

Prospections hydrogéologiques sur les bassins versants de Grande-Anse, Lostau et Nogent (Basse-Terre, Guadeloupe)

Rapport intermédiaire

BRGM/RP-61678-FR
novembre 2012

Étude réalisée dans le cadre du projet
de Service Public du BRGM 2011-EAU-K31

L. Ducreux, B. Seux, A. Dumon, B. Mougin, J. Picot, N. Coppo et B. François

Vérificateur :

Nom : L. Arnaud

Date : 21/12/2012

Signature :

Approbateur :

Nom : J-M. Mompelat

Date : 31/01/2013

Signature :

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

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



Mots-clés : aquifère, eau souterraine, géophysique, hydrogéologie, milieu fracturé, profil géophysique, reconnaissance, roche volcanique, milieu fissuré, bassin versant, nappe eau, ressource eau, panneau électrique, Basse-Terre, Grande-Anse, Grand-Fond, Moscou, Lostau, Nogent, Trois-Rivières, Bouillante, Sainte-Rose, Guadeloupe, DOM.

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

L. Ducreux, B. Seux, A. Dumon, B. Mougin, J. Picot, N. Coppo et B. François (2012) – Prospections hydrogéologiques sur les bassins versants de Grande-Anse, Lostau et Nogent (Basse-Terre, Guadeloupe). Rapport intermédiaire. BRGM/RP-61678-FR, 155 pages, 64 illustrations, 3 annexes.

Synthèse

L'approvisionnement en eau potable en Guadeloupe est en très grande partie issu de prises d'eau en rivières qui sont vulnérables à la contamination chimique et bactériologique, et aux risques naturels (glissements de terrain, phénomènes climatiques violents, séismes et éruptions volcaniques). De plus, la production actuelle est insuffisante pour soutenir l'alimentation en période de sécheresse, comme il a été à nouveau constaté lors du carême sévère de l'année 2010.

Ce constat a amené les acteurs de l'eau (Région Guadeloupe et Office de l'Eau Guadeloupe) à engager des travaux en vue d'augmenter et de diversifier les ressources en eau potable par l'exploitation des eaux souterraines (moins vulnérables aux variations climatiques et aux aléas naturels, et de meilleure qualité).

Il a ainsi été confié au BRGM la conduite d'un programme de reconnaissance des eaux souterraines sur la Basse-Terre de la Guadeloupe.

Le présent rapport rend compte des prospections hydrogéologiques ciblées sur 3 bassins versants de la Basse-Terre (Grande-Anse, Lostau et Nogent) selon la méthodologie suivante : reconnaissances géologiques et hydrogéologiques de terrain, investigations géophysiques par panneaux électriques en vue de l'implantation de forages de reconnaissance.

En raison de la problématique récurrente de l'alimentation en eau sur la commune de Bouillante, des reconnaissances sur le BV de Lostau avaient été mises en œuvre au dépend de celui de Petite-Plaine (commune de Pointe-Noire) initialement ciblé.

Les reconnaissances géologiques et hydrogéologiques menées en février-mars 2012 ainsi que les 12 panneaux électriques réalisés en mai-juin 2012 (4 par bassin versant) ont permis de préciser la géométrie des formations volcaniques potentiellement aquifères.

12 secteurs favorables à l'implantation d'un forage de reconnaissance (4 par bassin versant) ont été proposés avec des profondeurs prévisibles comprises entre 40 et 90 m selon l'aquifère visé.

En concertation avec la Région Guadeloupe et l'Office de l'Eau Guadeloupe, les propositions d'implantation pourront être ajustées en fonction des éléments de réponse apportés par le(s) premier(s) forages de reconnaissance (logs géologiques, venues d'eau, rôle des failles...). Il est rappelé que les Syndicats d'eau concernés prévoient la réalisation d'au moins 2 ouvrages de reconnaissance par bassin versant.

L'objectif général de cette étude est d'une part, d'initier les prospections sur la Basse-Terre en vue d'acquérir des connaissances sur le fonctionnement hydrogéologique des aquifères volcaniques, et d'autre part de répondre dans l'urgence aux problématiques chroniques de manque d'eau de la Côte-Sous-le-Vent en carême, de la contamination bactériologique du Nord Basse-Terre liée à une forte turbidité des eaux de surface lors d'événements pluvieux intenses, et de la contamination aux organochlorés du Sud Basse-Terre.

Les besoins en eau potable sur la commune de Pointe-Noire sont tels que des prospections hydrogéologiques supplémentaires doivent être mises en œuvre, toujours dans l'objectif de répondre dans l'urgence aux problématiques chroniques de manque d'eau de la Côte-Sous-le-Vent en carême.

Sommaire

1. Contexte et objectifs de l'étude	11
2. Choix des bassins versants stratégiques	13
3. Déroulement chronologique de l'étude	17
4. Phase 1 : reconnaissances géologiques et hydrogéologiques	19
4.1. METHODOLOGIE SUIVIE POUR LES RECONNAISSANCES ET DATES DES RECONNAISSANCES DE TERRAIN.....	19
4.2. RECONNAISSANCES SUR LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE DE GRANDE ANSE	19
4.2.1. Localisation.....	19
4.2.2. Contexte géologique	20
4.2.3. Reconnaissances hydrogéologiques.....	23
4.2.4. Sélection des sites pour la réalisation des panneaux électriques	31
4.3. RECONNAISSANCES SUR LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE DE LOSTAU 34	34
4.3.1. Localisation.....	34
4.3.2. Contexte géologique	34
4.3.3. Reconnaissances géologiques.....	39
4.3.4. Reconnaissances hydrogéologiques.....	45
4.3.5. Sélection de sites pour la réalisation des panneaux électriques.....	51
4.4. RECONNAISSANCES SUR LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE DE NOGENT 53	53
4.4.1. Localisation.....	53
4.4.2. Contexte géologique	53
4.4.3. Reconnaissances géologiques.....	57
4.4.4. Reconnaissances hydrogéologiques.....	65
4.4.5. Sélection de sites pour la réalisation des panneaux électriques.....	71
5. Phase 2 : prospections géophysiques	73
5.1. ACQUISITIONS GEOPHYSIQUES.....	73
5.1.1. Objectifs.....	73
5.1.2. Equipement.....	74
5.1.3. Localisation des secteurs investigués	75
5.1.4. Configuration d'acquisition des panneaux électriques.....	80
5.1.5. Inversion des pseudosections	81
5.2. RESULTATS ET INTERPRETATION	82

5.2.1. Secteur 1 : Grand Fond / Moscou	84
5.2.2. Secteur 2 : Lostau aval et amont.....	92
5.2.3. Secteur 3 : Nogent aval et amont.....	100
5.3. COMMENTAIRES SUR LA PROPOSITION D'EMPLACEMENT DE FORAGES	107
6. Proposition d'implantation de forages de reconnaissance.....	109
6.1. BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE DE GRANDE ANSE	109
6.1.1. Secteur de Grand Fond	109
6.1.2. Secteur de Moscou	112
6.2. BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE DE LOSTAU.....	113
6.2.1. Secteur de Lostau aval	113
6.2.2. Secteur de Lostau amont	115
6.3. BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE DE NOGENT.....	116
6.3.1. Secteur de Nogent aval	116
6.3.2. Secteur de Nogent amont	118
6.4. HIERARCHISATION DES SITES D'IMPLANTATION PAR BASSIN VERSANT	119
7. Conclusion.....	121
8. Bibliographie	123

Liste des illustrations

Illustration 1 : (a) carte simplifiée des potentialités hydrogéologique ; (b) et carte des valeurs IDPR à l'échelle de la Basse-Terre sur lesquelles sont localisées les bassins versants modélisés dans l'étude BRGM/RP-56821-FR (A. Dumon et al. 2009)	14
Illustration 2 - Localisation des trois bassins versants étudiés.....	15
Illustration 3 - Localisation du bassin versant de la rivière Grande Anse sur fond de carte IGN à 1/25 000 (4605 GT) ; le point jaune correspond à l'ancienne station hydrométrique de l'ORSTOM.....	21
Illustration 4 - Localisation du bassin versant de la rivière Grande Anse sur fond de carte géologique du Massif de la Soufrière à 1/20 000 (Boudon et al., 1988).....	22
Illustration 5 - Principales caractéristiques des 12 sources répertoriées en BSS (les débits sont des valeurs totales instannées, NC=non connu)	23
Illustration 6 - Localisation des 12 sources (losanges bleus) et des forage/sondages (losanges rouges) répertoriés en BSS sur fond de carte géologique du Massif de la Soufrière à 1/20 000 (Boudon et al., 1988).....	24
Illustration 7 - Localisation des points de mesures physico-chimiques in situ de janvier 2009 (en jaune) et des panneaux électriques d'octobre 2010 (en rouge) au niveau du bassin versant de la rivière Grande Anse sur fond de carte IGN à 1/25 000 (4605 GT)	26
Illustration 8 - Localisation des points de mesures in situ de février 2012 (en jaune) et des panneaux électriques réalisés en mai 2012 (en rouge) sur le bassin versant de la rivière Grande Anse sur fond de carte IGN au 1/25 000ème (4605 GT).....	28
Illustration 9 - Mesures physico-chimiques in situ de février 2012 sur le bassin versant de la rivière Grande Anse	29
Illustration 10 - Localisation des panneaux électriques réalisés en mai 2012 sur le bassin versant de Grande-Anse sur fond de carte géologique du Massif de la Soufrière à 1/20 000 (Boudon et al., 1988).....	33
Illustration 11 - Localisation du bassin versant de la rivière Lostau sur fond de carte IGN à 1/25 000 (4605 GT)	35
Illustration 12 - Localisation du bassin versant de la rivière Lostau sur fond de carte géologique de la Basse-Terre au 1/50 000 (Reynal de Saint-Michel et al., 1966)	36
Illustration 13 - Localisation du bassin versant de la rivière Lostau sur fond de carte géologique réalisée en 1986 (Deshons, 1986)	37
Illustration 14 - Cœur de coulée et semelle scoriacée de lave massive (position GPS n°133).....	40
Illustration 15 - Dépôt cendreux (position GPS n°143)	40
Illustration 16 - Cœur de coulée et semelle scoriacée de lave massive (position GPS n°155).....	41
Illustration 17 - Brèche pyroclastique (position GPS n°211)	41
Illustration 18 - Brèche pyroclastique (position GPS n°219)	42
Illustration 19 - Carte des affleurements et failles repérés sur le bassin versant de la rivière Lostau	43
Illustration 20 - Carte géologique levée lors de la campagne de reconnaissance du bassin versant de la rivière Lostau en mars 2012	44
Illustration 21 - Localisation des points de mesures physico-chimiques in situ (jaune) et des panneaux électriques réalisés en mai 2012 (en rouge) au niveau du bassin versant de la rivière Lostau sur fond de carte IGN au 1/25 000ème (4605 GT).....	48
Illustration 22 - Mesures physico-chimiques in situ de mars 2012 sur le bassin versant de la rivière Lostau	49

Illustration 23 - Localisation des panneaux électriques (en rouge) réalisés en mai 2012 sur le bassin de la rivière Lostau (fond de carte géologique Deshons 1986).....	52
Illustration 24 - Localisation du bassin versant de la rivière Nogent sur fond de carte IGN à 1/25 000 (4602 GT)	54
Illustration 25 - Localisation du bassin versant de la rivière Nogent sur fond de carte géologique de la Basse-Terre au 1/50 000 (Reynal de Saint-Michel et al, 1966)	55
Illustration 26 - Localisation du bassin versant de la rivière Nogent sur fond de carte géologique du Nord-Est de la Basse-Terre (Paulin C. et al, 1983).....	56
Illustration 27 – Vue générale de la ravine et des affleurements de la partie supérieure du profil d’altération au fond de la ravine Nogent juste à l’aval du Morne Mazeau (position GPS n°232)	58
Illustration 28 – Blocs de lave andésitique aphyrique reposant sur le faciès de la partie supérieure du profil d’altération (position GPS n°236)	58
Illustration 29 – Chaos de blocs de lave andésitique aphyrique (position GPS n°254)	59
Illustration 30 – Filon hydrothermal (position GPS n°250)	59
Illustration 31 – Lave andésitique aphyrique massive très diaclasée (position GPS n°259)	60
Illustration 32 – Échantillon de lave andésitique porphyrique (position GPS n°279)	60
Illustration 33 – Échantillon de lave dacitique (position GPS n°277)	61
Illustration 34 – Carte des affleurements repérés sur le bassin versant de la rivière Nogent.....	62
Illustration 35 - Carte géologique levée lors de la campagne de reconnaissance du bassin versant de la rivière Nogent en mars 2012	63
Illustration 36 - Principales caractéristiques des 4 sources répertoriées en BSS sur le bassin versant de Nogent	65
Illustration 37 - Localisation des sources (rouge) et des sondages (jaune) du bassin versant de Nogent (fond de carte géologique du nord-est de la Basse-Terre - Paulin C. et al, 1983).....	66
Illustration 38 - Sondages localisés à proximité de la zone d’étude du bassin versant de Nogent	67
Illustration 39 - Localisation des points de mesure in situ de mars 2012 (en jaune) et des panneaux électriques réalisés en mai 2012 (en rouge) sur le bassin versant de la rivière Nogent sur fond de carte IGN au 1/25 000ème (4602 GT).....	68
Illustration 40 - Mesures physico-chimiques in situ de mars 2012 sur le bassin versant de la rivière Nogent (les valeurs de conductivités entre parenthèses s’expliquent par des pollutions anthropiques). 69	
Illustration 41 - Localisation des panneaux électriques réalisés en mai 2012 sur le bassin versant de Nogent (fond de carte géologique du nord-est de la Basse-Terre - Paulin C. et al, 1983).....	72
Illustration 42 - Parcelles concernées par la réalisation des panneaux électriques ayant fait l’objet d’une demande d’autorisation de passage auprès des propriétaires	74
Illustration 43 - Modèle numérique de terrain (MNT) de la Guadeloupe avec localisation des trois secteurs d’investigation (carrés bleu ciel).	76
Illustration 44 - Localisation des panneaux électriques GDFD_P1 et GDFD_P2 du secteur de Grand Fond et MOSC_P1 et MOSC_P2 du secteur Moscou (fond topographique IGN 1/25'000, coordonnées Saint-Anne).....	77
Illustration 45 - Localisation des panneaux électriques LOAV_P1 et LOAV_P2 du secteur de Lostau aval et LOAM_P1 et LOAM_P2 du secteur Lostau amont (fond topographique IGN 1/25'000, coordonnées Saint-Anne).....	78
Illustration 46 - Localisation des panneaux électriques NOAV_P1 et NOAV_P2 du secteur de Nogent aval et NOAM_P1 et NOAM_P2 du secteur Nogent amont (fond topographique IGN 1/25'000, coordonnées Saint-Anne).....	79

