\beta 6$
Paléosols	Basalte $\beta 3$
Pyroclastites et cendres	Basalte $\beta 2$
Scorie	Substratum altéré

 Tracé de la coupe lithologique

Carte 3

Affleurements lithologiques des vallées du Mro Oua Kirissoni, Kangani, M'Gombani et Longoni et des côtes de Koungou, Trévani et Kangani



Légende

Faciès lithologiques cartographiés

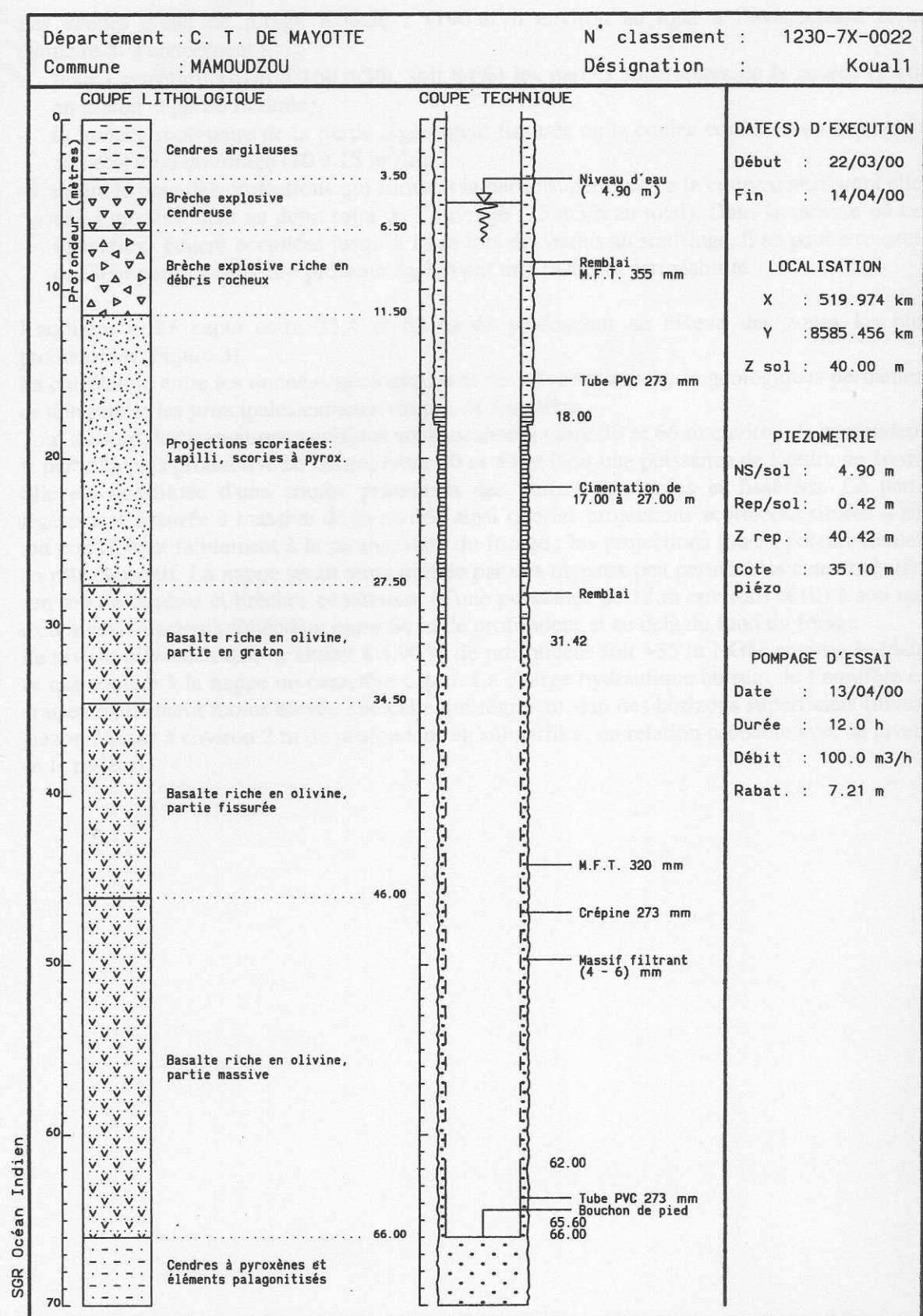
indéterminé	Scories de base
Altération	Phonolite
Colluvions et alluvions	Tephrite
Brèches	Trachyandésite
Dyke	Basalte β6
Paléosols	Basalte β3
Pyroclastites et cendres	Basalte β2
Scorie	Substratum altéré

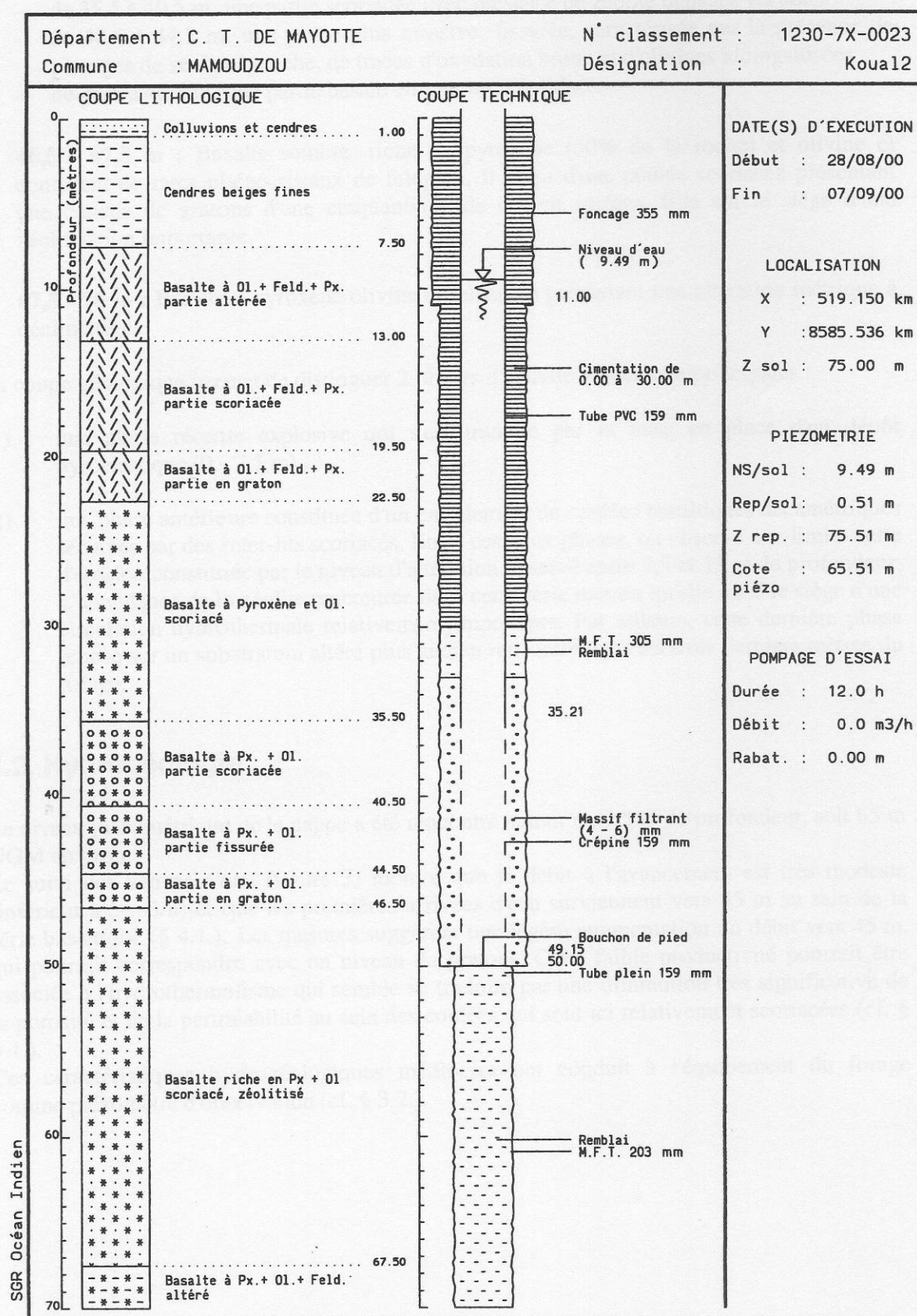
 Tracé de la coupe lithologique

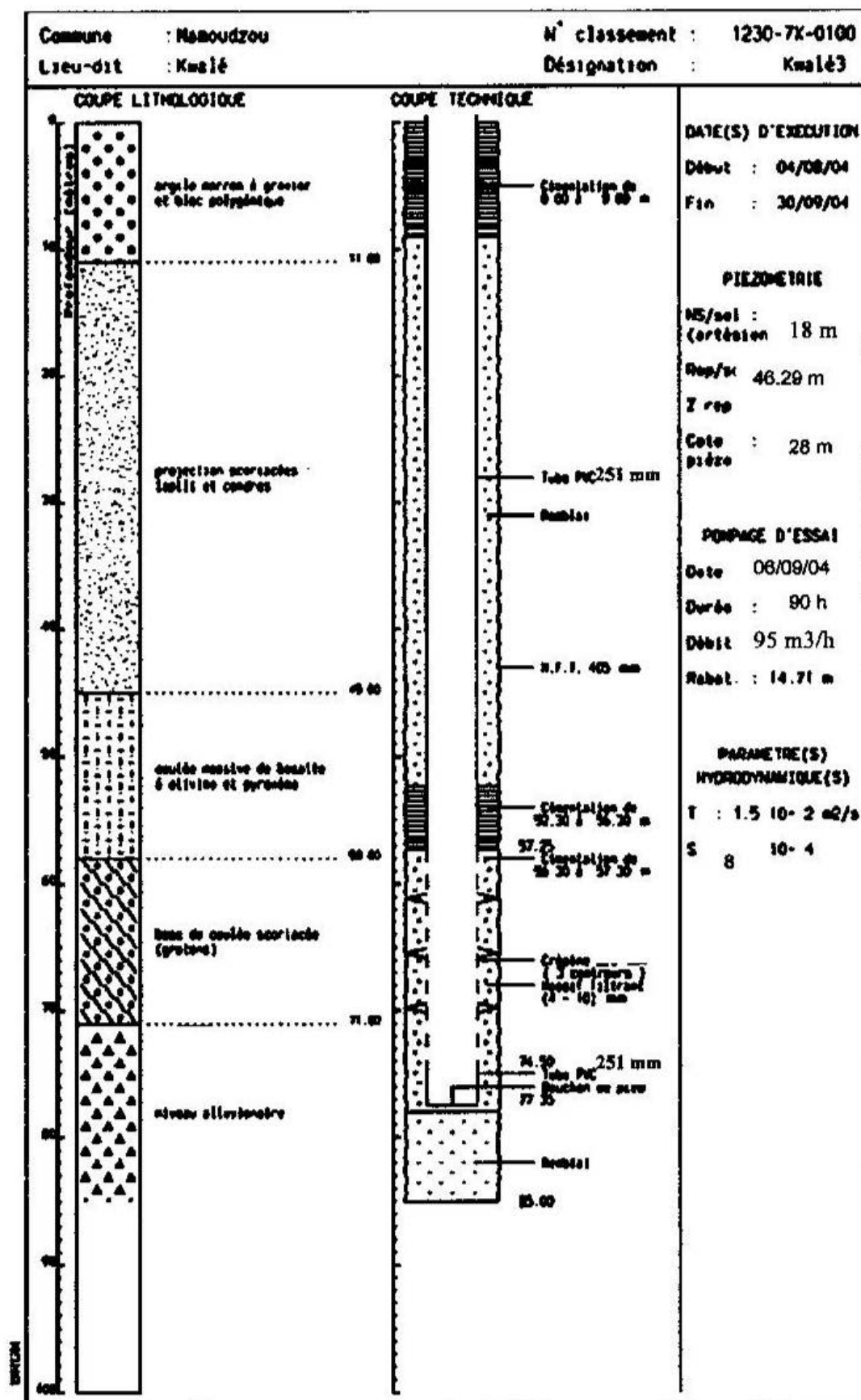
Annexe 4

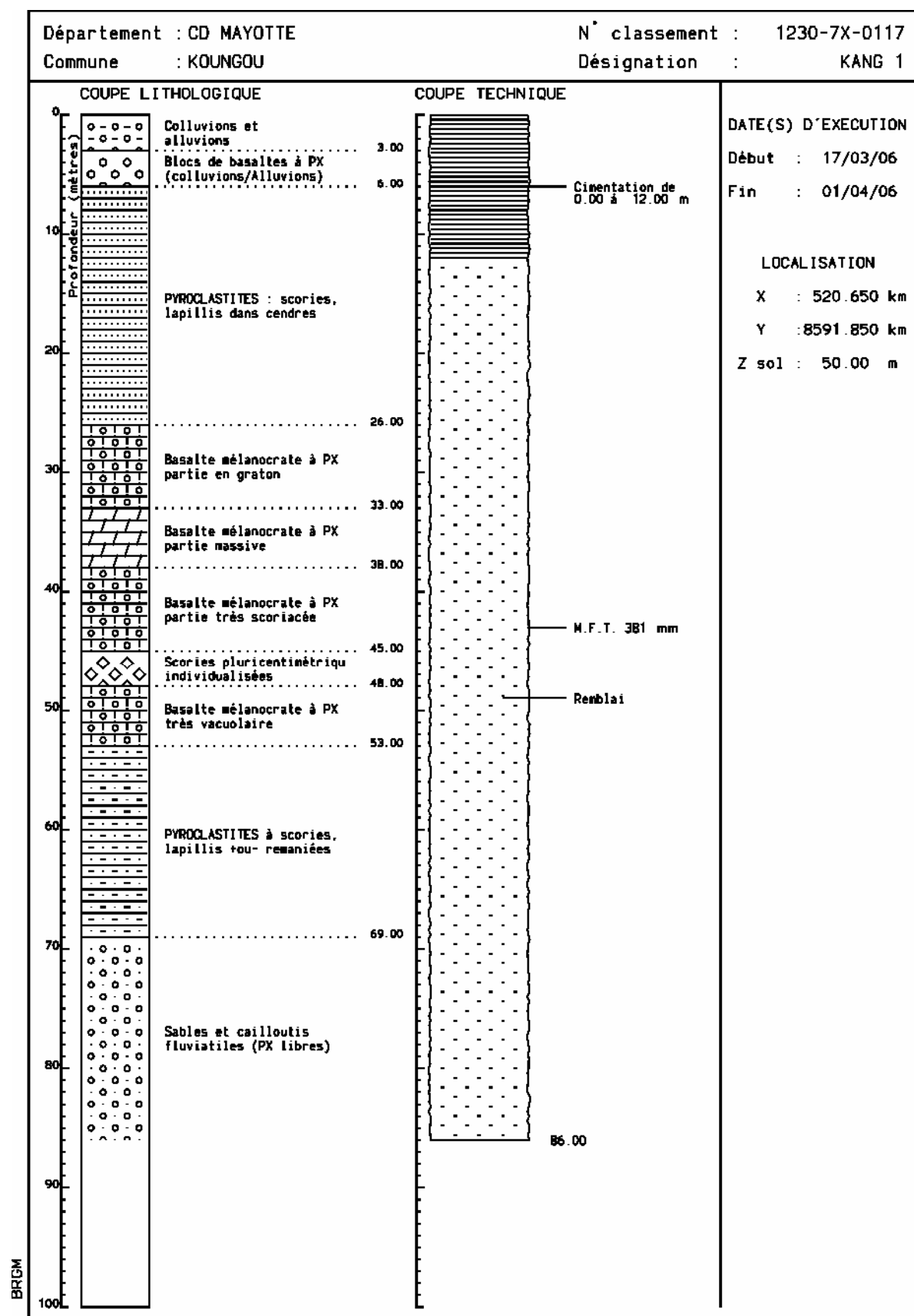
Coupes des forages disponibles dans la zone d'étude

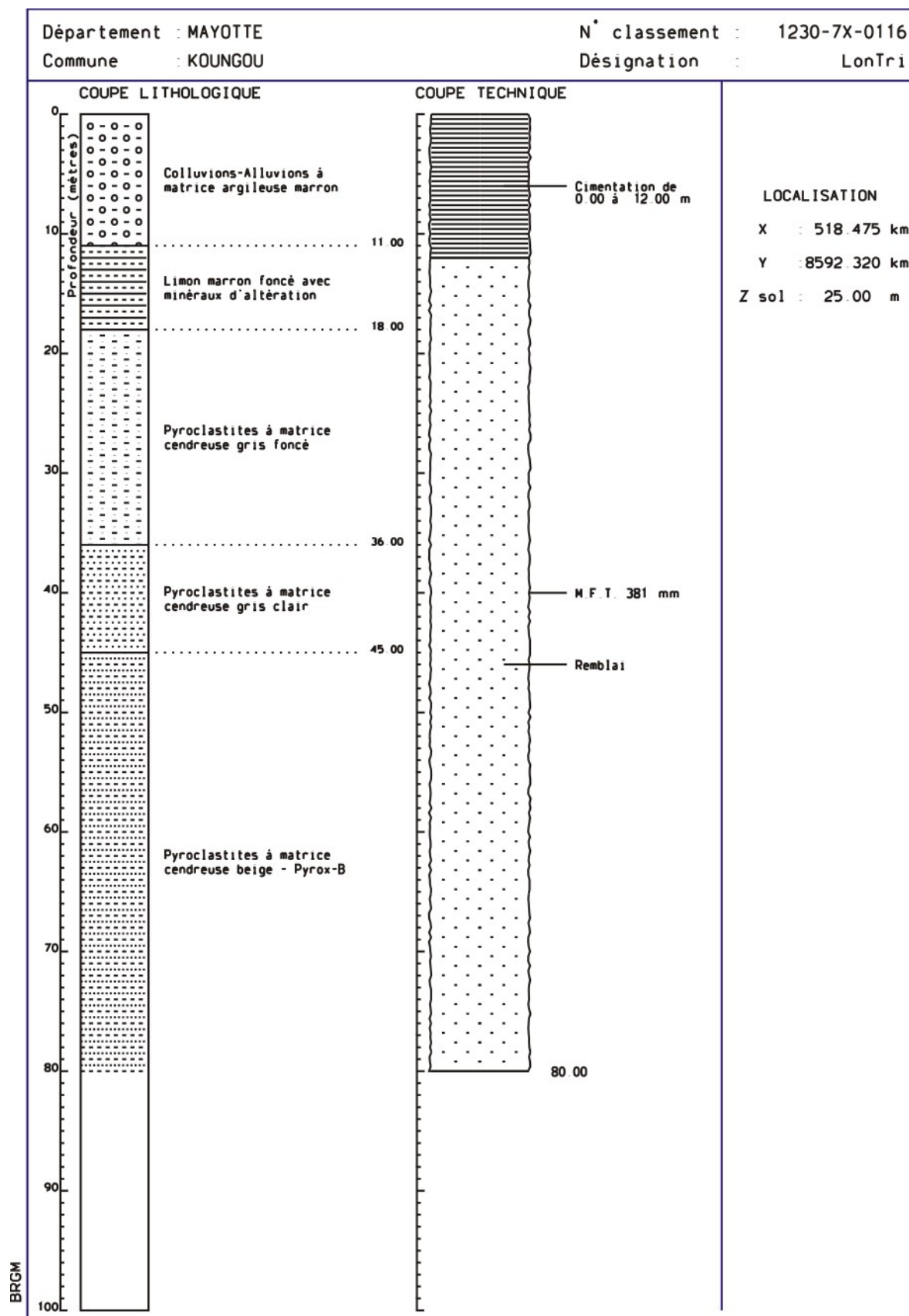
- o Kwalé 1 – 12307X0022
- o Kwalé 2 – 12307X0023
- o Kwalé 3 – 12307X0100
- o Kangani 1 – 12307X0117
- o Longoni Tririni – 12307X0116
- o Gouloué 1 – 12307X0045
- o Gouloué 2 – 12307X0053
- o Kawéni 1 10" – 12307X0019
- o Kawéni 2 10" – 12307X0020
- o Kawéni 3 10" – 12307X0021
- o Kawéni F1 – 12307X0013
- o Kawéni F2 – 12307X0014
- o Kawéni 1 8 " – 12307X0011
- o Kawéni 2 8" – 1307X0012