Illustration 47 - Récapitulatif des points GPS présentés sur les cartes précédentes	80
Illustration 48 - Récapitulatif des panneaux électriques	82
Illustration 49 - Terminologie utilisée par site/secteur en fonction des gammes de résistivité rencontrées	83
Illustration 50 - Pseudo-section de résistivité du profil GDFD_P1	84
Illustration 51 - Pseudo-section de résistivité du profil GDFD_P2	86
Illustration 52 - Pseudo-section de résistivité du profil MOSC_P1	88
Illustration 53 - Pseudo-section de résistivité du profil MOSC_P2	90
Illustration 54 - Pseudo-section de résistivité du profil LOAV_P1	92
Illustration 55 - Pseudo-section de résistivité du profil LOAV_P2	94
Illustration 56 - Pseudo-section de résistivité du profil LOAM_P1	96
Illustration 57 - Pseudo-section de résistivité du profil LOAM_P2	98
Illustration 58 - Pseudo-section de résistivité du profil NOAV_P1	100
Illustration 59 - Pseudo-section de résistivité du profil NOAV_P2	102
Illustration 60 - Pseudo-section de résistivité du profil NOAM_P1	104
Illustration 61 - Pseudo-section de résistivité du profil NOAM_P2	106
Illustration 62 - Proposition d'implantation de forages de reconnaissances sur le bassin versant de Grande-Anse	111
Illustration 63 - Proposition d'implantation de forages de reconnaissance sur le bassin versant de Lostau	114
Illustration 64 - Proposition d'implantation de forages de reconnaissances sur le bassin versant de Nogent	117
Illustration 65 : hiérarchisation des sites d'implantation ciblés pour la mise en place de forages de reconnaissance	119

Liste des annexes

Annexe 1 Principe du panneau électrique.....	125
Annexe 2 Paramètres d'inversion utilisés dans Res2DInv.....	133
Annexe 3 Résultats complets des inversions des 12 panneaux électriques	139

1. Contexte et objectifs de l'étude

L'approvisionnement en eau potable en Guadeloupe est en très grande partie issu de prises d'eau en rivières qui sont vulnérables à la contamination chimique et bactériologique, et aux risques naturels (glissements de terrain, phénomènes climatiques violents, séismes et éruptions volcaniques). De plus, la production actuelle est insuffisante pour soutenir l'alimentation en période de sécheresse, comme il a été à nouveau constaté lors du carême sévère de l'année 2010. Ce constat a amené les acteurs de l'eau à engager des travaux en vue d'augmenter et de diversifier la ressource en eau (mesure 08D1 du SDAGE 2010-2015 approuvé en 2009). Une des solutions est de mobiliser la ressource en eau souterraine, moins vulnérable aux variations climatiques et aux aléas naturels, et de meilleure qualité.

L'étude de contribution à l'évaluation de la ressource en eau souterraine de la Basse-Terre (rapport BRGM/RP-56821-FR), réalisée dans le cadre de l'avenant à la convention nationale ONEMA-BRGM 2008-2009, a permis une première quantification de la ressource en eau souterraine de la Basse-Terre et de cibler les bassins versants a priori favorables sur le plan hydrogéologique.

Il s'agit à présent de tester l'exploitabilité de cette ressource en eau souterraine par la mise en œuvre de reconnaissances géologiques et hydrogéologiques de terrain et de mesures géophysiques en vue de l'implantation de forages de reconnaissance sur trois bassins versants stratégiques. L'objectif est d'une part d'initier les prospections sur la Basse-Terre en vue d'acquérir des connaissances sur le fonctionnement hydrogéologique des aquifères volcaniques, et d'autre part de répondre dans l'urgence aux problématiques chroniques de manque d'eau de la Côte-Sous-le-Vent en carême, de la contamination bactériologique du Nord Basse-Terre liée à une forte turbidité des eaux de surface lors d'évènements pluvieux intenses, et de la contamination aux organochlorés du Sud Basse-Terre.

Une convention de recherche et développement partagés a été signée le 2 décembre 2011 par la Région Guadeloupe, l'Office de l'Eau Guadeloupe, et le BRGM Guadeloupe (financements respectifs de : 38.83 %, 38.83 %, et 22.34 % de l'étude).

2. Choix des bassins versants stratégiques

Les trois bassins versants stratégiques, a priori à bonnes potentialités hydrogéologiques d'après les résultats de l'étude BRGM/RP-56821-FR (Illustration 1), ont été choisis au regard des problématiques quantité et qualité exprimées par les pouvoirs publics et les maîtres d'ouvrages lors d'une réunion à l'Office de l'Eau le 25 février 2010. Il s'agit du bassin versant de Nogent (surface totale 15,48 km²) pour le secteur Nord Basse-Terre (commune de Sainte-Rose), du bassin versant de Grande-Anse (16,22 km²) pour le secteur Sud Basse-Terre (communes de Gourbeyre/Trois-Rivières) et du bassin versant de Petite-Plaine (15,35 km²) pour la Côte-Sous-le-Vent (commune de Pointe-Noire). Cette sélection était directement issue des conclusions de l'étude et des besoins exprimés au cours de la réunion du 25 février 2010 mais elle n'était pas intangible.

En effet, le 7 février 2012, le Président du Syndicat Intercommunal du Sud de la Côte-Sous-le-Vent a envoyé un courrier à l'Office de l'Eau de Guadeloupe en lui demandant de modifier le choix du bassin versant de Petite-Plaine en le remplaçant par un bassin stratégique sur la commune de Bouillante. Cette demande était motivée par « les problèmes récurrents d'alimentation en eau potable que connaît cette commune ». Sur la base de l'étude BRGM/RP-56821-FR, le bassin versant qui a finalement été retenu est celui de Lostau (13,75 km²) en raison de ses bonnes potentialités (terrains majoritairement infiltrants). Cette modification a été entérinée par l'Office de l'Eau et la Région.

Les 3 bassins versants de la Basse-Terre (cf. Illustration 2), objet de cette étude, sont donc :

- le bassin versant de la rivière de Grande Anse **en amont de la station hydrométrique** de l'ex ORSTOM N°2621900105 (superficie 15.60 km² sur les communes de Trois-Rivières et Gourbeyre) ;
- le bassin versant de la rivière de Lostau **en amont de la station** ORSTOM N°2625800110 (superficie 8.08 km² sur la commune de Bouillante) ;
- le bassin versant de la rivière de Nogent **en amont de la station** ORSTOM N°2627500110 (superficie 5.54 km² sur la commune de Sainte-Rose).

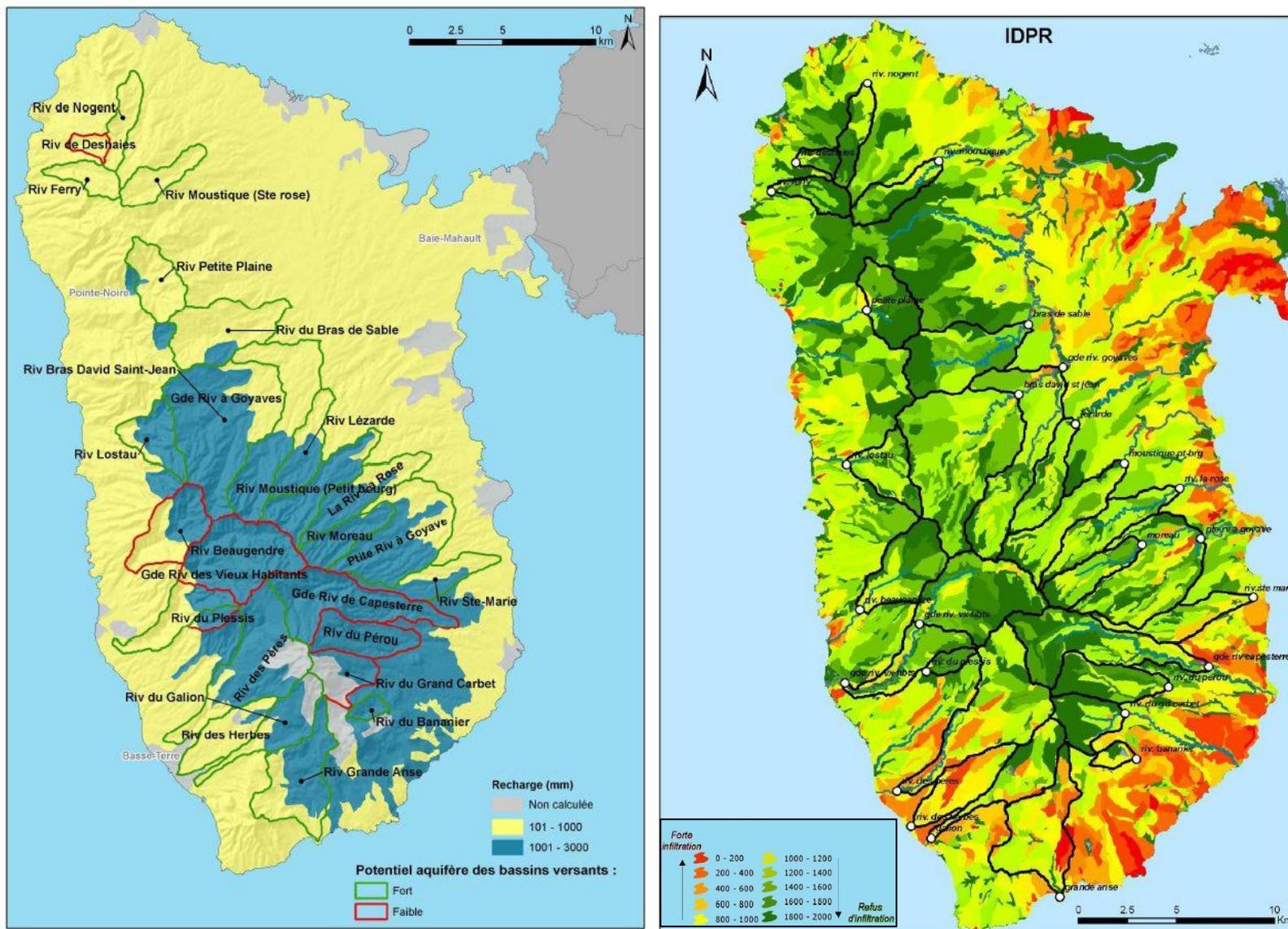


Illustration 1 : (a) carte simplifiée des potentialités hydrogéologique ; (b) et carte des valeurs IDPR à l'échelle de la Basse-Terre sur lesquelles sont localisées les bassins versants modélisés dans l'étude BRGM/RP-56821-FR (A. Dumon et al. 2009)