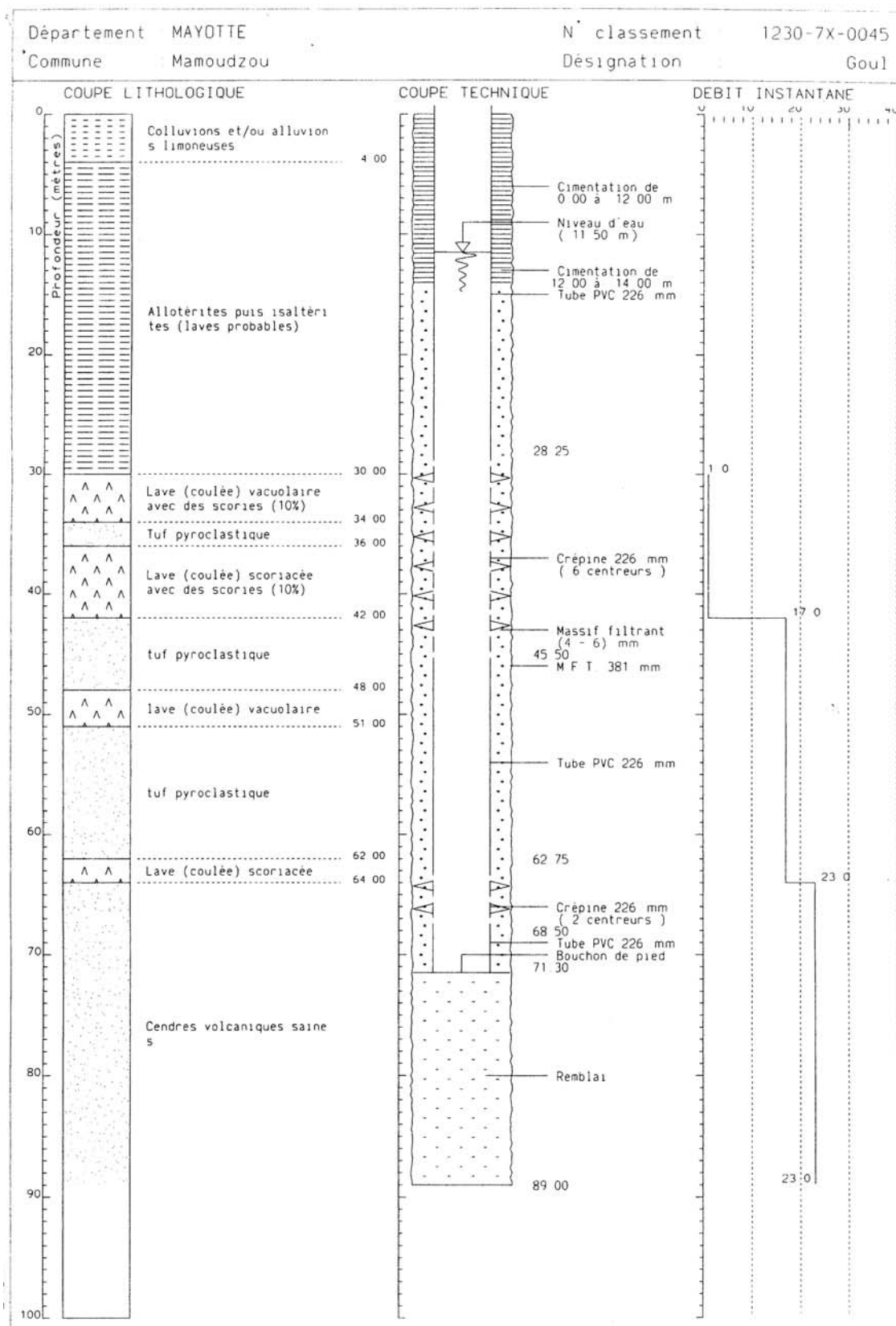


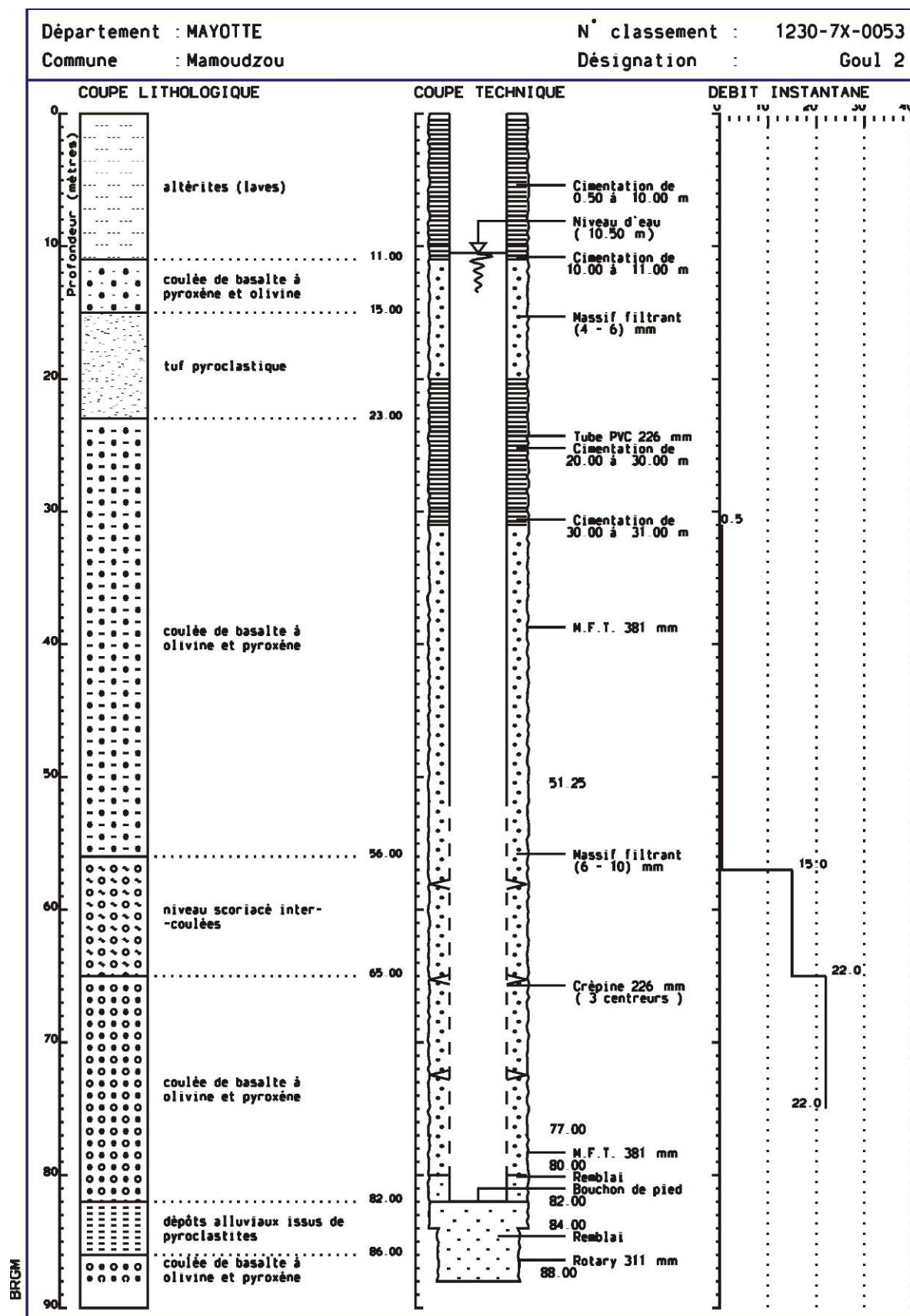


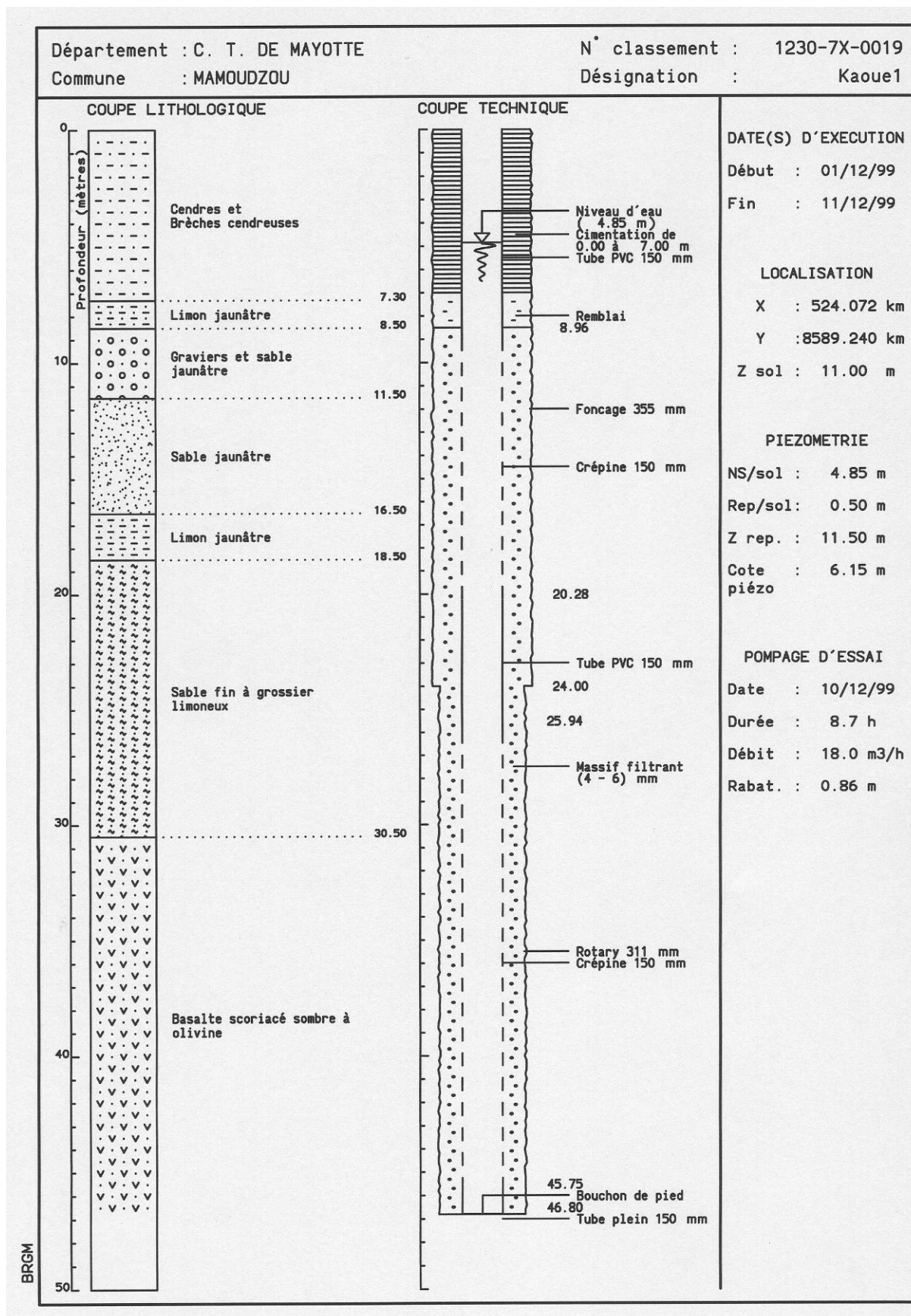


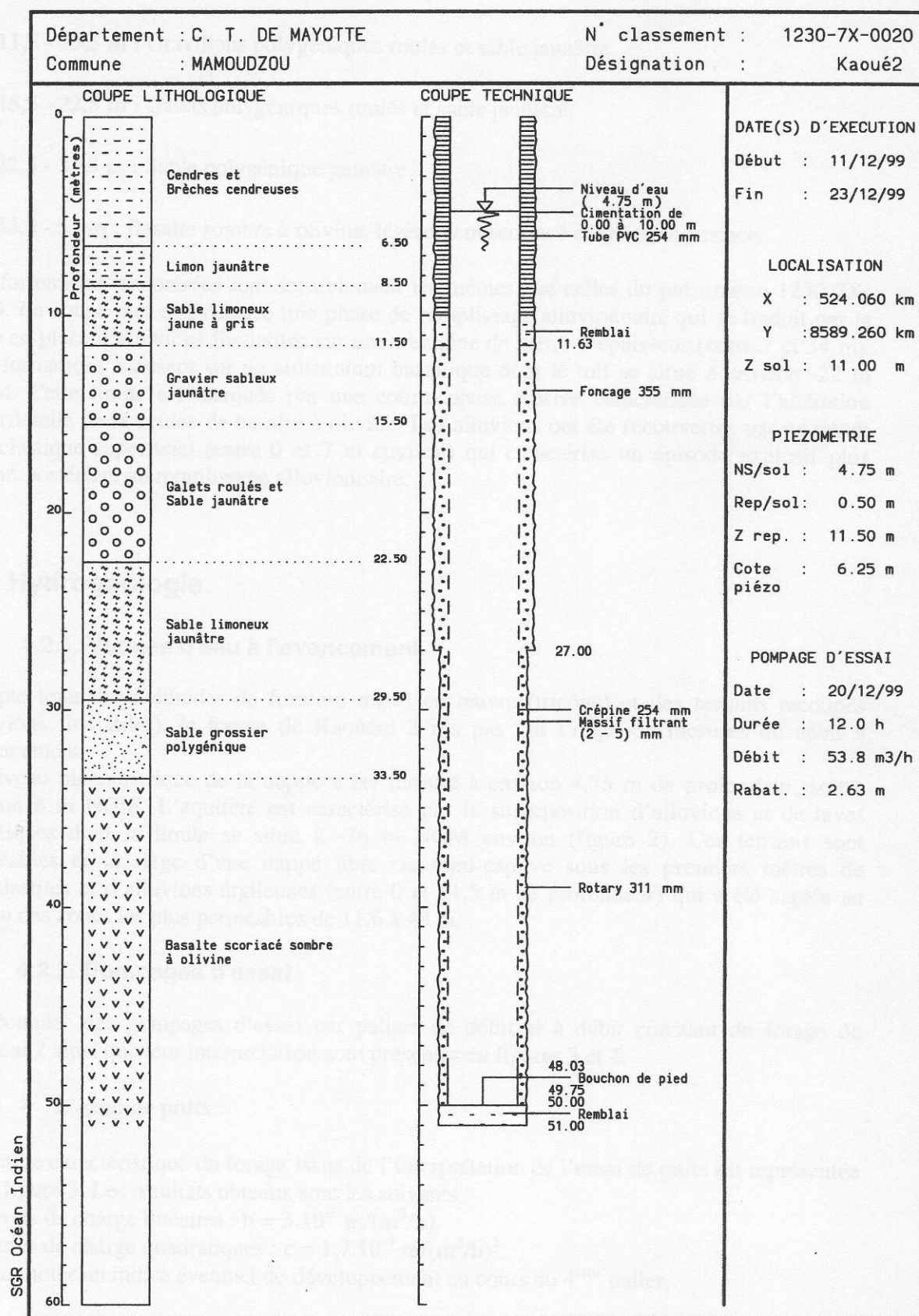


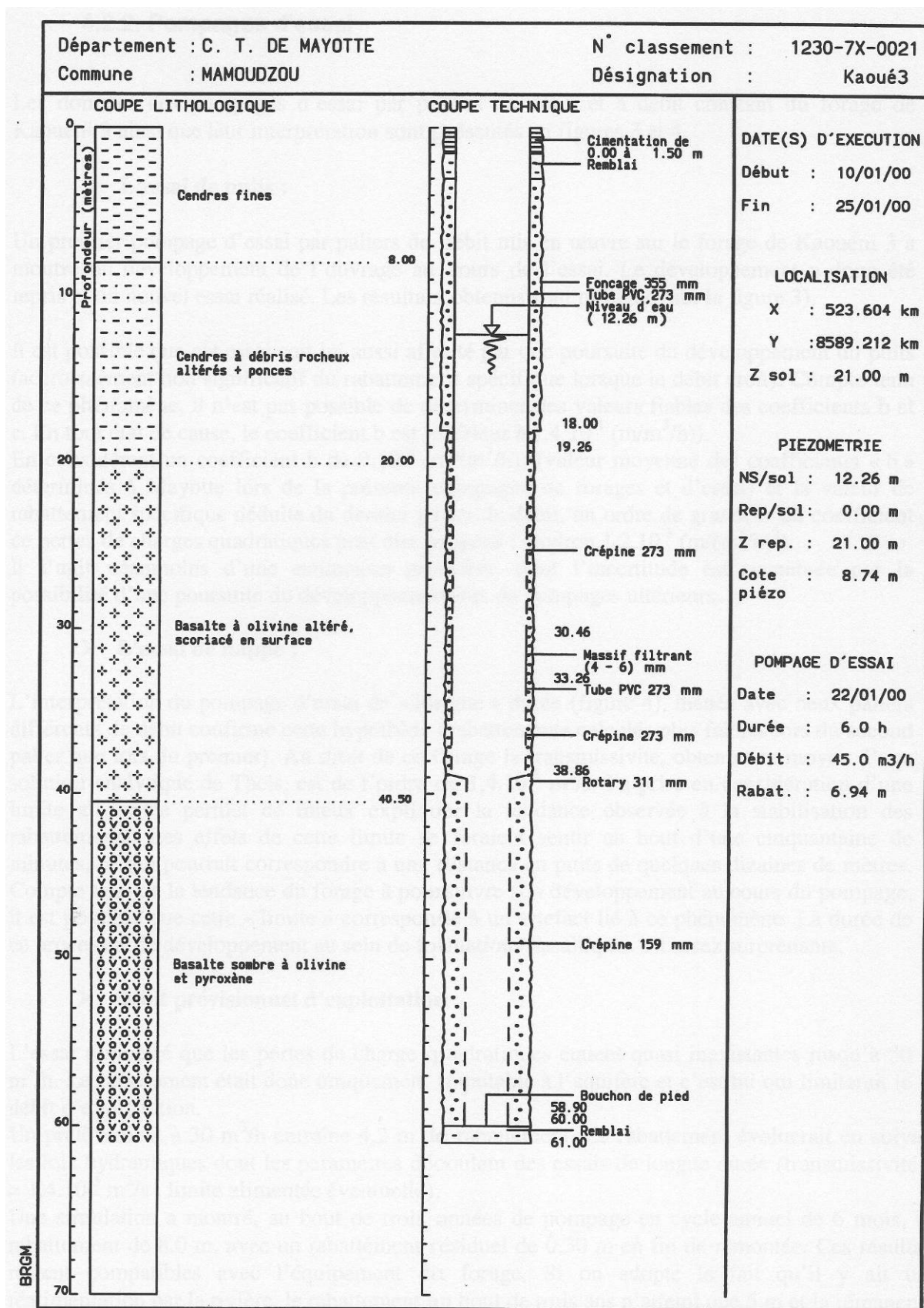
Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou

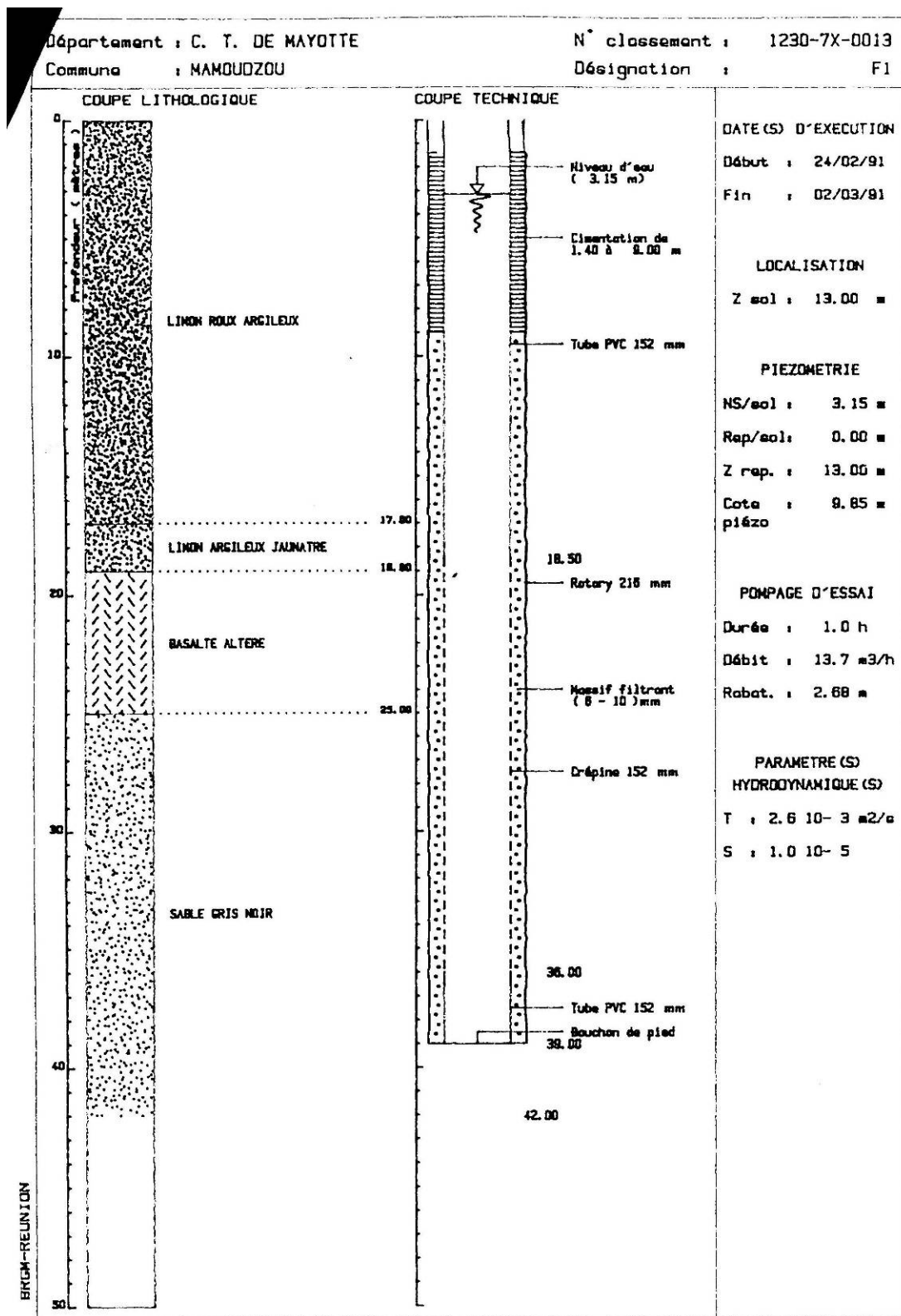












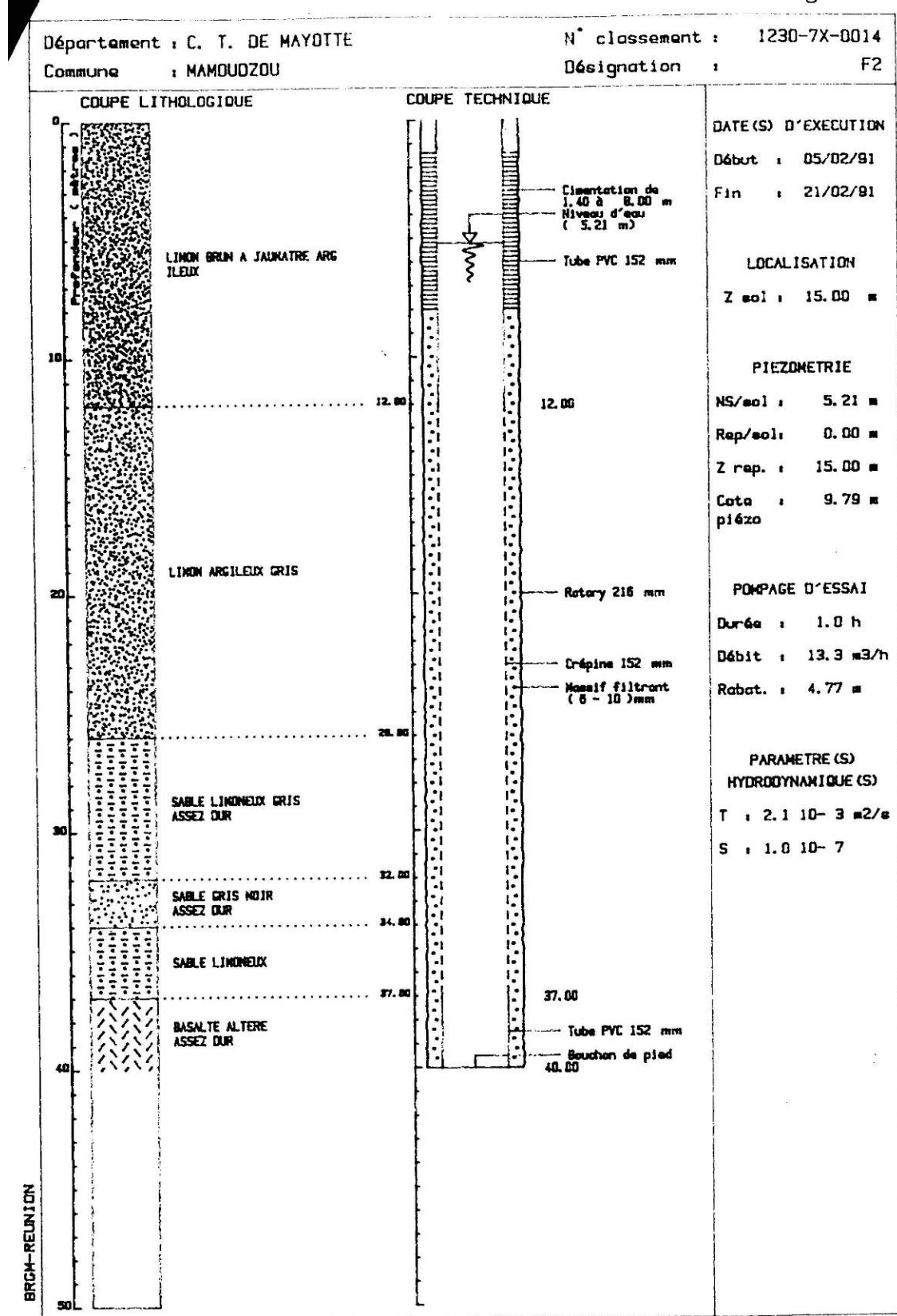
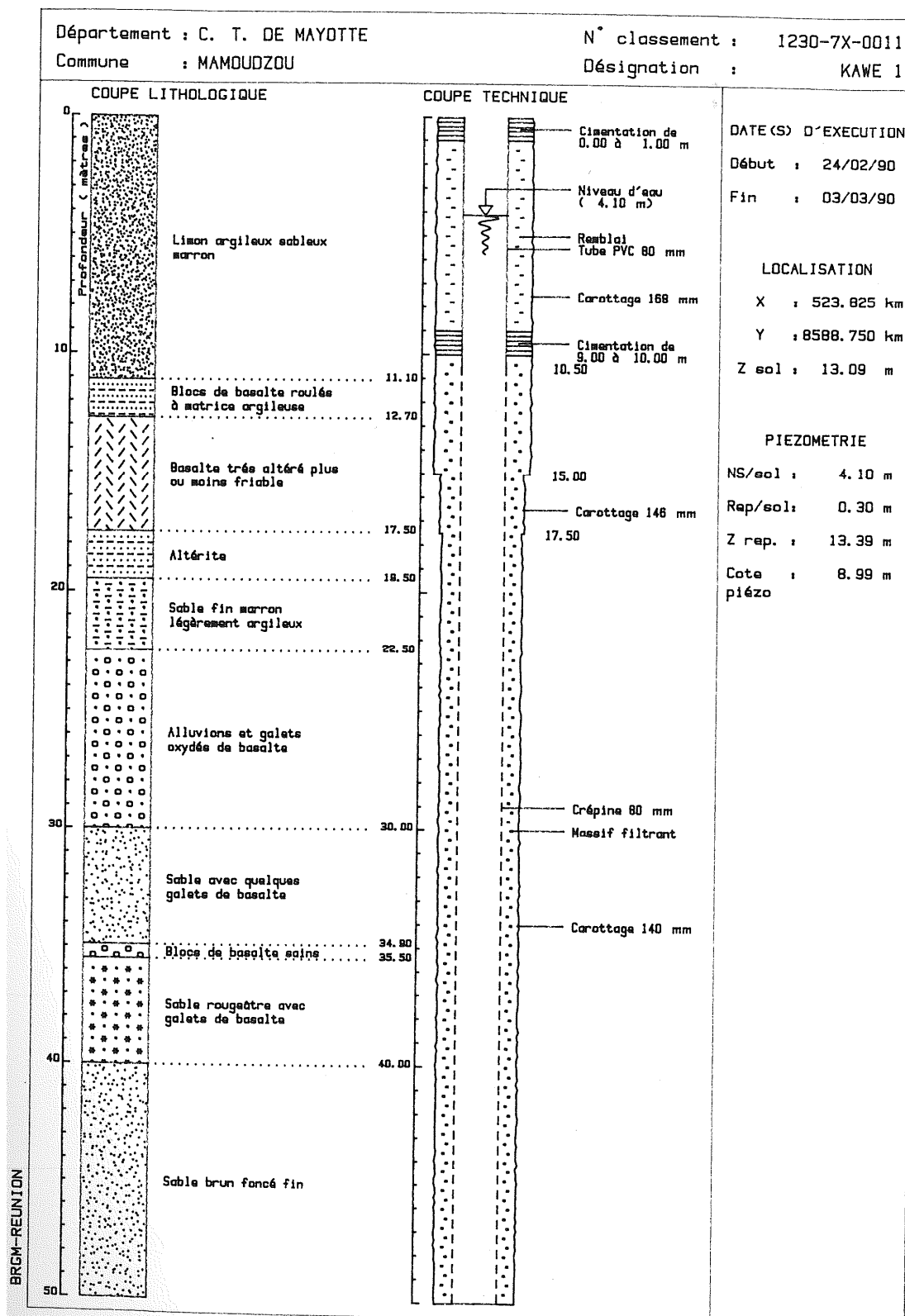
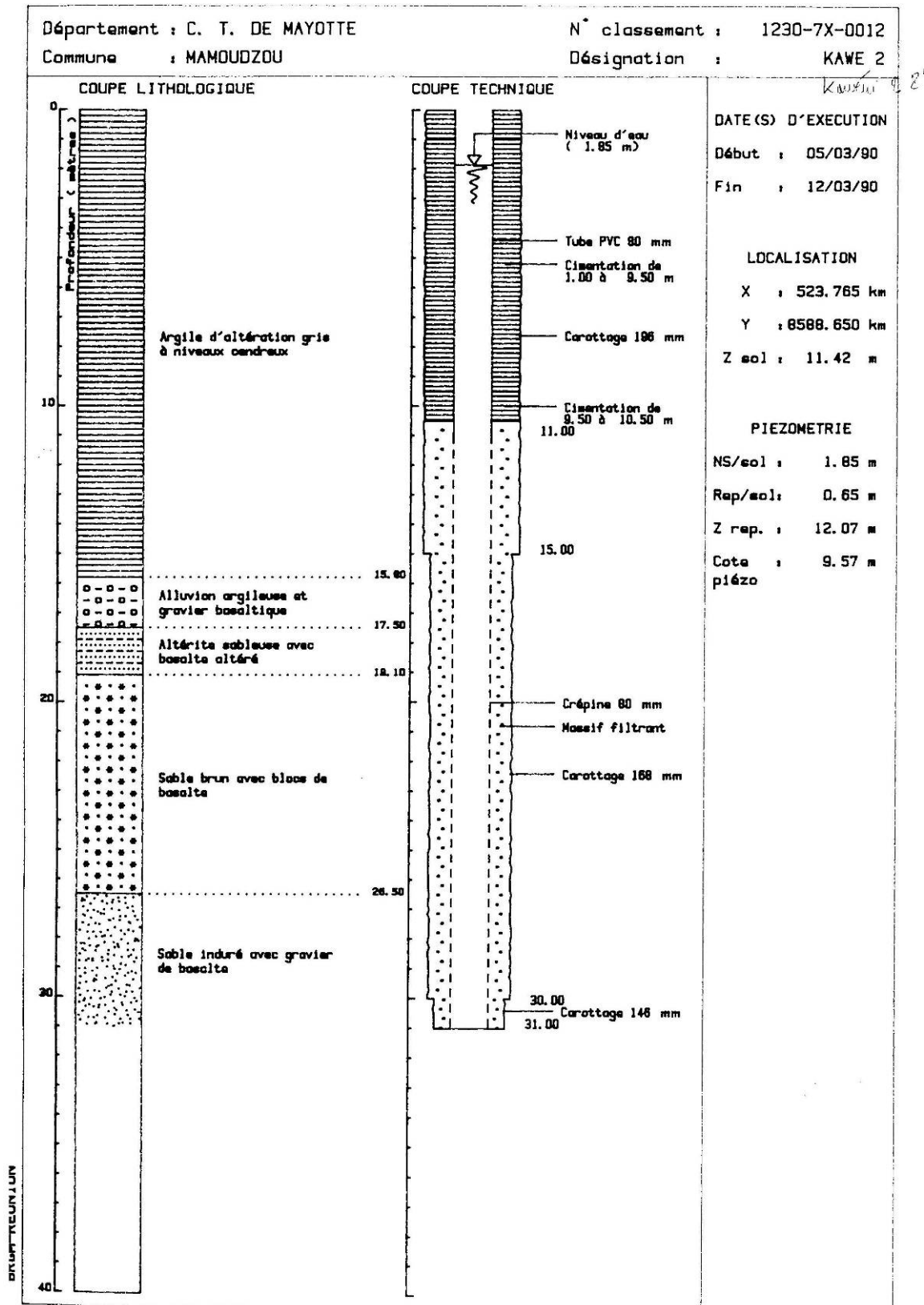