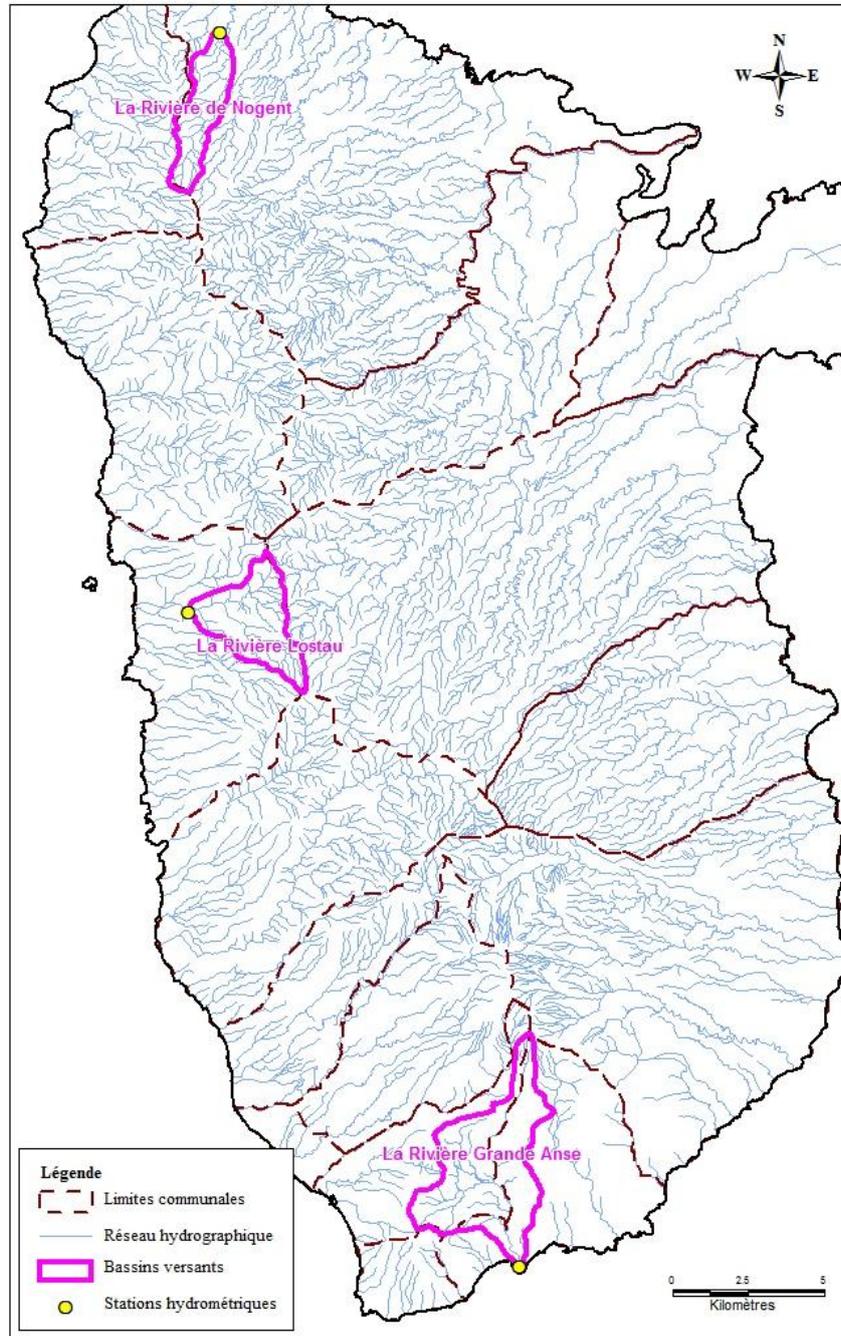


Illustration 2 - Localisation des trois bassins versants étudiés

3. Déroulement chronologique de l'étude

Les prospections hydrogéologiques en milieu volcanique et tropical se heurtent à plusieurs difficultés :

- la complexité des structures géologiques : les édifices volcaniques sont composés d'une superposition de formations de natures très variées qui en font un milieu discontinu hétérogène ;
- l'hétérogénéité du comportement hydrogéologique des formations, très fortement lié à leur état de fracturation et d'altération, difficile à apprécier lors des investigations de surface ;
- les difficultés d'accès liées à la densité végétale et aux reliefs accidentés.

Les difficultés sont accrues pour le premier point, en raison de l'obsolescence de la carte géologique de la Basse-Terre (1966). Face à ces contraintes, une méthodologie adaptée doit être mise en œuvre par des investigations spécifiques et complémentaires, menées à des échelles croissantes, du général vers le détail. Les programmes de prospections à mettre en œuvre sur chaque bassin versant se décomposent en trois phases :

- phase 1 : reconnaissances géologiques et hydrogéologiques ;
- phase 2 : prospections géophysiques par la méthode des panneaux électriques ;
- phase 3 : élaboration du dossier de consultation des entreprises (DCE) et des dossiers de déclaration des travaux d'implantation de forages de reconnaissance et des pompages d'essai.

Les deux premières phases sont détaillées dans les chapitres suivants.

Une réunion est prévue en fin de phase 2 afin d'orienter les choix de la phase 3 (nombre de forages de reconnaissance et implantations).

4. Phase 1 : reconnaissances géologiques et hydrogéologiques

4.1. METHODOLOGIE SUIVIE POUR LES RECONNAISSANCES ET DATES DES RECONNAISSANCES DE TERRAIN

Les reconnaissances géologiques et hydrogéologiques de terrain ont consisté à :

- identifier les formations géologiques aquifères et imperméables ;
- faire l'inventaire des émergences repérées et de leurs conditions d'émergence ;
- réaliser des mesures physico-chimiques in situ (conductivité électrique et température) le long des rivières, des principaux affluents et au niveau des sources repérées.

La conductivité reflète globalement la minéralisation d'une eau. Ces profils peuvent permettre de détecter des apports souterrains susceptibles de modifier les caractéristiques chimiques des eaux de surface par des anomalies dans les valeurs de conductivité et de température mesurées.

Les sources sont les meilleurs indices de surface permettant de mettre en évidence la présence d'eau souterraine sur un secteur. L'inventaire de ces sources et la caractérisation de leur contexte d'émergence permettent d'identifier les formations ayant un bon potentiel aquifère.

Ces reconnaissances géologiques et hydrogéologiques de terrain permettent de proposer des hypothèses quant aux écoulements souterrains suspectés et les aquifères ciblés. L'objectif est de proposer l'implantation de profils géophysiques pertinents pour la réalisation de panneaux électriques sur la base de critères hydrogéologiques et d'accessibilité (accès aux véhicules et pente).

Ces reconnaissances se sont déroulées en période de carême, afin de détecter de manière optimale les contributions éventuelles des eaux souterraines aux cours d'eau, aux dates suivantes :

- rivière de Grande Anse les 28 et 29 février 2012 ;
- rivière de Lostau du 13 au 15 mars ;
- rivière de Nogent les 19, 20 et 22 mars.

4.2. RECONNAISSANCES SUR LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE DE GRANDE ANSE

4.2.1. Localisation

Le bassin versant de la rivière Grande Anse est situé sur les communes de Gourbeyre et de Trois-Rivières au Sud de la Basse-Terre (cf. Illustration 3). Il s'étire sur le flanc Sud de la Soufrière, selon une direction Nord – Sud, sur une superficie de 16,22. Son altitude varie entre 5 et 1 140 m NGG.

4.2.2. Contexte géologique

Les formations géologiques rencontrées sur le bassin versant de la rivière Grande Anse (cf. Illustration 4), des plus anciennes aux plus récentes selon la dénomination des lithologies de la carte géologique du Massif de la Soufrière à 1/20 000 (Boudon et al., 1988), sont :

- les coulées de laves massives andésitiques et basaltiques **X2** et hyaloclastites **HX2** associées au volcanisme sous-marin des Monts Caraïbes ;
- les coulées de ponces dacitiques à quartz **PX3qz** associées à l'épisode explosif de l'Anse des Pères marquant la limite du substratum et de la base du Massif de la Soufrière ;
- l'ensemble de coulées massives superposées d'andésite basaltique sombre **GM2, GM3, GM4 et GM5** associé à l'épisode effusif de Trois-Rivières (coulées de laves d'épaisseur pluridécamétrique) ;
- l'ensemble de coulées massives superposées d'andésite sombre à deux pyroxènes **G2 et G3** associé à la phase Grande découverte stricto sensu correspondant à la construction de l'essentiel du volume du Massif de la Soufrière (ces coulées sont en général plus minces et plus étendues que celles des épisodes postérieurs) ;
- les coulées massives **M2 et M7**, les cendres et lapillis **HM3** et les cônes de scories et blocs **PM7** d'andésite basique à deux pyroxènes associés à la phase de la Madeleine (coulées volumineuses et particulièrement épaisses, jusqu'à 100 m) ;
- les nuées ardentes **NS2**, lahars **LhS2** et coulées de débris **DbS3** associés à l'éruption cataclysmale de type Mount Saint-Helens ;
- les lahars phréatiques **LhS6**, et les cendres, scories et coulées massives subordonnées de basalte **PS6** associés aux cônes stromboliens de la Citerne et de l'Echelle.

Remarque : la carte géologique du Massif de la Soufrière à 1/20 000 (Boudon et al., 1988) est fiable comparativement à la carte géologie de la Basse-Terre de 1966. Elle constitue ainsi une bonne base d'information pour ce bassin-versant, à la différence des 2 autres.

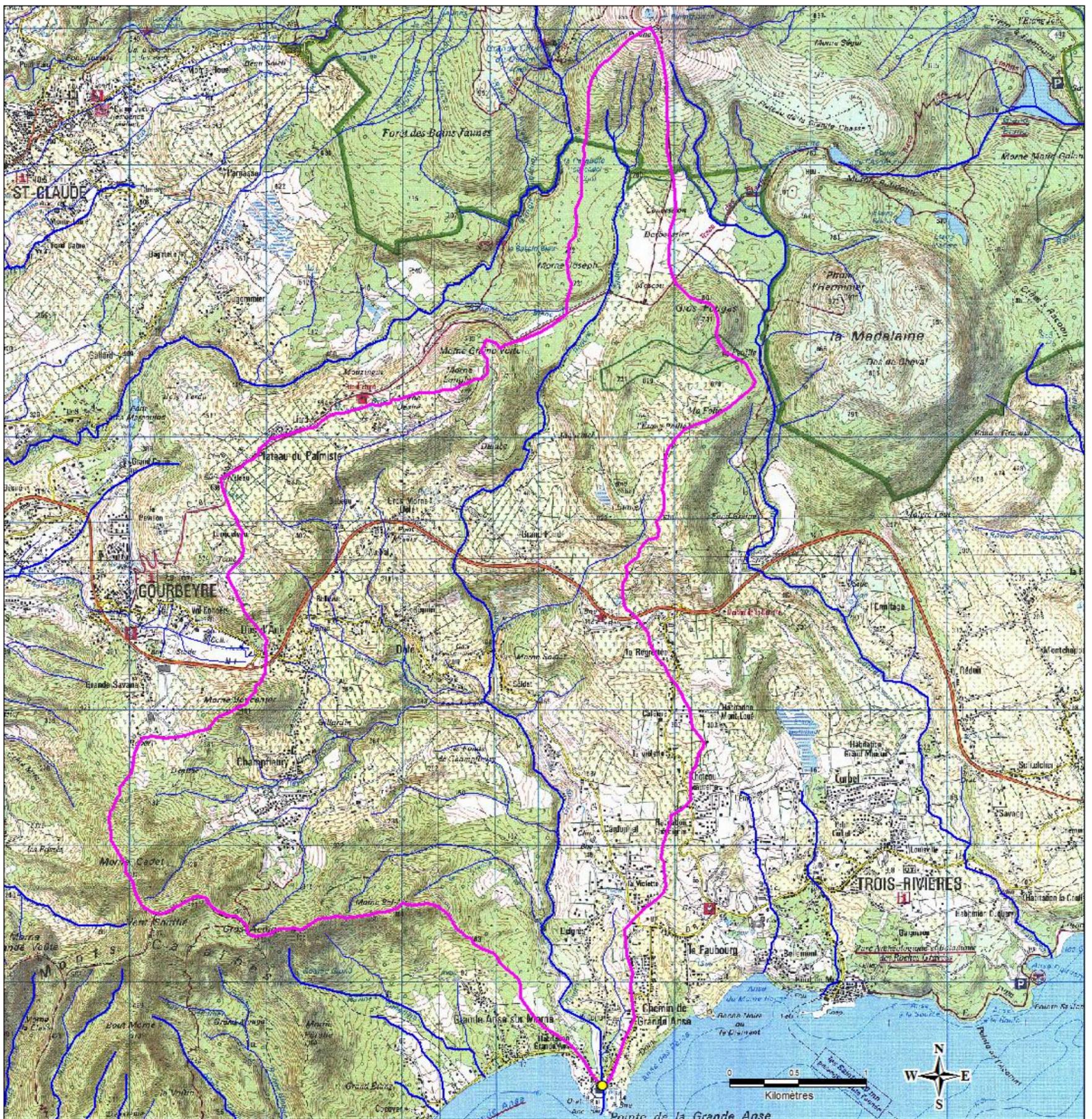


Illustration 3 - Localisation du bassin versant de la rivière Grande Anse sur fond de carte IGN à 1/25 000 (4605 GT) ; le point jaune correspond à l'ancienne station hydrométrique de l'ORSTOM