FIGURE 7





Annexe 5

Rapport d'étude de Stratagem074

Pétrographie de 13 lames minces de Mayotte

Etude par Benoit WELSCH, Laboratoire Géosciences Réunion

Pt		Date	Références lames	Roche Type	Phénocristaux & Microphénocristaux	Microlites	Crist. matrice	Altération
01	4	08/07/07	4	Ankaramite	Cpx + Ol	Pl + Op	+	++++
02	12	11/12/07	12	Trachyandésite	Hbl + Lct + Cpx	Pl + Op	++	-
03	35	07/07/07	35	Ankaramite	Cpx + Ol	Pl + Op + Cpx	++	++
04	201	09/07/07	201	Trachybasalte	Cpx + Hbl + Ol	Pl + Op + Ol	+	++
05	241	09/07/07	241	Trachybasalte	Cpx +Hbl + (Ol)	Pl + Op + Ol	+	+
06	279	10/07/07	279	Ankaramite	Cpx + Ol	Pl + Op	+++	++
07	289	10/07/07	289	Mugéarite	(Op + Ne)	Pl + Op + Cpx	+	++
08	435	11/10/07	435	Mugéarite	(Op)	Pl + Op	+	-
09	519	10/07/07	519	Ankaramite	Cpx + Ol	Pl + Op + Cpx	+	++
10	18	13/07/07	BM018	Trachyandésite	Hbl + Cpx	Pl + Op	+	++
11	52	13/08/07	MC52	Ankaramite	Cpx + Ol	Pl + Op	-	-
12	17	04/10/07	MY17	Trachyandésite	Cpx + Hbl + (Ne)	Pl + Op + Cpx	-	-
13	53	05/10/07	MY53	Ankaramite	Cpx + Ol	Pl + Op + Ol	-	++

Figure 1: Synthèse des échantillons préparés

Abréviations

Microscopie - lumière transmise

LPNA : Lumière polarisée non-analysée

LPA : Lumière polarisée analysée

Minéralogie

Op: oxydes métalliques opaques (spinelles Sp, ilménite Ilm, magnétite Mgt, hématite Hem)

Ol: olivine $(\text{Fe, Mg})_2 \text{SiO}_4$

Cpx: clinopyroxène $\text{Ca}(\text{Fe, Mg, Al, Ti}) \text{Si}_2\text{O}_6$

Pl: plagioclase $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 - \text{NaAlSi}_3\text{O}_8$

Hbl : amphibole brune $(\text{Ca, Na, K})_2(\text{Mg, Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_5[\text{Si}_6(\text{Al, Si})_2\text{O}_{22}](\text{OH, F})_2$

Ne : néphéline $(\text{Na, K}) \text{AlSiO}_4$

Lct : leucite KAlSi_2O_6

Cristallographie

Phénocristaux : 5 – 0,5 mm

Microphénocristaux : 500 – 100 μm

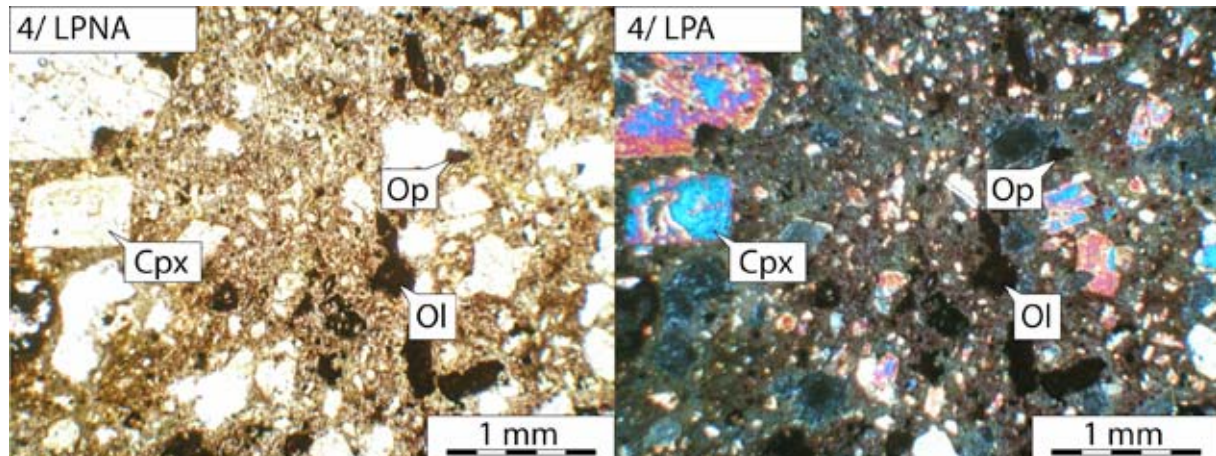
Microlites : < 100 μm

Cristal automorphe : faces externes exprimées

Cristal xénomorphe : grains arrondis et / ou fragmentés

4/ Ankaramite

Section polie



Macroscopie

Roche volcanique basique à texture porphyrique : phénocristaux d'olivine et de clinopyroxène noyés dans une matrice vésiculée et altérée

Microscopie

Phénocristaux :

- Clinopyroxène 5% : automorphes et zonés
- Olivine 1% : automorphes très iddingsitisés avec inclusions d'oxydes

Microphénocristaux :

- Clinopyroxène 20% : automorphes
- Olivine 10% : automorphes très iddingsitisés

Mésostase : microlites de plagioclase + opaques

Texture : porphyrique

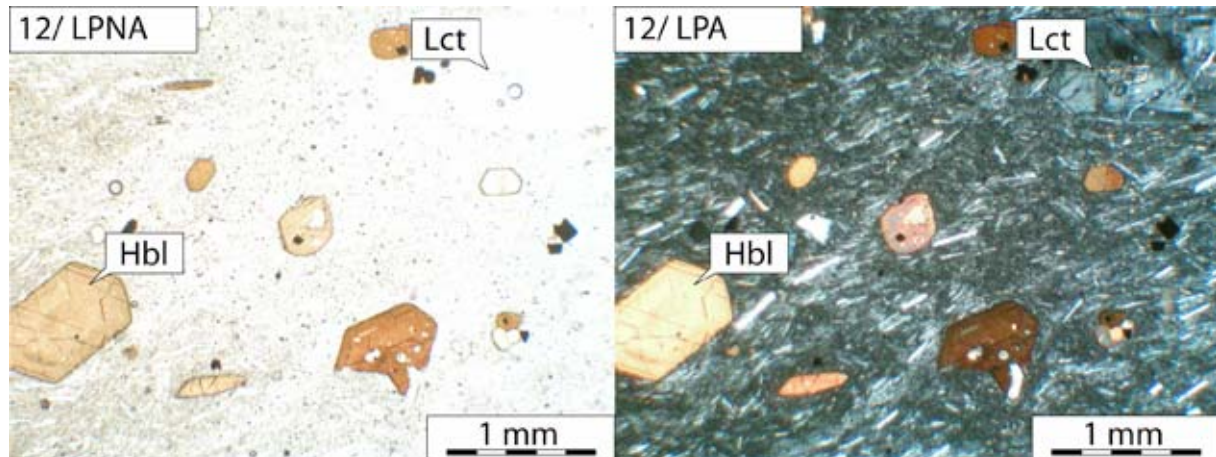
Cristallisation de la matrice : +

Vésiculation / Porosité : Faible

Altération : ++++

12/ Trachyandésite

Section polie



Macroscopie

Roche volcanique intermédiaire à texture porphyrique : phénocristaux d'amphibole et de leucite noyés dans une matrice compacte

Microscopie

Phénocristaux :

- Amphibole 10% : automorphes avec inclusions d'opakes et d'apatite
- Leucite 5% : automorphes
- Clinopyroxène 5% : automorphes, zonés avec inclusions d'oxydes

Microphénocristaux :

- Amphibole 15% : automorphes en aggrégats
- Opaques 5%

Mésostase : microlites de plagioclase + opakes

Texture : porphyrique fluidale

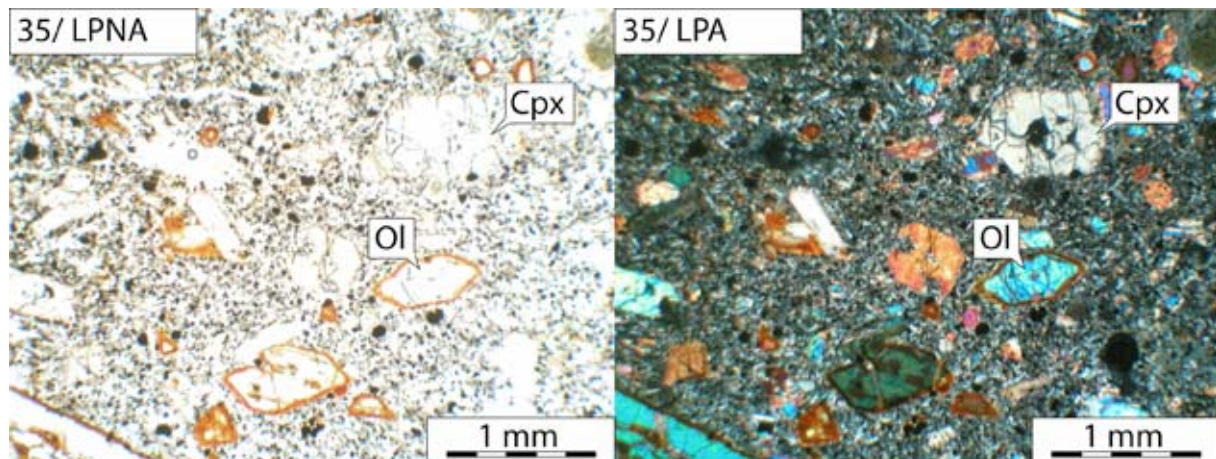
Cristallisation de la matrice : ++

Vésiculation / Porosité : -

Altération : -

35/ Ankaramite

Section polie



Macroscopie

Roche volcanique basique à texture porphyrique : phénocristaux de clinopyroxène et d'olivine noyés dans une matrice vésiculée et altérée

Microscopie

Phénocristaux :

- Clinopyroxène 10% : automorphes, zonés avec inclusions d'oxydes
- Olivine 5% : automorphes avec bordure d'iddingsite

Microphénocristaux :

- Clinopyroxène 10% : automorphes
- Olivine 10% : automorphes avec bordure d'iddingsite

Mésostase : microlites de plagioclase + opaques + clinopyroxène

Texture : porphyrique

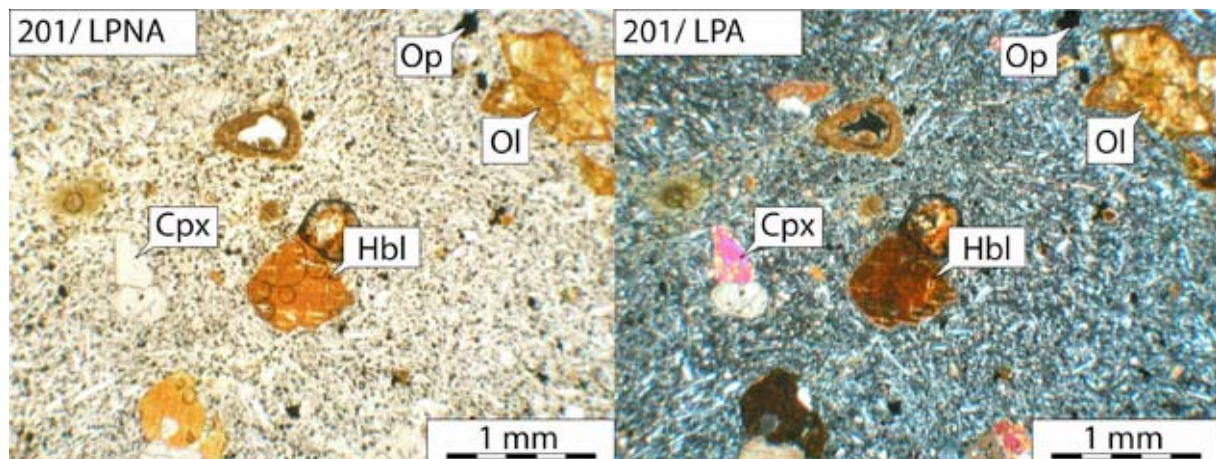
Cristallisation de la matrice : ++

Vésiculation / Porosité : -

Altération : ++

201 / Trachybasalte

Section polie



Macroscopie

Roche volcanique basique à texture porphyrique : phénocristaux de clinopyroxène, d'olivine et d'amphibole noyés dans une matrice vésiculée et altérée