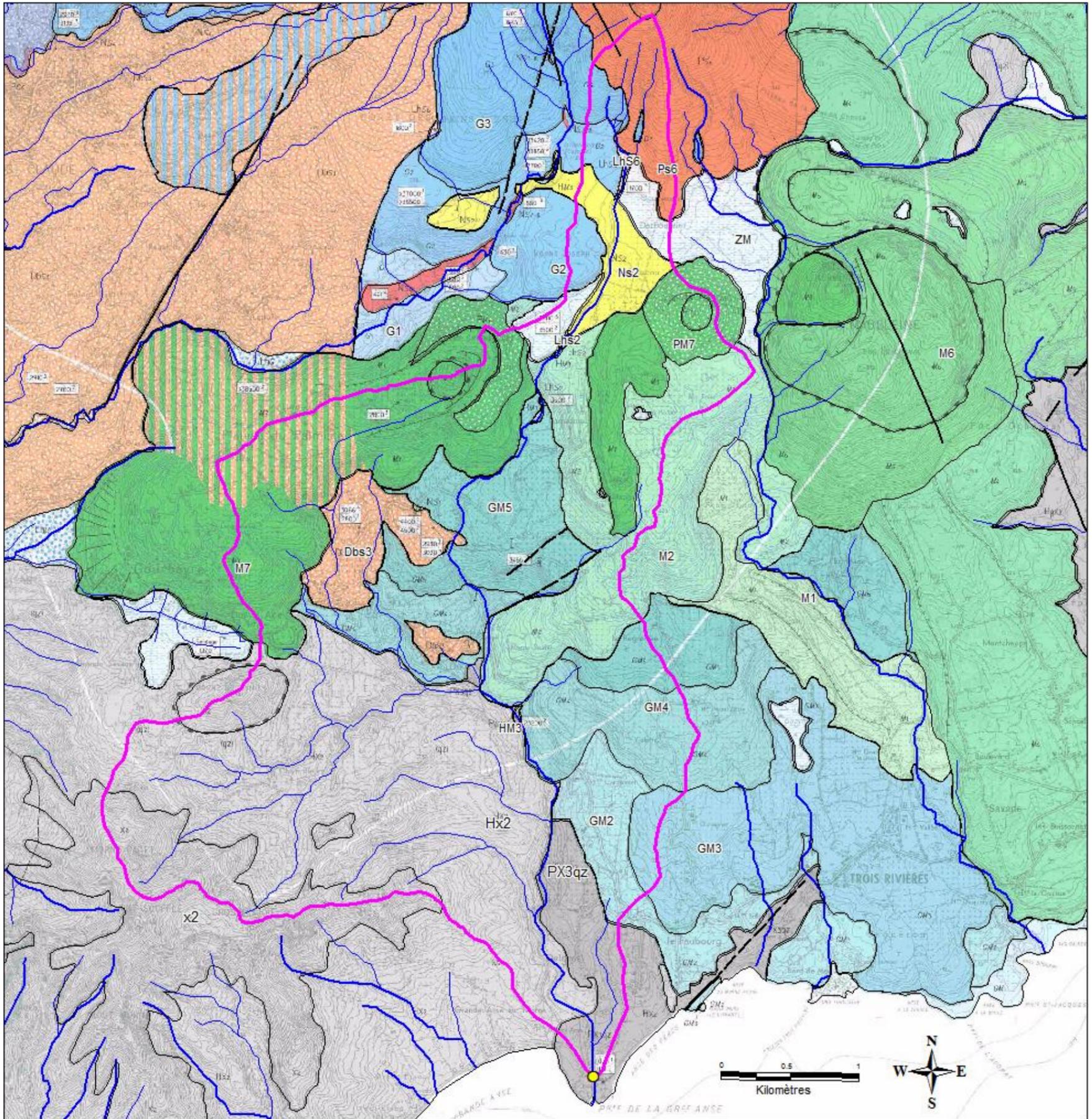


Illustration 4 - Localisation du bassin versant de la rivière Grande Anse sur fond de carte géologique du Massif de la Soufrière à 1/20 000 (Boudon et al., 1988)

4.2.3. Reconnaissances hydrogéologiques

Identification des formations aquifères et imperméables

Les informations indiquées ci-dessous se sont appuyées sur le texte de l'étude de contribution à l'évaluation de la ressource en eau souterraine de la Basse-Terre (rapport BRGM/RP-56821-FR).

Les 12 sources répertoriées dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS, cf. Illustration 5) du BRGM sur le bassin versant de la rivière Grande Anse sont localisées dans les coulées massives d'andésite (GM2 et GM4, 9 sources) associées à l'épisode effusif de Trois-Rivières et dans les coulées massives de la phase de la Madeleine (M2 et M7, 3 sources). Les laves massives sont intrinsèquement peu perméables, elles développent une perméabilité en grand liée à la fracturation primaire (fissures de refroidissement de la lave) et secondaire (d'origine tectonique) (rapport BRGM/RP-53135-FR). La circulation des eaux souterraines au sein de cette formation se fait probablement le long des fractures et émerge en fin de coulées (cf. Illustration 6) (souvent dans des éboulis de gros blocs). Ces coulées d'andésites se sont mises en place successivement au sein de dépressions (paléovallées, zones déprimées). Lors de leur refroidissement, l'enveloppe de la coulée s'est scorifiée formant des scories et des blocs métriques pouvant présenter une forte perméabilité. Les formations étudiées sont récentes, la fracturation y est peu visible ou peu marquée voire absente donc difficile à mettre en évidence sur le terrain. Le substratum (volcanisme des Monts Caraïbes et épisode explosif de l'Anse des Pères) peut être considéré comme un imperméable vis-à-vis des laves sus-jacentes (rapport BRGM R 36066 ANT 4S 92).

Indice BSS	X_WGS84 (m)	Y_WGS84 (m)	Typologie / nom	Altitude (m NGG)	Usage de l'eau	Débit (m ³ /h)
1159ZZ0042	642 762	1 768 722	Source Soldat	240	Captage AEP (Alimentation en Eau Potable)	NC
1159ZZ0043	642 542	1 768 442	Source Capès-Dolé	205	Captage pour l'embouteillage	650
1159ZZ0044	643 307	1 767 122	Source Lumia	140	Captage AEP fermé	NC
1159ZZ0048	642 677	1 768 197	Source	180	Non exploitée	NC
1159ZZ0065	642 417	1 768 082	Source	155	Non exploitée	NC
1159ZZ0068	643 097	1 768 212	Source	205	Non exploitée	NC
1159ZZ0069	643 232	1 767 177	Source	120	Non exploitée	NC
1159ZZ0070	643 297	1 767 322	Source	142	Non exploitée	NC
1159ZZ0072	642 952	1 768 138	Source	195	Usage domestique	NC
1158ZZ0124	642 067	1 768 462	Source Bain des amours	190	Bassin aménagé	220
1158ZZ0125	641 942	1 768 412	Source Belle-Terre	195	Captage AEP	60
1158ZZ0126	641 307	1 768 297	Source Dos d'Ane	300	Source aménagée	0.7

Illustration 5 - Principales caractéristiques des 12 sources répertoriées en BSS (les débits sont des valeurs totales instannées, NC=non connu)

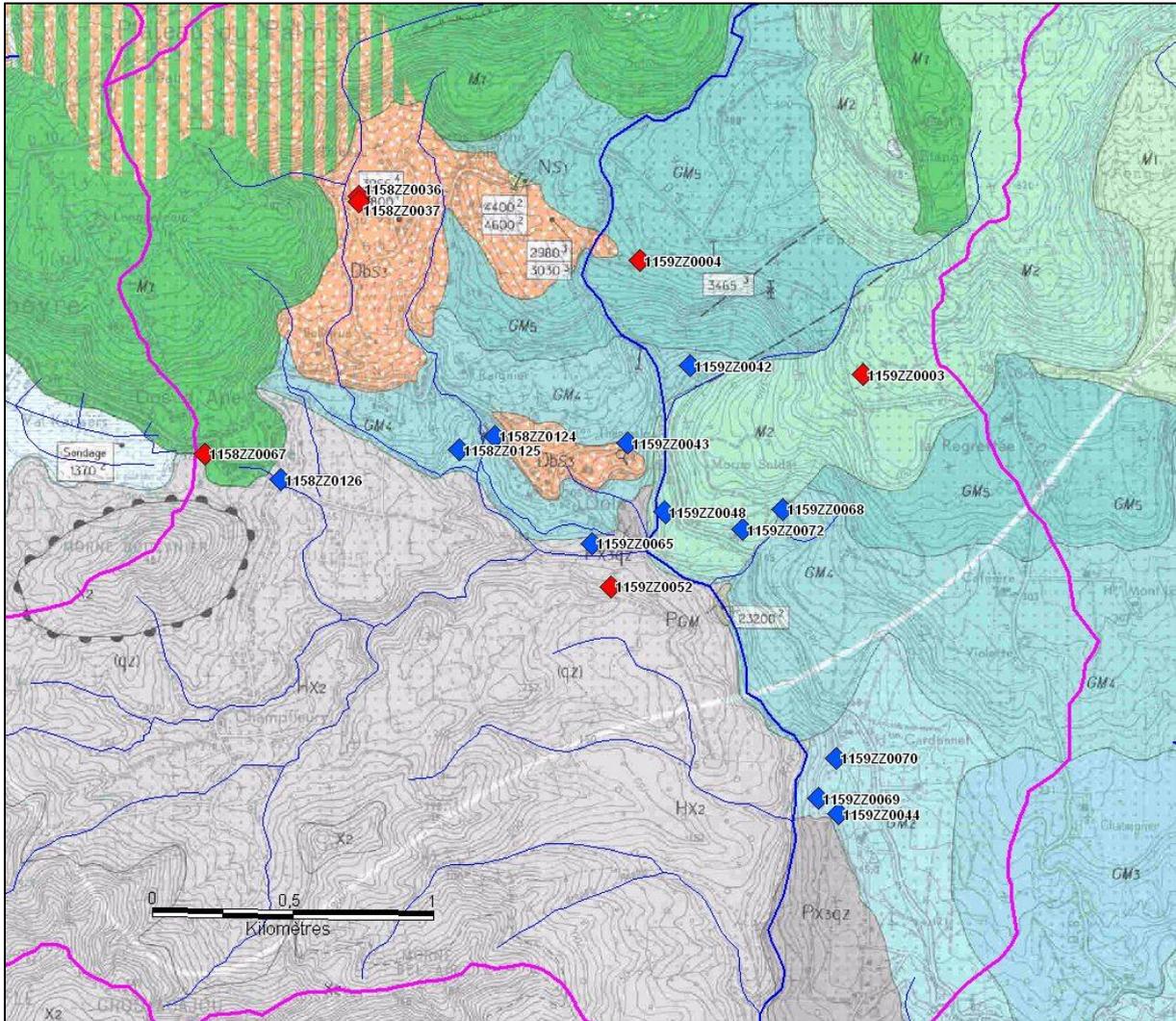


Illustration 6 - Localisation des 12 sources (losanges bleus) et des forage/sondages (losanges rouges) répertoriés en BSS sur fond de carte géologique du Massif de la Soufrière à 1/20 000 (Boudon et al., 1988)

Informations complémentaires en BSS

En plus des 12 sources citées ci-dessus, 6 autres ouvrages figurent en BSS (Illustration 6) : 1 forage et 5 sondages de reconnaissance. Le forage est mal localisé et sa profondeur n'est pas connue, par contre les sondages carottés réalisés en 1969 et 1975 font entre 10 et 17 m de profondeur. Ils ont été réalisés à proximité de la route N1 dans les formations géologiques GM5, M2 et M7, et DbS3.

D'après les coupes géologiques, l'épaisseur d'altération argileuse des coulées est très variable entre 1,4 et 15 m. Les roches altérées auraient des teneurs en eau de 25-30 %.

Anciennes reconnaissances de terrain

Des reconnaissances géologiques et hydrogéologiques ont été effectuées sur ce bassin versant en janvier 2009 dans le cadre de l'étude « contribution à l'évaluation de la ressource en eau souterraine de la Basse-Terre » (rapport BRGM/RP-56821-FR). Les mesures physico-chimiques réalisées le long de la rivière Grande-Anse ont montré que l'évolution de la conductivité de la rivière Grande-Anse d'amont en aval (53 à 326 $\mu\text{S}/\text{cm}$; cf. Illustration 7 pour visualiser les valeurs de conductivité) mettait en évidence une forte contribution des eaux souterraines aux écoulements de surface, notamment dans la partie intermédiaire du bassin versant où sont situées les principales sources qui émergent dans les andésites massives et les éboulis de gros blocs d'andésites.

Les mesures ont montré que les aquifères à prospecter étaient ceux des coulées massives d'andésite associées à la phase de la Madeleine (M2) et à l'épisode effusif de Trois-Rivières (GM2 et GM4) présentes dans la zone intermédiaire du bassin versant.

Dans le cadre de l'étude « Surveillance quantitative des masses d'eau souterraine de Guadeloupe - Année 2010 » (rapport BRGM/RP-59466-FR), une journée de terrain (09/07/2010) a permis de cibler, sur cette zone intermédiaire du bassin versant, les sites les plus intéressants pour la mise en œuvre de panneaux électriques (cf. Illustration 7). La prospection géophysique a eu lieu en octobre 2010 après avoir obtenu les autorisations de passage sur les parcelles des propriétés privées. Deux panneaux électriques ont été effectués vers la clinique de la Violette (GA_P1 longueur au sol 475 m, et GA_P2 475 m ; cf. Illustration 7) et deux vers Soldat (GA_P3 475 m et GA_P4 395 m ; cf. Illustration 7).

Sur la base des informations collectées sur ces quatre profils et des interprétations qui en découlent, le BRGM a pu proposer quatre emplacements potentiels de forages de reconnaissance.

A partir de ces 4 sites, 2 ouvrages seront réalisés, et 1 sera transformé en piézomètre (sous réserve de la mise en évidence d'une nappe d'eau souterraine). Cet ouvrage viendra compléter le réseau piézométrique de Guadeloupe (« réseau de surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines de la Guadeloupe » code SANDRE : 0700000001, FRISOP) au niveau de la masse d'eau souterraine non surveillée de la Basse-Terre (FRIG003).

L'autre forage pourra potentiellement servir de reconnaissance préalable à la réalisation d'un futur ouvrage destiné à l'AEP (sous réserve de résultats positifs). Il serait alors utilisé comme point d'observation lors des pompages d'essai dans le forage AEP.



Illustration 7 - Localisation des points de mesures physico-chimiques in situ de janvier 2009 (en jaune) et des panneaux électriques d'octobre 2010 (en rouge) au niveau du bassin versant de la rivière Grande Anse sur fond de carte IGN à 1/25 000 (4605 GT)

Récentes mesures physico-chimiques in situ

Les mesures physico-chimiques in situ réalisées sur le bassin versant de la rivière Grande-Anse les 28 et 29 février 2012 sont localisées en Illustration 8. Les résultats de ces mesures physico-chimiques in situ sont regroupés dans le tableau présenté en Illustration 9.



Illustration 8 - Localisation des points de mesures in situ de février 2012 (en jaune) et des panneaux électriques réalisés en mai 2012 (en rouge) sur le bassin versant de la rivière Grande Anse sur fond de carte IGN au 1/25 000ème (4605 GT)

Dates	Point de mesure	Localisation	X_WGS84 (m)	Y_WGS84 (m)	Conductivité (µS/cm)	Température (°C)	Altitude_GPS (m NGG)
28/02/2012	0	Ravine Blanche amont (sèche)	642131	1770082	sec	sec	600
28/02/2012	1	Grande-Anse amont (vers Moscou)	643543	1771096	71.6	19.2	658
28/02/2012	2	Grande-Anse aval	643466	1765330	407	25.7	7
28/02/2012	3	Ravine Bambou aval	642675	1768530	199.9	23.3	168
28/02/2012	4	Grande-Anse amont Ravine Bambou	642628	1768515	245	23.3	196
28/02/2012	5	Arrivée sources à côté Capès	642644	1768465	521	29.6	164
28/02/2012	6	Grande-Anse aval Ravine Bambou	642678	1768424	452	28	160
28/02/2012	7	Grande-Anse amont (D5) (sèche)	642439	1769467	sec	sec	430
28/02/2012	9	Source BSS 1159ZZ0070	643265	1767303	294	24.8	131
28/02/2012	11	Source Lumia BSS 1159ZZ0044	643248	1767145	291	24.7	140
28/02/2012	13	Ravine Soldat	643010	1768059	220	23.8	177
29/02/2012	1	Affluent Ravine Gaudry (sec)	640881	1767748	sec	sec	330
29/02/2012	2	Ravine Gaudry	641191	1767488	289	21.1	284
29/02/2012	3	Ravine L'ilet	641426	1767376	292	21.7	259
29/02/2012	4	Ravine Caco	641107	1767232	205	21.6	292
29/02/2012	5	Affluent Ravine Caco	641275	1766986	140.5	21.5	308
29/02/2012	6	Affluent Ravine Gaudry (à côté source Dos d'Ane)	641289	1768270	175.6	22.4	289
29/02/2012	7	Source Dos d'Ane 1158ZZ0126	641303	1768282	335	24.7	295
29/02/2012	8	Affluent Grande Ravine	641894	1766902	290	21.4	202
29/02/2012	9	Ravine Champfleury	642615	1767627	123	22.9	169
29/02/2012	10	Affluent Ravine Grande-Anse	643036	1766051	344	24.4	63
29/02/2012	11	Grande Ravine (sèche)	642995	1766460	sec	sec	57
29/02/2012	12	Grande-Anse aval (après confluence Grande Ravine)	643047	1766445	397	26.1	34
29/02/2012	13	Ravine l'Etang (sèche)	643464	1769751	sec	sec	595
29/02/2012	14	Ravine Bambou amont (sèche)	643764	1769348	sec	sec	621
29/02/2012	15	Grand Fond/Gros Morne Dolé (Affluent droit)	642716	1769394	148.6	24.8	461
29/02/2012	16	Grand Fond/Gros Morne Dolé (Affluent gauche)	642709	1769379	117.3	27.3	461
29/02/2012	17	Grand Fond/Gros Morne Dolé (Aval confluence)	642695	1769391	142.6	25.1	461

Illustration 9 - Mesures physico-chimiques in situ de février 2012 sur le bassin versant de la rivière Grande Anse

Ces mesures, effectuées 3 ans après celles de janvier 2009, confirment les conclusions précédentes et affinent les interprétations dans certains secteurs du bassin versant (davantage de mesures à l'aval, et ravines sèches à l'amont).

La minéralisation des sources de Capès et de Dolé résulte d'un mélange d'eau froide d'origine météorique et d'eau thermale d'origine profonde. Ces eaux présentent des conductivités (de l'ordre de 520 µS/cm) et des températures (autour de 30 °C) plus élevées que les sources environnantes situées à des altitudes similaires (les sources Dos d'Ane 1158ZZ0126, Lumia 1159ZZ0044, et BSS 1159ZZ0070 ont des conductivités d'environ 300 µS/cm et des températures proches de 25 °C).

Les eaux de la rivière Grande-Anse en amont du bassin sont peu minéralisées (conductivité de l'ordre de 72 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et relativement froides (température de 19.2 °C). Elles se chargent après les confluences des ravines qui recueillent les sources évoquées précédemment (cf. Illustration 6) : ravine Blanche (émergences de Capès et sources de Dolé), ravine Bambou, ravine au Sud-Est de Soldat et rivière en contrebas de Cardonnet. A la sortie du bassin versant, les eaux de la rivière Grande Anse ont une conductivité de 407 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et une température de 25.7 °C. Ces valeurs sont plus élevées que celles de janvier 2009 (53 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en amont et 326 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en aval) mais la tendance est identique.

Le site de la rivière Grande-Anse à l'amont immédiat de la D7 avec les confluences de la ravine Bambou et des sources de Dolé avait également été mesuré en janvier 2009. Les valeurs obtenues étaient très inférieures à celles de février 2012 : 78.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en amont et 89.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en aval en 2009, et 245 $\mu\text{S}/\text{cm}$ amont et 452 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aval en 2012. Ces différences nous ont amené à reconnaître plus en détail la rivière à l'amont de Dolé.

Les observations de février 2012 ont mis en évidence plusieurs secteurs à sec en amont du bassin : ravine Blanche (plateau du Palmiste), ravine amenant à l'Etang, ravine Bambou et rivière Grande-Anse (pont de la D5). Ces sécheresses peuvent être liées soit au caractère amont des rivières (pas assez d'eau ou nappe trop basse en saison de carême), soit à des zones infiltrantes (confirmées par des valeurs d'IDPR¹ inférieures à 1000, cf. rapport BRGM/RP-60343-FR et cf. Illustration 1). Ces infiltrations ont lieu dans des formations géologiques identifiées comme contenant des eaux souterraines (géologie M7 et GM5). Seuls quelques écoulements ont été observés à Grand Fond dans le jardin d'un particulier (conductivité de l'ordre de 145 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et températures autour de 25 °C).

Les affluents rive droite de la rivière Grande Anse (ravines Gaudry, Caco, l'Illet, et des Fonds de Champfleury, et Grande Ravine) qui drainent les formations de hyaloclastites présentent des conductivités assez hétérogènes (entre 123 et 292 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et parfois relativement élevées pour des eaux superficielles (supérieures à 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et une température d'environ 22 °C qui peut s'expliquer soit par un ruissellement sur des formations relarguant plus de minéraux, soit par une contribution des eaux souterraines ayant eu un temps de résidence suffisant pour acquérir une telle minéralisation via les interactions eau-roche, soit par des fuites d'assainissement autonome (Champfleury). Une émergence sourceuse à forte conductivité (344 $\mu\text{S}/\text{cm}$) a même été observée dans la partie aval du bassin. Ces observations relativisent le caractère supposé imperméable du substratum.

L'évolution de la minéralisation de la rivière Grande Anse d'amont en aval met donc en évidence une contribution continue des eaux souterraines aux écoulements de surface. Dans la partie intermédiaire du bassin versant, cette contribution devient plus forte compte tenu de l'existence de sources majeures qui émergent dans les andésites massives et les éboulis d'andésites. Les eaux souterraines issues de l'aquifère des hyaloclastites contribueraient également à augmenter la minéralisation des eaux de la rivière dans sa partie aval.

¹ IDPR : Indice de Développement et de Persistance des Réseaux

4.2.4. Sélection des sites pour la réalisation des panneaux électriques

La mission de terrain des 28 et 29/02/2012 a permis de cibler, sur la zone amont « infiltrante » du bassin versant à Grand Fond (sortie Gros Morne Dolé au Nord de la route N1), un site intéressant pour la mise en œuvre de 2 panneaux électriques en T (cf. Illustration 8 et Illustration 10). Remarque : initialement, il était prévu la réalisation d'une croix mais un refus d'accès à la parcelle localisée à l'O-NO du secteur a engendré ce décalage du profil NO-SE vers le SE

Ce site est localisé sur des terrains relativement infiltrant comme en témoigne la mention « SEC » sur Illustration 8. Leur nature géologique correspond à des coulées de laves andésitiques massives et fracturées (GM5) qui développent une perméabilité en grand liée à la fracturation primaire (fissures de refroidissement de la lave) et secondaire (d'origine tectonique). Ces terrains pourraient donc être le réceptacle des eaux météoriques infiltrées. Par ailleurs, les formations M2 et M7 (coulées massives) surplombant ce site en amont (Illustration 4) sont également infiltrantes (Illustration 8) ; il est complexe d'appréhender les mécanismes de circulation des eaux souterraines à ce stade mais il est néanmoins envisageable qu'une partie des eaux infiltrées au droit de ces formations contribue à alimenter la formation GM5. Aini, cette configuration générale confère potentiellement de bonnes propriétés hydrologiques au secteur.

L'occupation des sols dans la zone de Grand-Fond est dominée par la culture de bananes. Le risque de pollution diffuse de produits phytosanitaires vers le milieu souterrain n'est donc pas négligeable. Cette problématique concernant une large superficie du BV de Grande-Anse (lui-même marqué par une pollution rémanente à la chlordécone), il n'a pas été possible de prospecter sur des terrains dépourvus de pressions.

Une enquête de voisinage a permis de mettre en évidence l'absence de forage dans cette zone. Après réalisation et interprétation des profils, le BRGM pourra proposer un emplacement potentiel de forage de reconnaissance.

Le site des Fonds de Champfleury se prêtait également bien à la réalisation de reconnaissance géophysique mais comme la conductivité de la ravine qui draine le plateau était faible (123 $\mu\text{S}/\text{cm}$), ce secteur n'a pas été retenu.

Un autre site intéressant pour la mise en œuvre de 2 panneaux électriques en croix (cf. Illustration 8 et Illustration 10) a été identifié à partir de la campagne de reconnaissance hydrogéologique des 28 et 29/02/2012. Ce site, localisé à Moscou, présente l'avantage d'être tout en amont du bassin versant et donc moins exposé aux pollutions anthropiques.

Le rapport BRGM R 39060 ANT 96 indique que, au regard du relief local (la plaine de Moscou à une altitude de 600 m est dominée par la Citerne au Nord et est entourée par les Mornes Joseph et Gros Fougas), il est envisageable que cette zone soit un piège hydrogéologique où la pluviométrie annuelle est importante (5 000 à 6 000 mm). En effet, cette dépression est remplie par des matériaux volcaniques détritiques d'origines variées : nuées ardentes, lahars, formations superficielles argileuses d'origine lacustre, cendres et scories, déposées sur les coulées laviques des appareils de la Madeleine.

Ce rapport confirme l'intérêt hydrogéologique du secteur avec des coupes géologiques et des sondages électriques effectués en 1984 et 1996. Des écoulements souterrains vers le Sud-Est du bassin sont supposés ainsi qu'une faille orientée N60°. D'après les données géophysiques anciennes, la coupe prévisionnelle d'un forage de 100-150 m comprendrait :

- de 0 à 5-10 m : couverture composée de blocs de laves et d'argiles,
- de 5-10 à 30-40 m : dépôts détritiques variés (scories, blocs, argiles),
- de 30-40 à 80-100 m : laves massives (niveau très résistant),
- de 80-100 à 100-150 m : laves fissurées aquifères ? (niveau conducteur).

Ainsi, les formations de remplissage, plus ou moins perméables, joueraient une fonction capacitive tandis qu'en profondeur les laves fissurées auraient une fonction conductrice. Il serait intéressant de capter l'eau souterraine de ces deux formations par forage.

Cependant, cette étude de 1996 doit être confirmée par de nouveaux panneaux électriques ainsi que par un forage de reconnaissance. Il a donc été décidé d'effectuer de nouvelles prospections géophysiques dans cette zone. Après réalisation et interprétation des profils, le BRGM pourra proposer un emplacement potentiel de forage de reconnaissance.