Microscopie

Phénocristaux :

- Clinopyroxène 15% : automorphes zonés, en aggrégats, avec inclusions d'oxydes
- Olivine 5% : automorphes avec bordure d'iddingsite
- Amphibole brune 1% : automorphes à xénomorphes, altérés

Microphénocristaux :

- Clinopyroxène 5% : automorphes en aggrégats
- Opaques 1%

Mésostase : microlites de plagioclase + opaques + olivine

Texture : porphyrique fluidale

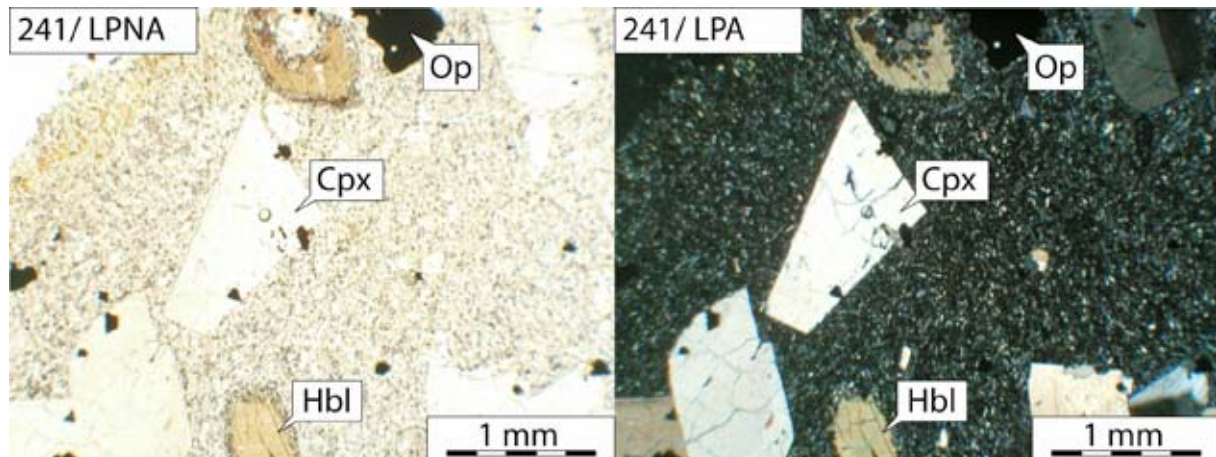
Cristallisation de la matrice : +

Vésiculation / Porosité : ++

Altération : ++

241 / Trachybasalte

Section polie



Macroscopie

Roche volcanique basique à texture porphyrique : phénocristaux de clinopyroxène, d'amphibole et d'olivine noyés dans une matrice peu vésiculée et altérée

Microscopie

Phénocristaux :

- Clinopyroxène 15% : automorphes zonés, en aggrégats, avec inclusions d'oxydes
- Amphibole 10% : baguettes automorphes à xénomorphes avec bordure réactionnelle
- Olivine 1% : automorphes avec bordure d'iddingsite
- Opaques 1% : xénomorphes

Microphénocristaux :

- Clinopyroxène 5% : automorphes
- Amphibole 5% : automorphes avec bordure réactionnelle
- Opaques 5%

Mésostase : microlites de plagioclase + opaques + olivine

Texture : porphyrique fluidale

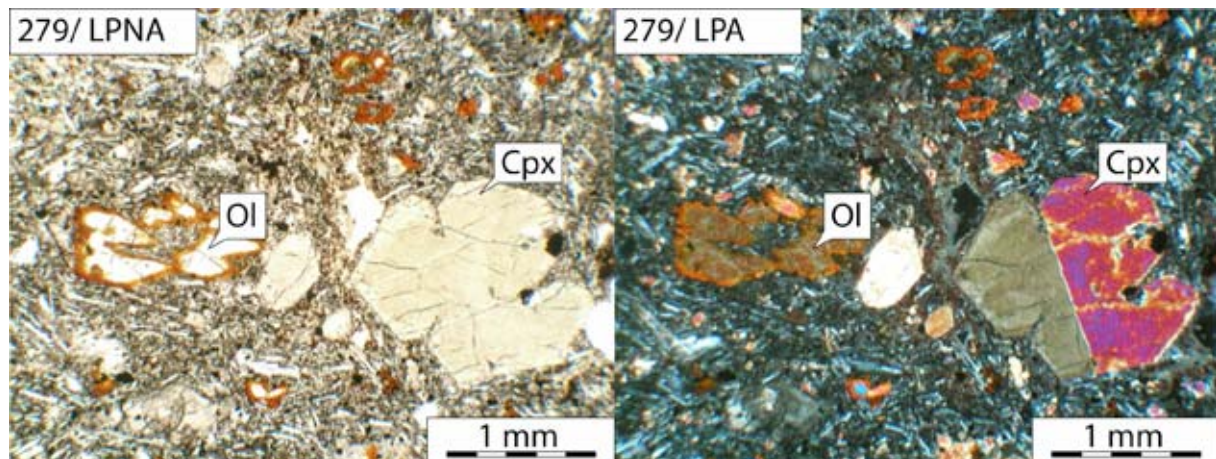
Vésiculation / Porosité : ++

Cristallisation de la matrice : +

Altération : +

279 / Ankaramite

Section polie



Macroscopie

Roche volcanique basique à texture porphyrique : phénocristaux et xénocristaux de clinopyroxène noyés dans une matrice vésiculée et altérée

Microscopie

Phénocristaux :

- Clinopyroxène 10% : automorphes, zonés. Rares fragments wherlitiques
- Olivine 1% : automorphes à xénomorphes avec bordure d'iddingsite

Microphénocristaux :

- Clinopyroxène 15% : automorphes
- Olivine 10% : automorphes avec bordure d'iddingsite
- Opaques 1%

Mésostase : microlites de plagioclase + opaques

Texture : porphyrique

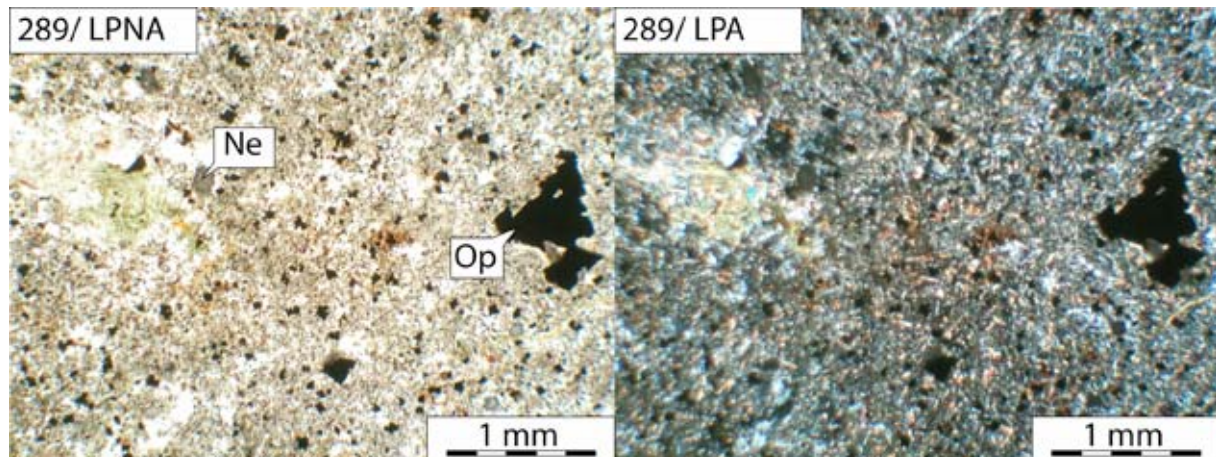
Cristallisation de la matrice : +++

Vésiculation / Porosité : ++

Altération : ++

289 / Mugéarite

Section polie



Macroscopie

Roche volcanique basique à texture microlitique : matrice finement cristallisée, vésiculée et altérée contenant quelques phénocristaux opaques

Microscopie

Phénocristaux :

- Opaques 5% : automorphes voire dendritiques

Microphénocristaux :

- Néphéline 5% : automorphes et altérés
- Plagioclase 5% : automorphes
- Opaques 1%

Mésostase : microlites de plagioclase + opaques + clinopyroxène

Texture : microlitique

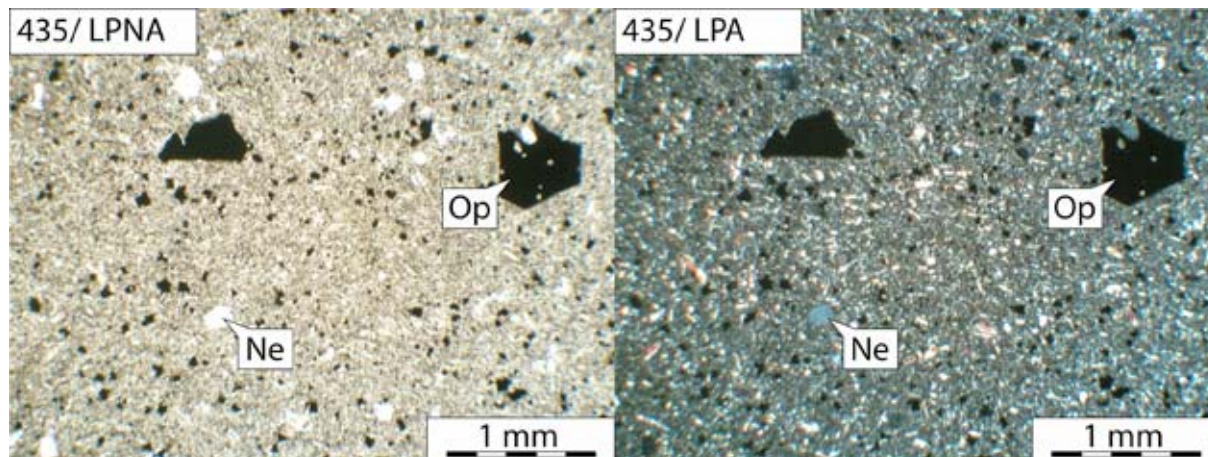
Cristallisation de la matrice : +

Vésiculation / Porosité : +

Altération : ++

435 / Mugéarite

Section polie



Macroscopie

Roche volcanique basique à texture microlitique : matrice finement cristallisée contenant quelques phénocristaux opaques

Microscopie

Phénocristaux :

- Opaques 5% : automorphes voire dendritiques

Microphénocristaux :

- Opaques 1%

Mésostase : microlites de plagioclase + opaques + clinopyroxène

Texture : microlitique

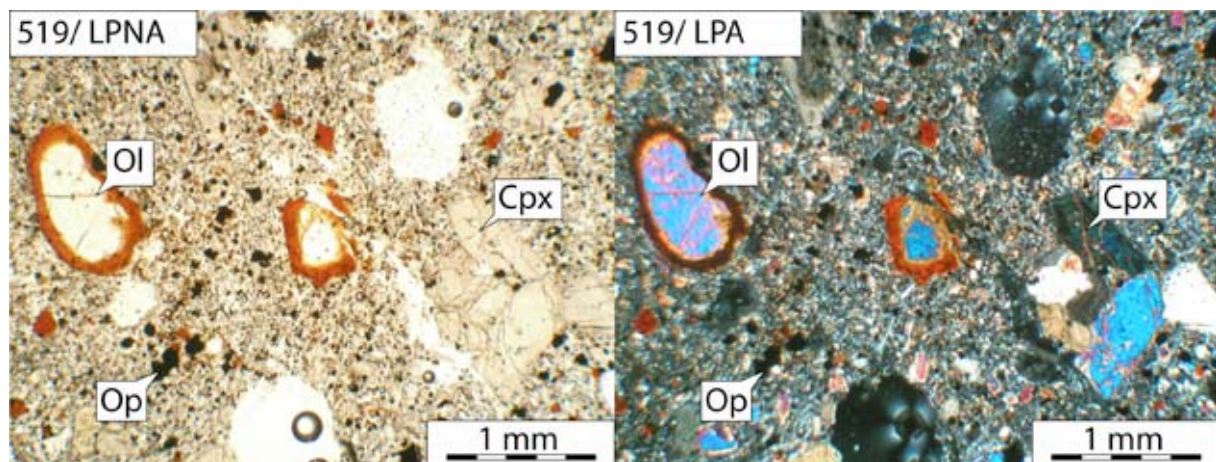
Cristallisation de la matrice : +

Vésiculation / Porosité : ++

Altération : -

519 / Ankaramite

Section polie



Macroscopie

Roche volcanique basique à texture porphyrique : phénocristaux de clinopyroxène et d'olivine noyés dans une matrice vésiculée et altérée

Microscopie

Phénocristaux :

- Clinopyroxène 10% : automorphes, zonés, en aggrégats avec inclusions d'opaques
- Olivine 10% : xénomorphes avec bordure d'iddingsite

Microphénocristaux :

- Clinopyroxène 15% : automorphes
- Olivine 10% : xénomorphes avec bordure d'iddingsite
- Opaques 5% : automorphes squelettiques à dendritiques