L'implantation des profils finalement retenue pour la réalisation des panneaux électriques sur le bassin versant de Grande-Anse est présentée en Illustration 10.

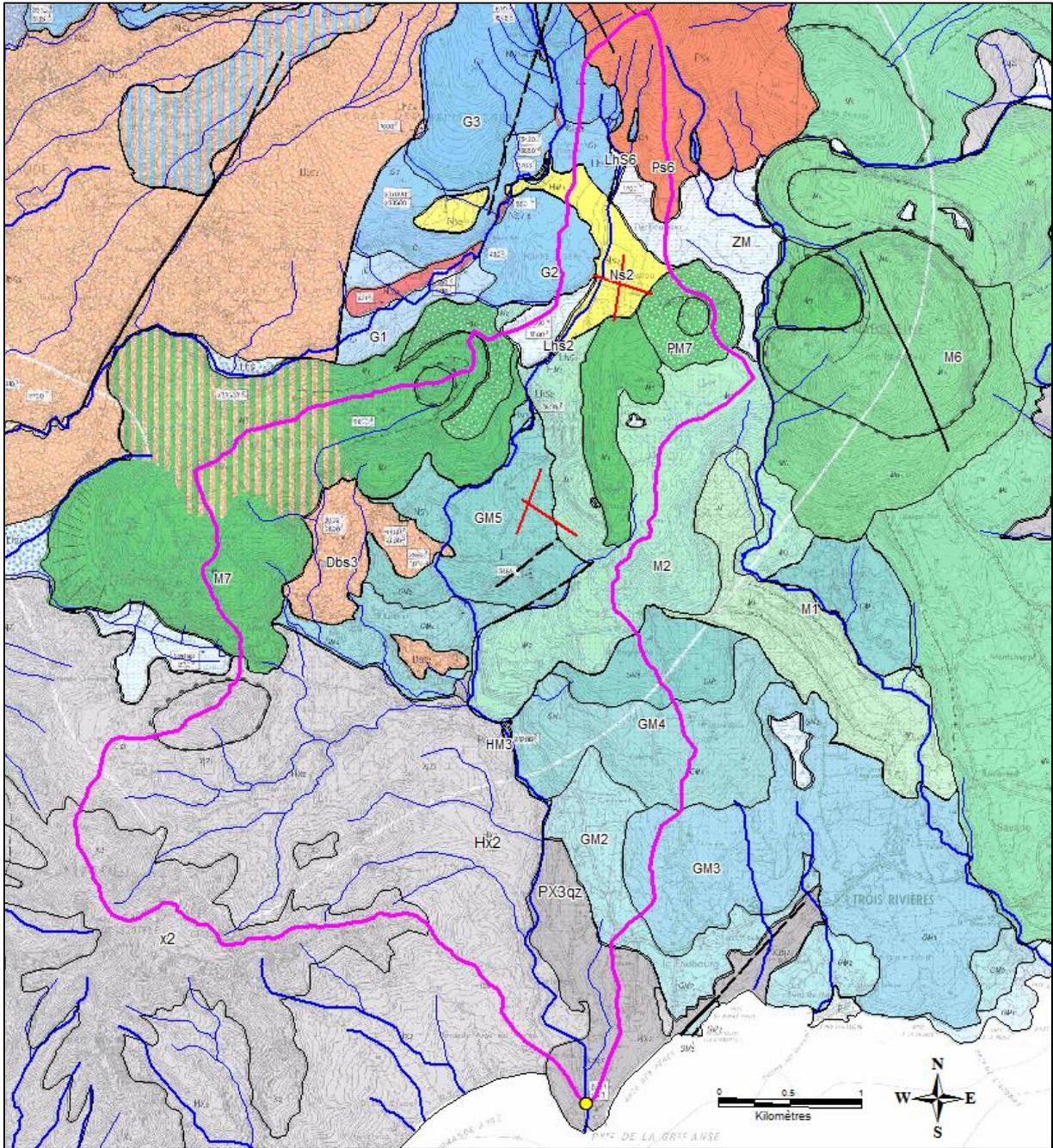


Illustration 10 - Localisation des panneaux électriques réalisés en mai 2012 sur le bassin versant de Grande-Anse sur fond de carte géologique du Massif de la Soufrière à 1/20 000 (Boudon et al., 1988)

4.3. RECONNAISSANCES SUR LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE DE LOSTAU

4.3.1. Localisation

Le bassin versant de la rivière Lostau est situé sur la commune de Bouillante à l'Ouest de la Basse-Terre (cf. Illustration 11). C'est un bassin de forme triangulaire entre la Mamelle de Pigeon au Nord, les Pitons de Bouillante au Sud-Est et l'exutoire de la rivière à l'Ouest, sur une superficie de 13,75 km². Son altitude varie entre 60 et 1 088 m NGG.

4.3.2. Contexte géologique

Les formations géologiques rencontrées sur le bassin versant de la rivière Lostau (cf. Illustration 12), sont associées principalement au volcanisme méridional du pliocène et présentent selon la dénomination de la carte géologique de la Basse-Terre au 1/50 000 (Reynal de Saint-Michel et al, 1966), les lithologies ci-après :

- **le complexe volcanique antémioène (I)**, qui forme le substratum de la Basse-Terre, est constitué d'argiles résiduelles au sommet, de conglomérats continentaux déposés suite à une longue période d'érosion et à la base des formations volcaniques en place ;
- **les lapillis et ponces dacitiques (Pp1)** associées à la phase explosive du volcanisme méridional ont une puissance de 600 à 700 mètres ;
- **les coulées andésitiques massives (Pac)**, associées aux dernières manifestations des principaux volcans du Sud. Dépassant parfois 250 mètres d'épaisseur, elles sont fracturées par les fissures de retrait et de nombreuses diaclases ;
- **les terrasses fluviales (aq)** constituées de particules argileuses, mêlées de débris variés de roches et de minéraux ;
- **les sables et galets des plages (as).**

Une étude plus récente, intitulée « étude hydrogéologique du bassin versant de la rivière Lostau », réalisée en 1986 (rapport BRGM 86 ANT 004), renseigne également sur la géologie de ce secteur (Illustration 13). Les lithologies rencontrées sont les suivantes :

- **Les andésites avec coulées acides, les andésites visqueuses et les dacites des Mamelles** dans la moitié Nord, issues du volcanisme septentrional (mise en place entre 3,5 à 1,2 millions d'années ou 2,5 à 1,2 millions d'années selon les auteurs) ;
- **Les hyaloclastites et coulées d'andésites** dans la moitié Sud, provenant du volcanisme des « Pitons de Bouillante » et du « Sans Toucher » (mise en place entre 2,5 et 0,5 millions d'années).

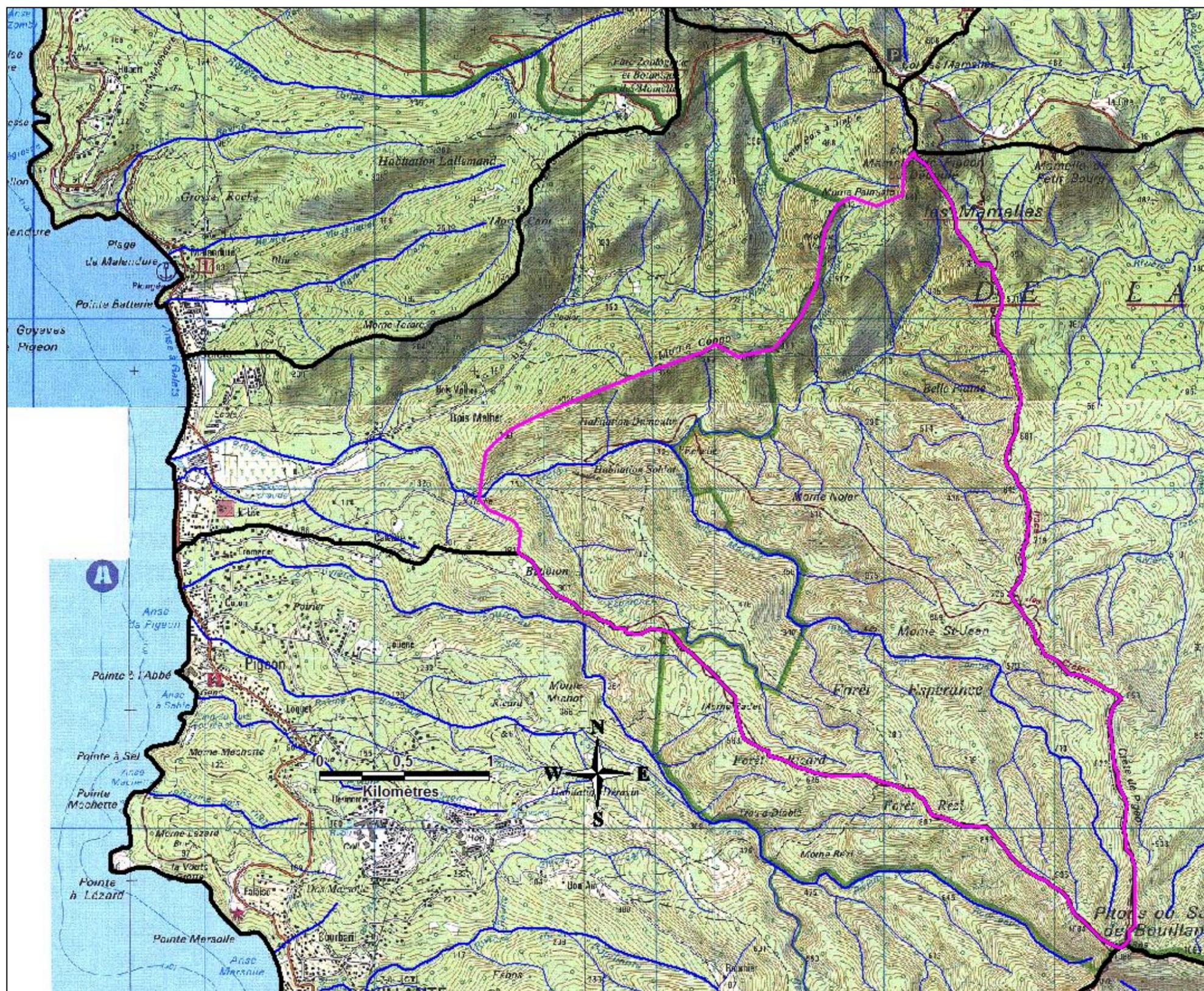


Illustration 11 - Localisation du bassin versant de la rivière Lostau sur fond de carte IGN à 1/25 000 (4605 GT)

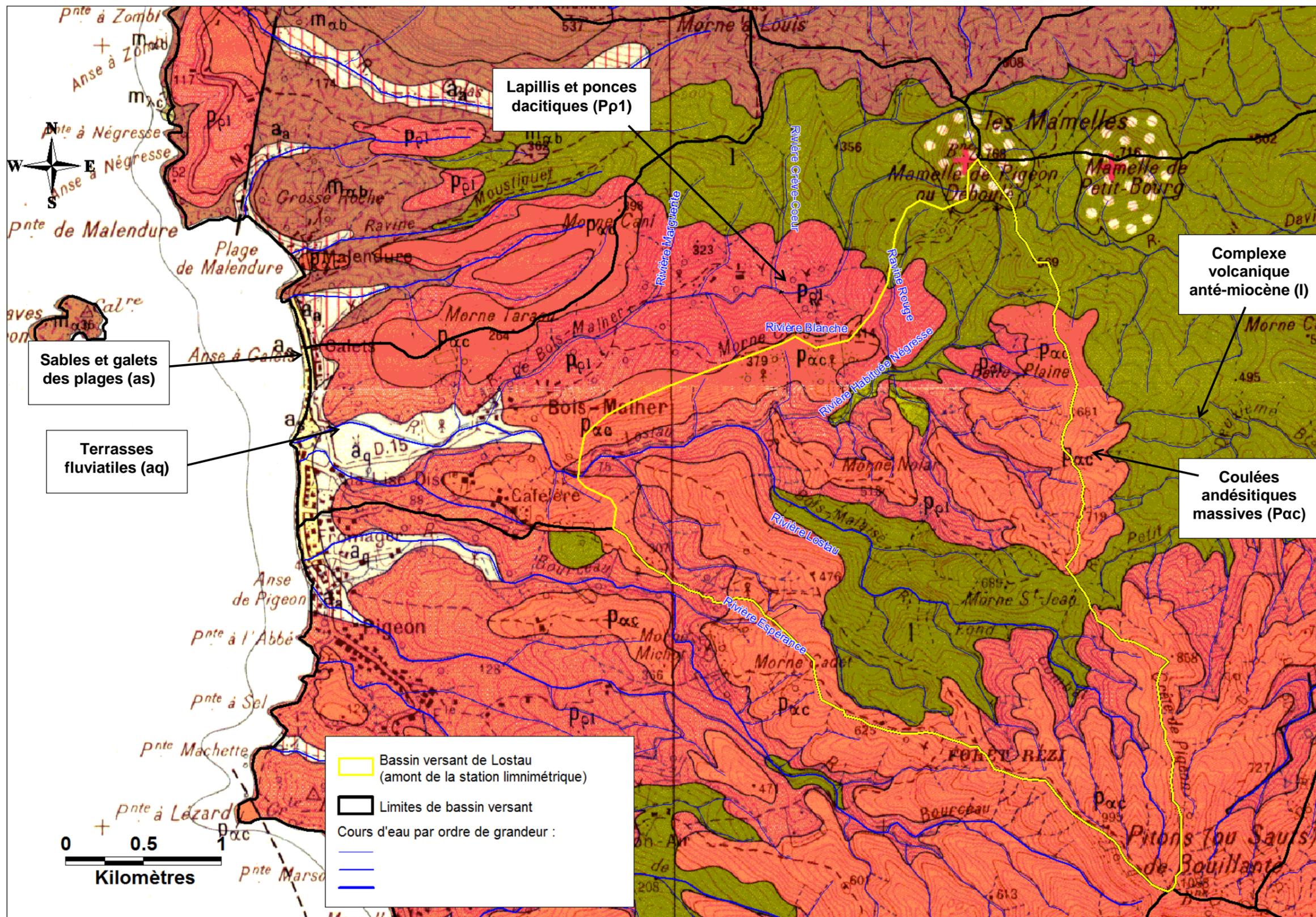


Illustration 12 - Localisation du bassin versant de la rivière Lostau sur fond de carte géologique de la Basse-Terre au 1/50 000 (Reynal de Saint-Michel et al., 1966)