Mésostase : microlites de plagioclase + opaques + clinopyroxène

Texture : porphyrique

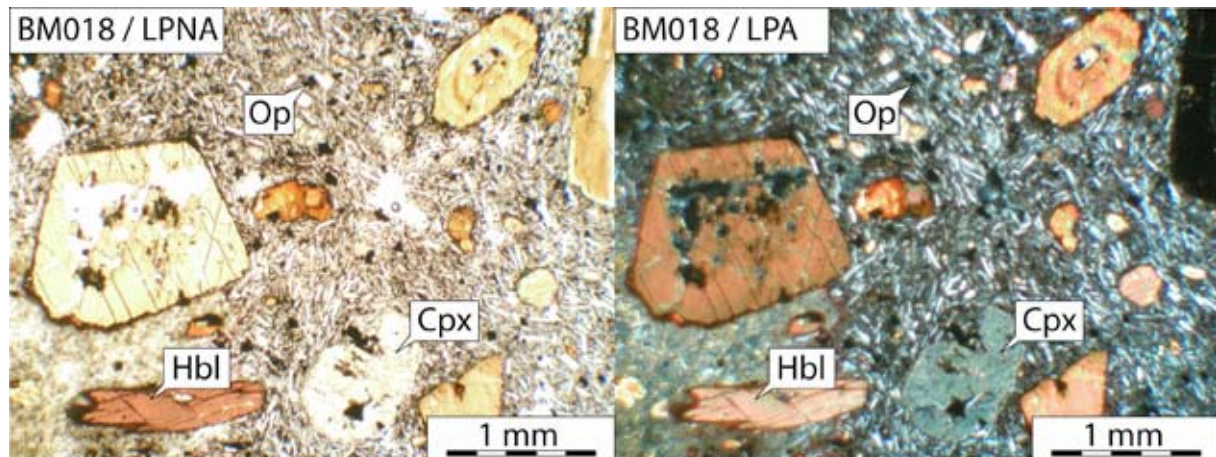
Cristallisation de la matrice : +

Vésiculation / Porosité : ++

Altération : ++

BM018 / Trachyandésite

Section polie



Macroscopie

Roche volcanique intermédiaire à texture porphyrique : phénocristaux d'amphibole et de clinopyroxène noyés dans une matrice vésiculée et altérée

Microscopie

Phénocristaux :

- Amphibole brune 10% : automorphes avec bordure réactionnelle, inclusions d'opakes et d'apatite
- Clinopyroxène 5% : automorphes avec inclusions d'opakes

Microphénocristaux :

- Clinopyroxène 10% : automorphes
- Amphibole brune 10% : automorphes avec bordure réactionnelle
- Opakes 5% : automorphes

Mésostase : microlites de plagioclase + opakes

Texture : porphyrique

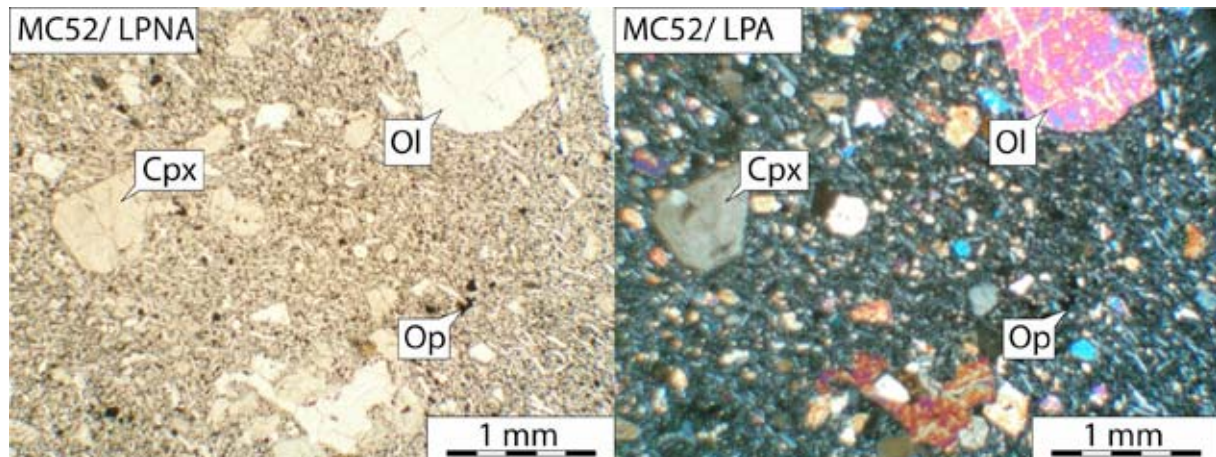
Cristallisation de la matrice : +

Vésiculation / Porosité : ++

Altération : ++

MC52 / Ankaramite

Section polie



Macroscopie

Roche volcanique basique à texture porphyrique : xénocristaux centimétriques de clinopyroxène, phénocristaux de clinopyroxène et d'olivine noyés dans une matrice saine peu vésiculée

Microscopie

Phénocristaux :

- Clinopyroxène 15% : automorphes, zonés avec inclusions d'opaques. Fragments wehrlitiques xénomorphes
- Olivine 5% : automorphes, immaculés

Microphénocristaux :

- Clinopyroxène 10% : automorphes
- Olivine 5% : automorphes, immaculés
- Opaques 5% : automorphes dendritiques

Mésostase : microlites de plagioclase + opaques + clinopyroxène

Texture : porphyrique

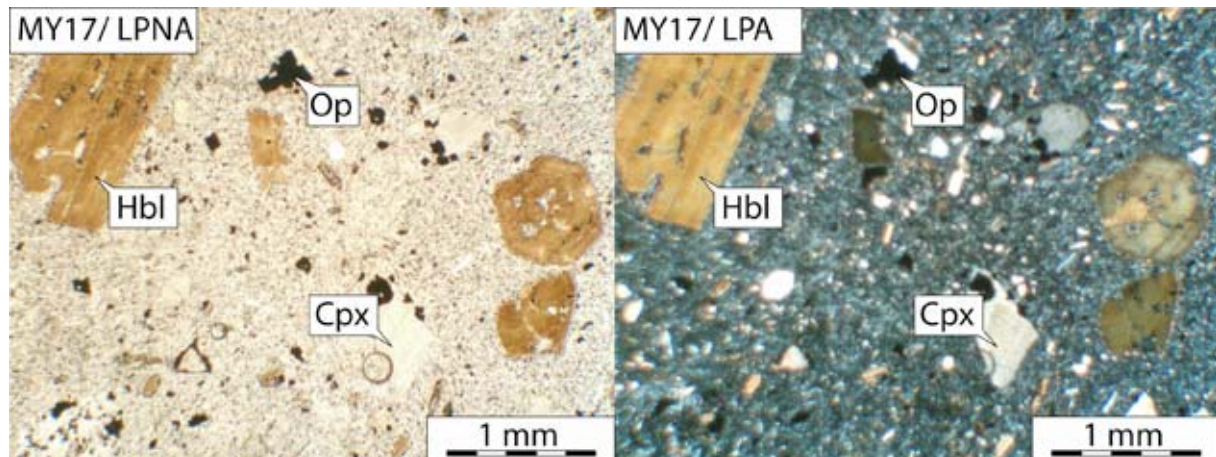
Cristallisation de la matrice : -

Vésiculation / Porosité : -

Altération : -

MY17 / Trachyandésite

Section polie



Macroscopie

Roche volcanique intermédiaire à texture porphyrique : phénocristaux de clinopyroxène, d'amphibole brune et de néphéline noyés dans une matrice saine peu vésiculée

Microscopie

Phénocristaux :

- Amphibole brune 10% : automorphes avec bordure réactionnelle et inclusions d'opaques
- Clinopyroxène 5% : automorphes, zonés avec inclusions d'opaques

Microphénocristaux :

- Clinopyroxène 5% : automorphes
- Néphéline 5% : automorphes et altérés
- Opaques 5% : automorphes dendritiques

Mésostase : microlites de plagioclase + opaques + clinopyroxène

Texture : porphyrique

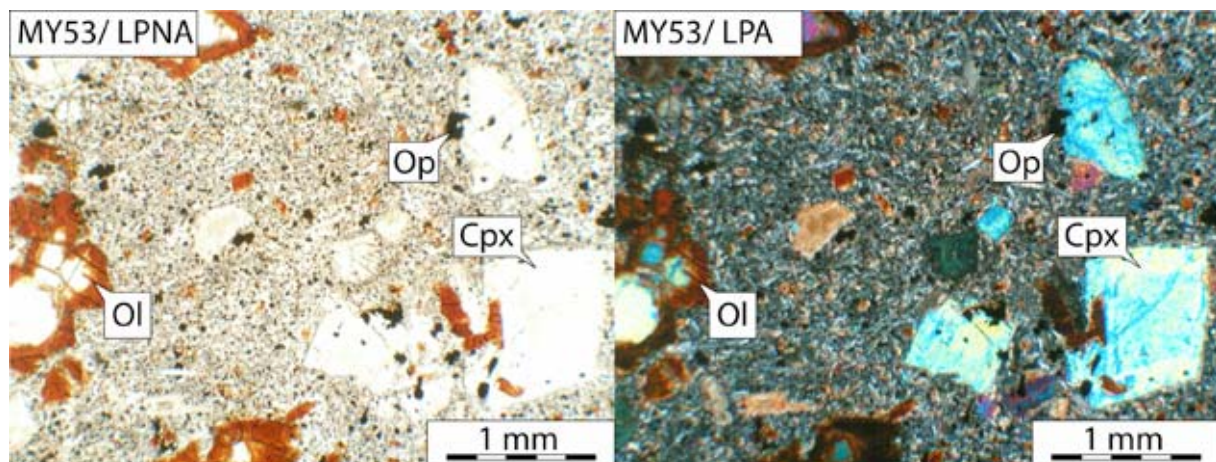
Cristallisation de la matrice : -

Vésiculation / Porosité : -

Altération : -

MY53 / Ankaramite

Section polie



Macroscopie

Roche volcanique basique à texture porphyrique : phénocristaux de clinopyroxène et d'olivine noyés dans une matrice altérée, peu vésiculée et fracturée

Microscopie

Phénocristaux :

- Clinopyroxène 15% : automorphes, zonés avec inclusions d'opaques
- Olivine 10% : automorphes à xénomorphes avec bordure d'iddingsite

Microphénocristaux :

- Clinopyroxène 10% : automorphes
- Olivine 10% : automorphes et iddingsitisés
- Opaques 5%

Mésostase : microlites de plagioclase + opaques + olivine

Texture : porphyrique

Cristallisation de la matrice : -

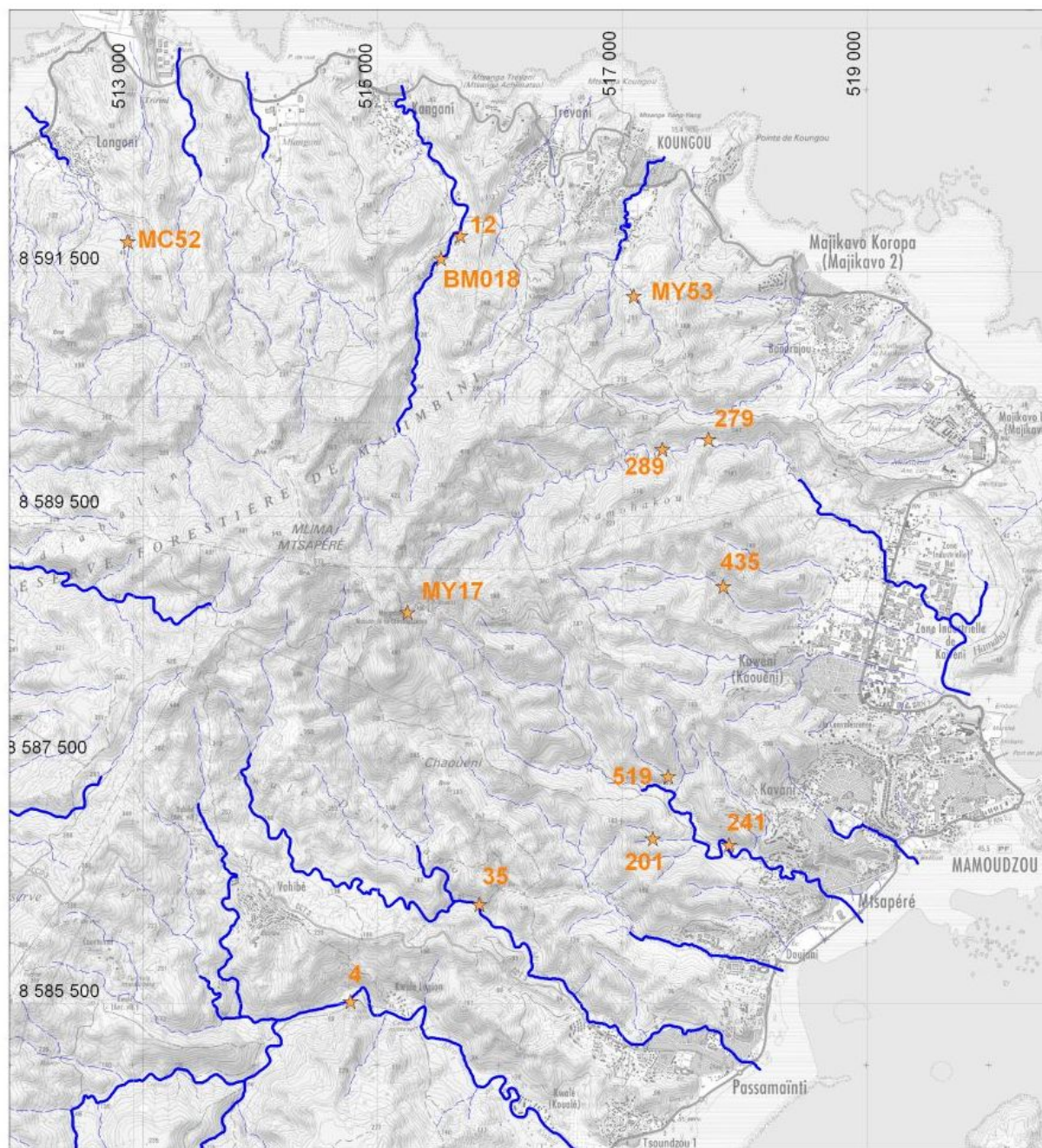
Vésiculation / Porosité : +

Altération : ++

Annexe 6

Localisations géographiques des lames minces

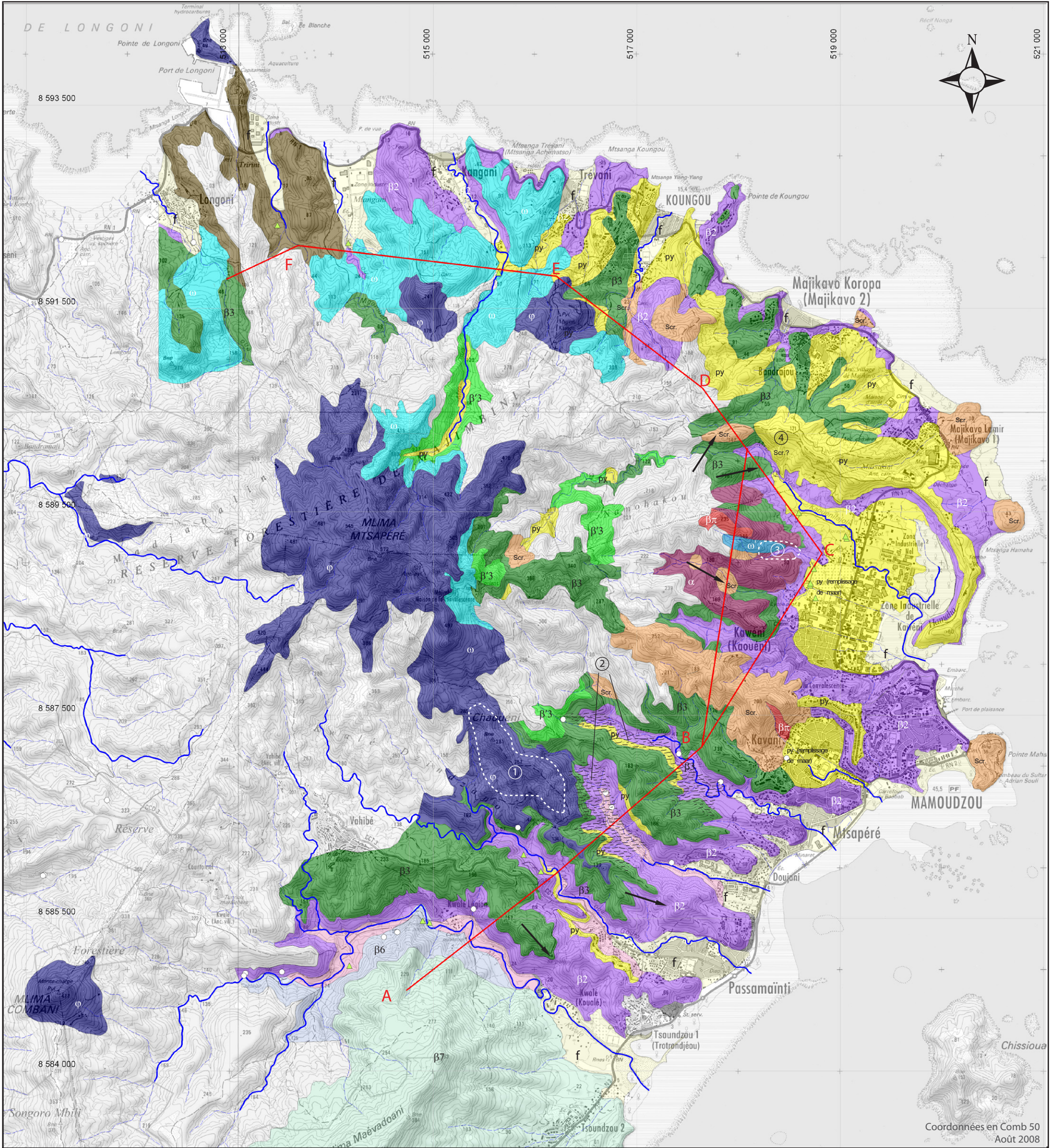
Synthèse hydrogéologique du Nord-Est de Mayotte. Caractérisation des masses d'eau souterraine des secteurs de Petite Terre et de Tsoundzou-Koungou



Annexe 7

Carte lithologique interprétative du massif du M'Tsapéré

Carte lithologique interprétative du massif du M'Tsapéré



LEGENDE

Sources

Traits de coupe

Forages

Sens des coulées

Formations récentes

f Formations alluvionnaires, plages et mangroves actuelles

Formations présentes au sein des différentes unités géologiques

Brèches

py Pyroclastites interstratifiées, localement mélangées à des cendres, des ponces et des brèches - remplissage volcano sédimentaire tardif (maar de Kawéni, etc)

Cendres et ponces

Scr. Cônes et projections scoriacées

Edifice volcanique du M'Tsapéré

βπ basaltes récents (faciès Ankaramite)

φ Phonolite

ω Téphrite (faciès Mugéarite)

ω Téphrite phonolitique à néphéline

α Trachyandésite du M'Tsapéré

β'3 Basalte à pyroxène β'3

β3 Basalte mésocrate à olivine, pyroxène et amphibole du M'Tsapéré (β3)

β2 Basalte à phénocristaux de pyroxène du M'Tsapéré (β2)

Edifice volcanique du Maévadoani

β7 Trachybasalte du Maévadoani

β6 Basalte mésocrate à olivine, pyroxène et amphibole du Maévadoani (β6)

Substratum altéré (probablement commun à l'édifice volcanique du M'Tsapéré et du Maévadoani)

① Mise en place de la phonolite par intrusion dans les unités volcaniques sous-jacentes. Ces intrusions favorisent l'altération des formations par hydrothermalisation

② Les formations de fond de vallée sont très altérées (le substratum en particulier mais aussi les unités de β2 à l'affleurement, altération météorique)

③ Altération du fond de vallée par hydrothermalisation

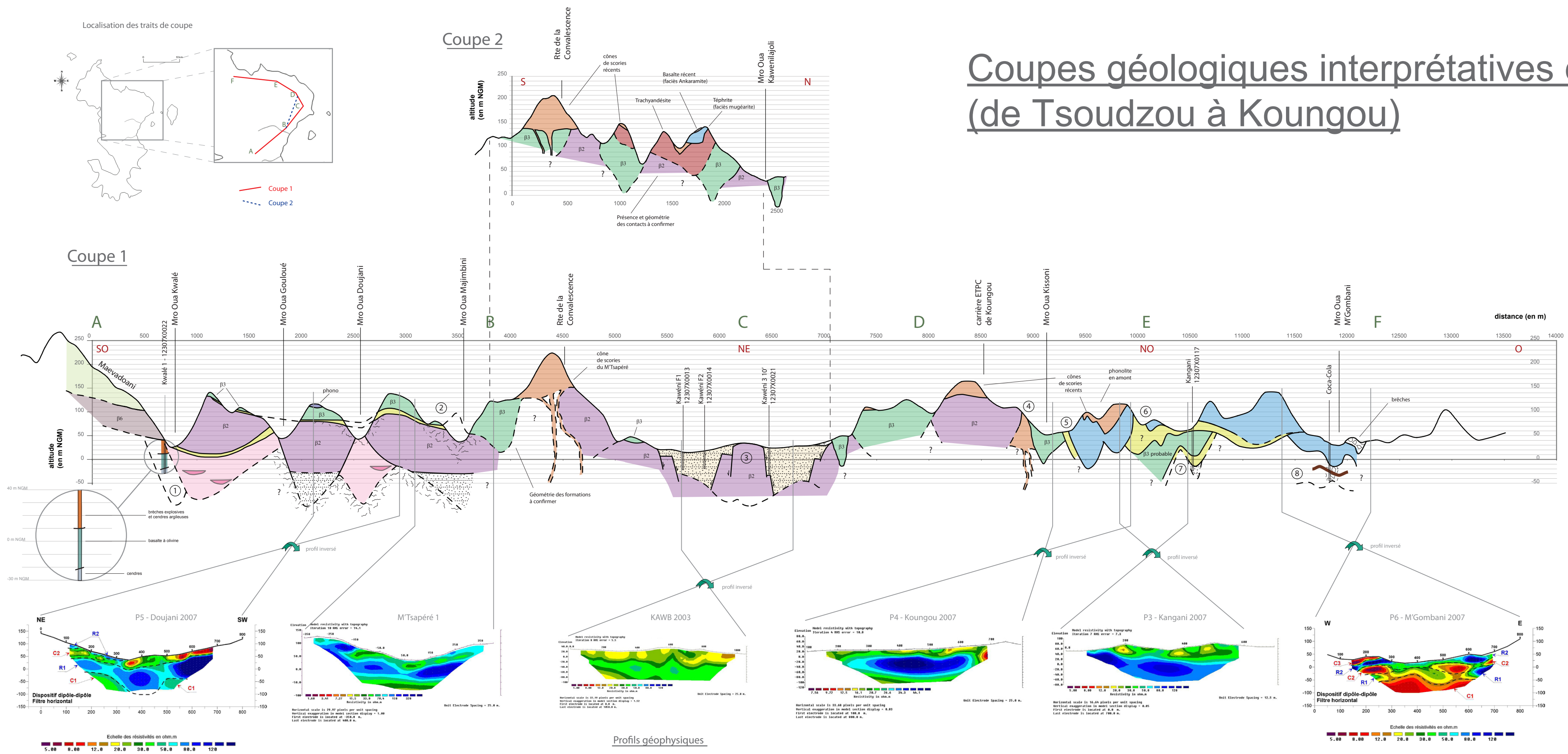
④ les formations de pyroclastites sont mélangées à des scories

Géosciences pour une Terre durable

Annexe 8

Coupes géologiques interprétatives du massif du M'Tsapéré

Coupes géologiques interprétatives du massif du M'Tsapéré (de Tsoudzou à Koungou)



Légende

Formations récentes

- Remplissage volcano sédimentaire tardif (sables, alluvions...), maar de Kawéni principalement.

Formations présentes au sein des différentes unités géologiques

- Cônes et projections scoriacées
- Brèches polygéniques
- Phonolite
- Téphrite phonolitique à néphéline
- Trachyandésite
- Basalte mésocrate à olivine, pyroxène et amphibole du M'Tsapéré (β3)
- Pyroclastites interstratifiées (localement mélangées à des cendres, des ponces et des brèches). Ces formations ne constituent pas un niveau repère.
- Basalte à phénocristaux de pyroxène (β2)
- Remplissage volcano sédimentaire de pyroclastites et alluvions des paléovalées (à confirmer)
- Substratum altéré du M'Tsapéré (et probablement aussi du Maévadoani), faciès très argileux de laves altérées, cendres et pyroclastites

Edifice volcanique du Maévadoani

- Trachybasalte
- Basalte mésocrate à olivine, pyroxène et amphibole du Maévadoani (β6)
- Brèches, cendres et projections scoriacées
- Basalte à olivine du Maévadoani
- Cendres

Formations reconnues uniquement dans le forage de Kwalé 1

REMARQUES:

Les informations des forages et des profils géophysiques ont servi à l'établissement des coupes. Certaines informations ont été légèrement déplacées afin d'être correctement projetées sur la coupe.

Les alluvions récentes n'ont pas été figurées sur la carte en raison de leurs faibles épaisseurs.

- Limites géologiques reconnues
- Limites géologiques supposées
- Lacune d'informations géologiques
- Coulées distinctes de faible épaisseur et/ou extension
- Faciès altéré
- Niveaux argileux épais

- Les unités reconnues par le forage de Kwalé 1 et considérées comme appartenant à l'édifice volcanique du Maévadoani en rive droite du Mro Oua Kwalé marquent la limite avec l'édifice du M'Tsapéré. La présence de la paléovalée sous le forage est à confirmer.
- Il est possible que les coulées de basalte 3 soient plus incisées que les profils illustrés ici. Il s'agit probablement de coulées distinctes les unes des autres, mises en place de manière polyphasée.
- L'unité de basalte remonte par effet de coupe en raison de la proximité du relief de bordure du maar.
- Le substratum local (ancien cône de scories) comprend des pyroclastites (s.s.), des projections scoriacées et des coulées de lave altérée interstratifiées.
- Les basaltes β3 sont antérieurs à la mise en place des téphrites et de fait érodés par ces dernières.
- L'épaisseur relativement importante des formations de pyroclastites n'est pas confirmée.
- La nature du basalte en profondeur n'est pas identifiée mais est probablement de type β3.
- La nature des formations sous-jacentes n'est pas confirmée. La présence d'une épaisseur importante de brèches polygéniques antérieures à la formation des téphrites peut néanmoins être avancée. Cependant, la présence probable d'eau saumâtre dans les formations géologiques profondes rend l'interprétation des profils géophysiques délicate.





Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemain
BP 6009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

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