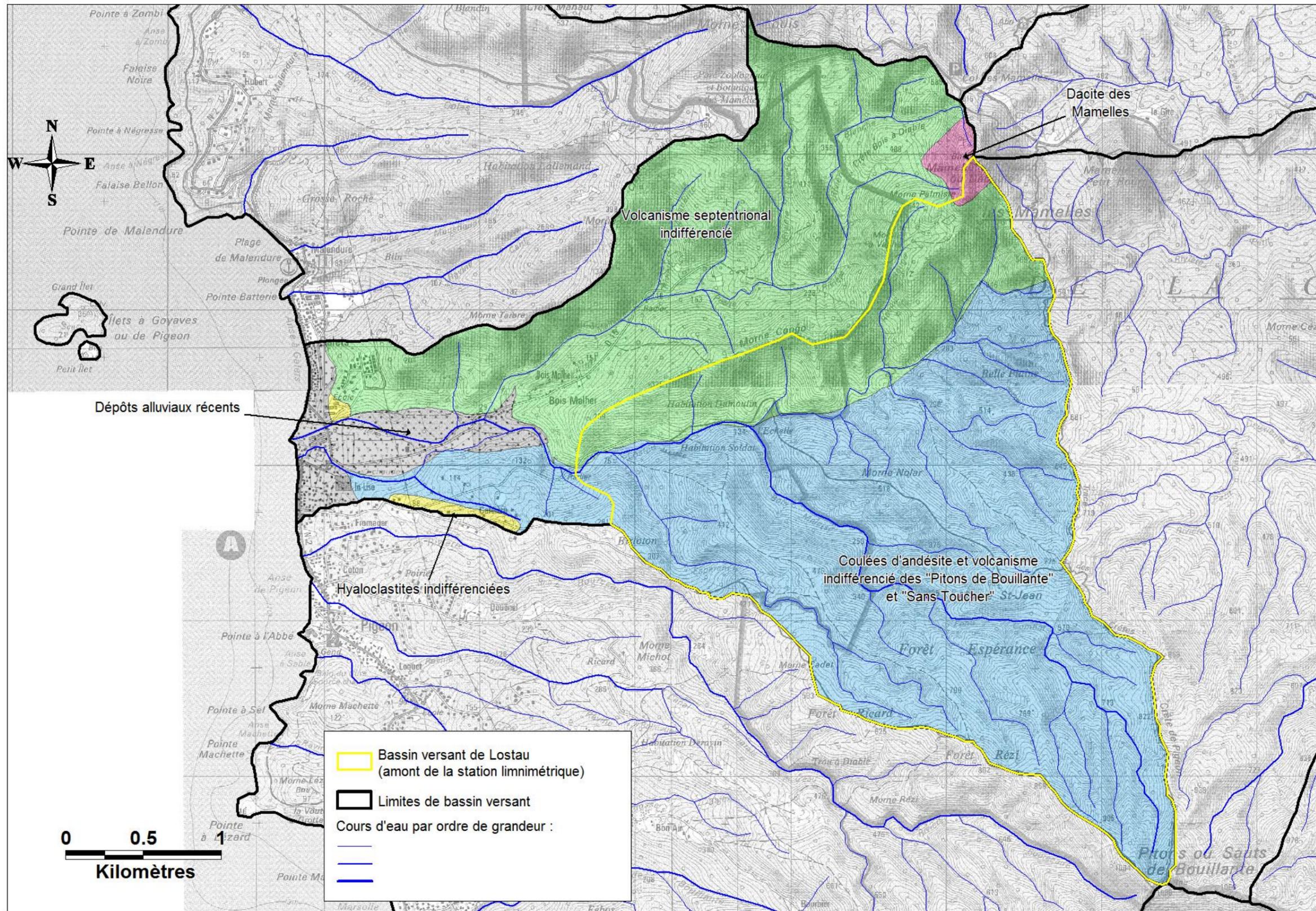


Illustration 13 - Localisation du bassin versant de la rivière Lostau sur fond de carte géologique réalisée en 1986 (Deshons, 1986)

4.3.3. Reconnaissances géologiques

Lors des travaux de reconnaissance de terrain menés du 13 au 15 mars 2012, plusieurs faciès ont été identifiés sur le bassin versant de Lostau (cf. Illustration 14 à 16 et Illustration 19).

- **Les laves andésitiques porphyriques** : elles sont massives et forment souvent des affleurements de quelques mètres de haut, voire des cascades dans les ravines. C'est une roche à patine sombre, à pâte gris-foncée légèrement violacée à phénocristaux de plagioclases et pyroxènes. Les diaclases obliques y sont nombreuses (rétractation lors du refroidissement de la lave. Deux faciès typiques sont remarquables (Illustration 14 et Illustration 16) :
 - **Le cœur de coulée** qui présente des diaclases très fréquentes horizontales à subhorizontales dessinant des tables, témoignage de l'écoulement laminaire du centre de la coulée ;
 - **Les laves scoriacées** à surfaces très rugueuses et très irrégulières, à boules roulées, rougeâtres, sombres et peu fracturées, qui correspondent à une zone de la coulée qui a refroidi plus rapidement (semelle, sommet ou front de la coulée).
- **Les brèches pyroclastiques** : elles résultent d'éboulement de roches volcaniques et sont constituées de blocs anguleux, de nature et de taille hétérogènes (Illustration 17 et Illustration 18). Le ciment est constitué par des cendres et des lapillis mais il est souvent argilitisé de couleur rouille sur le terrain dans les secteurs fortement altérés. Aucune diaclase n'a été observée dans ces formations bréchiques.
- **Les dépôts cendreux et lapillis** : grain fin, quelques rares blocs d'une dizaine de centimètres, contenant de nombreux petits graviers anguleux (les lapillis) dessinant des lamines horizontales (Illustration 15). Aucune diaclase n'y a été observée.
- **Les alluvions** : souvent présentes sous forme de lentilles en plaquage dans les ravines. La matrice est sableuse à graveleuse, rouille à blocs arrondis de taille décimétrique à pluri-centimétrique.



Illustration 14 - Cœur de coulée et semelle scoriacée de lave massive (position GPS n°133)

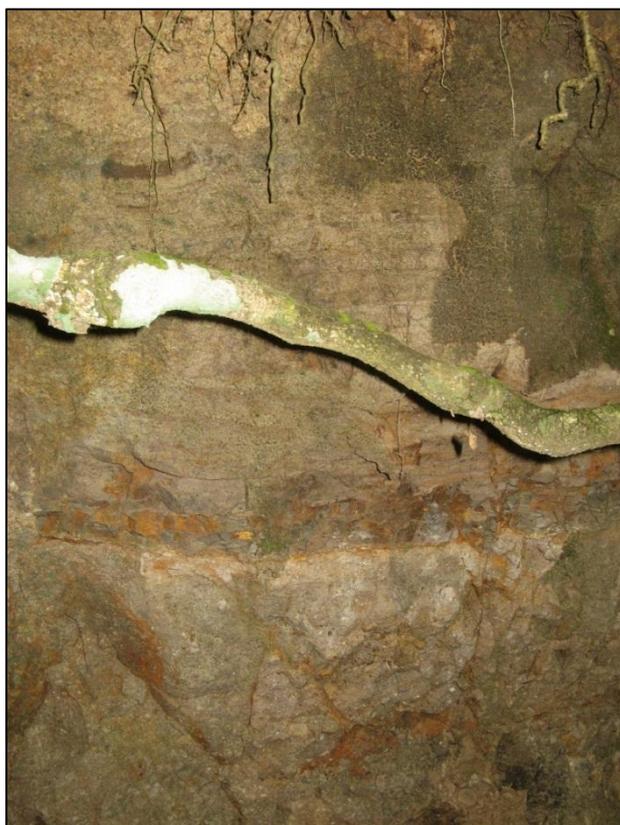


Illustration 15 - Dépôt cendreux (position GPS n°143)

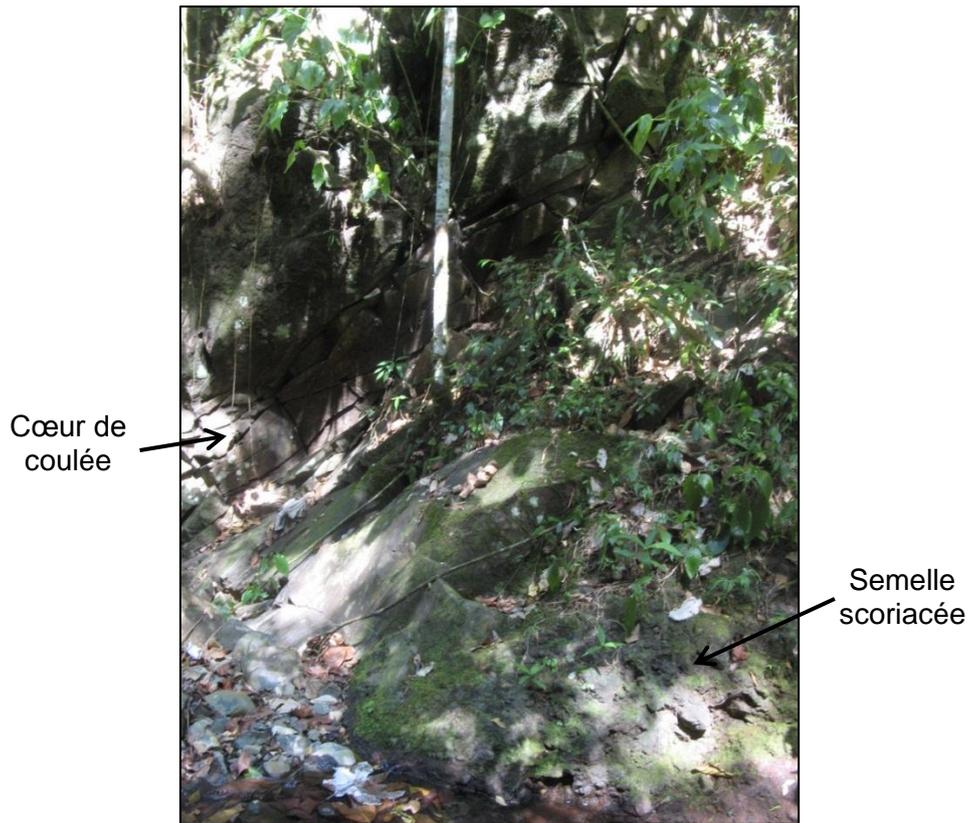


Illustration 16 - Cœur de coulée et semelle scoriacée de lave massive (position GPS n°155)



Illustration 17 - Brèche pyroclastique (position GPS n°211)



Illustration 18 - Brèche pyroclastique (position GPS n°219)

Deux failles ont été identifiées sur le terrain :

- Au point GPS n°177 de direction N170, subverticale et de jeu indéterminé ;
- Au point GPS n°223 de direction N100, subverticale et de jeu indéterminé.

En conclusion, suite aux reconnaissances géologiques de terrain et à l'analyse des cartes géologiques pré-existantes, il a été mis en évidence trois ensembles géologiques (Illustration 20) :

- En aval du bassin versant, c'est-à-dire à l'Ouest de la station limnimétrique, un ensemble de terrains alluvionnaires et colluvionnaires remaniant les formations présentes en amont du bassin versant. Le secteur est relativement plat et aucun affleurement en place n'a été remarqué.
- Dans les ravines Espérance et Lostau, une succession de coulées de laves andésitiques porphyriques massives plus ou moins altérées, mais toujours diaclasées. Dans un petit secteur situé à la confluence des deux ravines, il existe un affleurement de cendres et lapillis dont l'extension exacte n'a pas pu être déterminée.
- Dans la moitié Nord, dans les ravines Marguerite et Crève-Cœur, une succession de coulées de laves andésitiques porphyriques massives plus ou moins altérées, mais toujours diaclasées recouvrant des coulées pyroclastiques très souvent altérées, mais non fracturées.

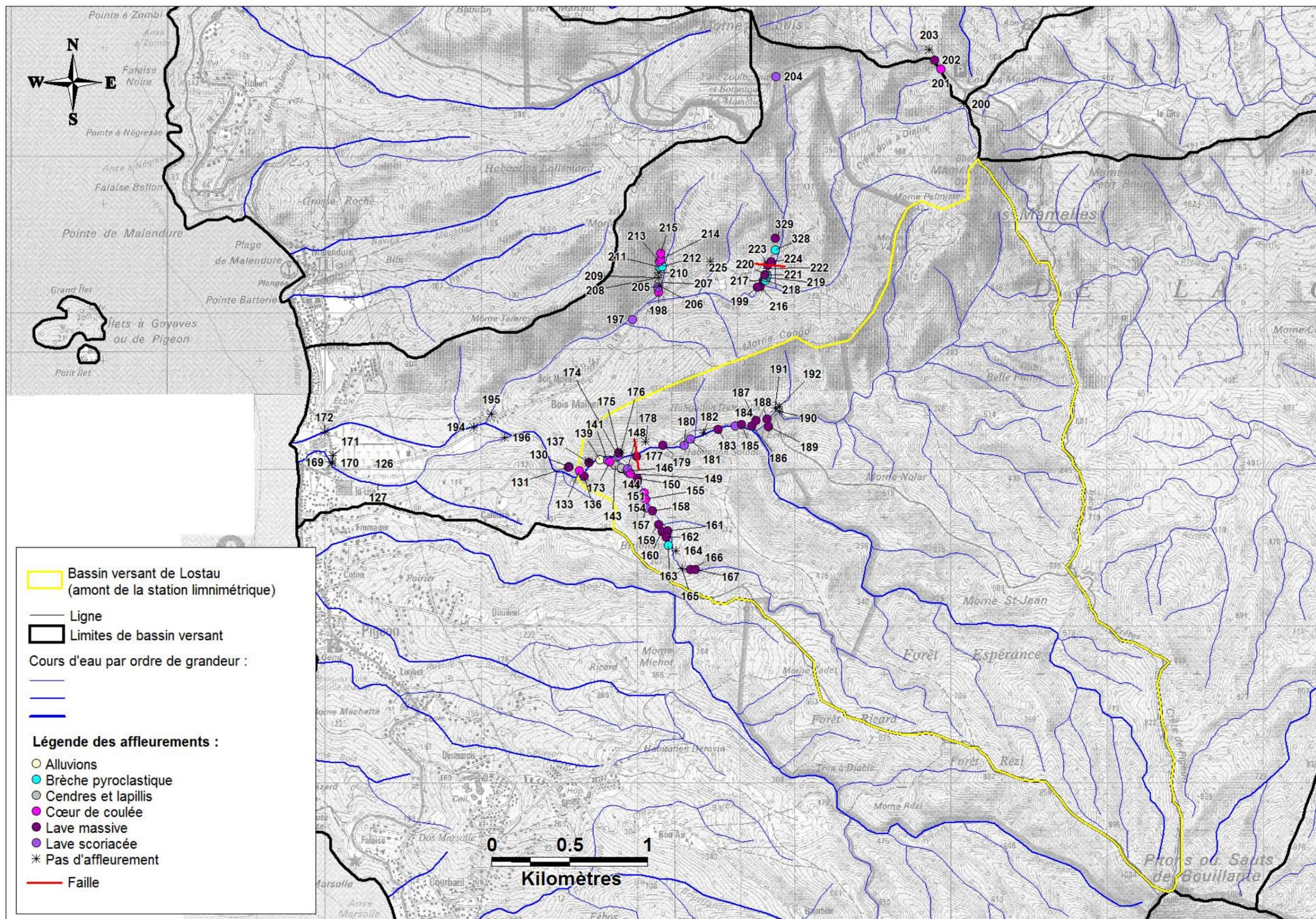


Illustration 19 - Carte des affleurements et failles repérés sur le bassin versant de la rivière Lostau

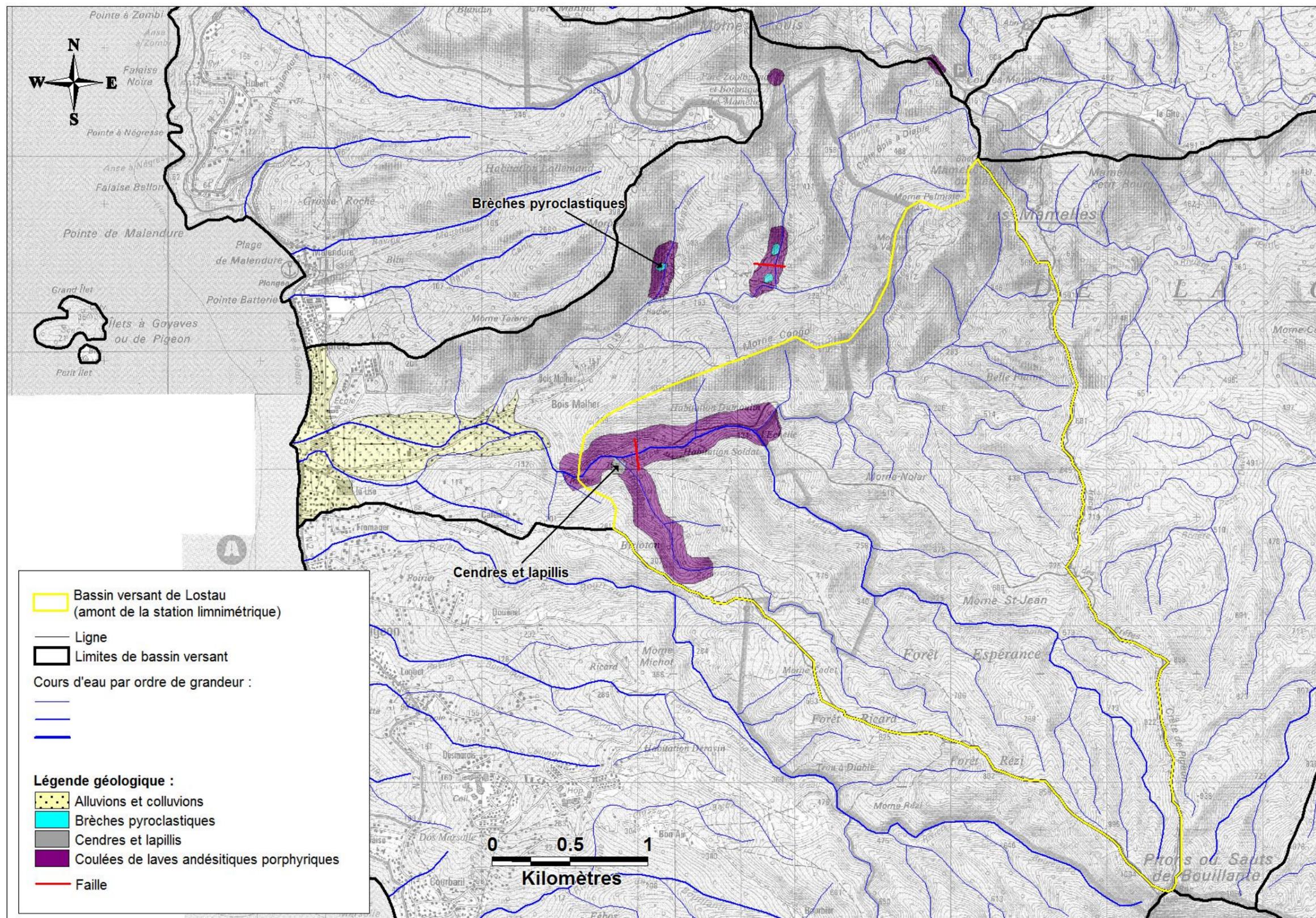
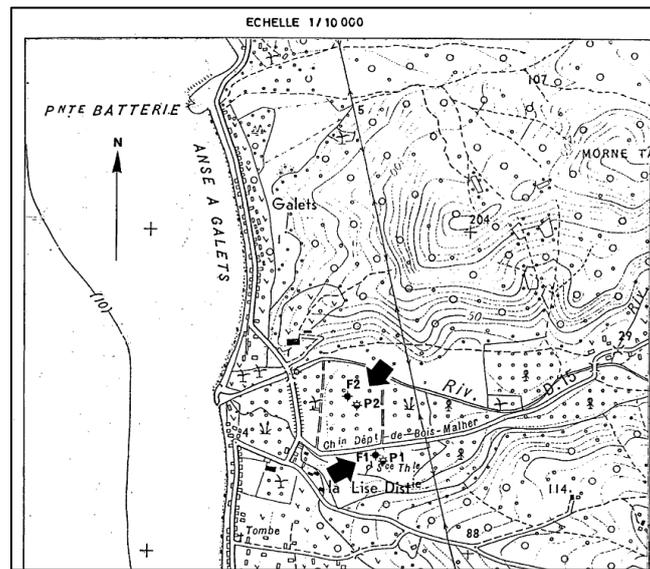


Illustration 20 - Carte géologique levée lors de la campagne de reconnaissance du bassin versant de la rivière Lostau en mars 2012

4.3.4. Reconnaissances hydrogéologiques

Prospections antérieures et informations en BSS

La nappe alluviale de la rivière Lostau a fait l'objet d'études hydrogéologiques effectuées par le BRGM (rapports BRGM 86 ANT 004 et 88 GLP 102). En 1986, suite à la réalisation de 11 sondages électriques le long de 4 profils en zone alluviale, deux forages de 30 m de profondeur (FL1 et 2) et deux piézomètres de 10 m (PL1 et 2) ont été réalisés sur une droite Nord-Sud au niveau de la source de La Lise. Selon les résultats d'étude, le forage FL1 a recoupé 9 m d'alluvions grossières puis 21 m de tuf grossier. Le forage FL2 a recoupé 15 m d'alluvions grossières puis 15 m de tuf grossier à ciment sablo-argileux. Pour ces deux forages, un PVC crépiné a été installé de 3 à 30 m de profondeur.



Ces quatre ouvrages n'ont pas été retrouvés lors des investigations de terrain menés en juillet 2004 (rapport BRGM/RP-53404-FR) : ils ont très probablement été recouverts ou détruits.

Le suivi piézométrique effectué entre juin 1983 et décembre 1986 (rapport BRGM 88 GLP 102) indique que la nappe alluviale alimente en permanence la rivière Lostau.

Des essais de pompage effectués sur ces forages :

- 2 sur FL1 de durées respectives d'1h55 (31/01/83) et de 5h30 (08/02/83) pour des débits de pompages de 7,3 m³/s et 6,9 m³/S, maintenus durant toute la durée des pompages ;
- 1 sur FL2 d'une durée de 5h33 (18/03/83) pour un débit sortant constant de 7 m³/s;

L'interprétation des courbes de descentes et de remontée indiquent l'existence d'un effet de drainance ascendante vers l'aquifère alluvial depuis les formations volcaniques sous-jacentes (« tufs » d'après les auteurs du rapport), situés de 20 à 30 m de profondeur selon l'interprétation des sondages électriques (rapport BRGM 86 ANT 004). Ceci conduit à une stabilisation des rabattements en cours de pompage. Les transmissivités estimées dans les alluvions au moyen de la méthode d'Hantush, en tenant compte de l'effet de drainance, oscillent entre $1,6 \cdot 10^{-4}$ et $3,6 \cdot 10^{-3}$ m²/s, valeurs relativement élevées attestant d'une bonne

perméabilité des formations alluviales. La porosité de l'aquifère oscille entre 1 et 7,4 % (rapport BRGM 86 ANT 004).

Une étude détaillée des variations piézométriques au moyen de modèles globaux et de traitement du signal (rapport BRGM 88 GLP 102) a démontré l'alimentation de la nappe alluviale par la rivière Lostau, par la pluie s'infiltrant sur la plaine alluviale, ainsi que par drainance à partir des formations volcaniques sous-jacentes, ce qui confirme les informations tirées des pompages d'essai.

Par ailleurs, aucune fluctuation piézométrique due à la marée n'a été relevée dans la nappe alluviale au piézomètre PL2 lors de l'enregistrement en continu des niveaux d'eau.

Sur le bassin versant de Lostau, seule la source de La Lise est répertoriée en BSS (identifiant BSS : 1152ZZ0023/SO). Cette source chaude (33 à 34°C) est une source de débordement présente dans les alluvions fluviales (aq) de la partie aval du bassin (débordement et drainage de la nappe alluviale de la rivière Lostau). Selon les informations disponibles en BSS, son faciès est de type bicarbonaté sodique, l'origine de sa minéralisation résultant d'un mélange d'eau météorique et d'eau d'un aquifère superficiel réchauffé par conduction. L'apport de fluide géothermal est exclu. Enfin, son débit est relativement faible (estimé à 0,2 l/s) (rapports BRGM/RP-55060-FR et BRGM 82 ANT 013).

Etant donné la transmissivité relativement élevée de l'aquifère alluvial d'une part et le fort gradient hydraulique au sein de ce même aquifère d'autre part (gradient de l'ordre de 1 %), la quantité d'énergie thermique apportée à l'aquifère superficiel est significative.

Une analyse physico-chimique faite sur un échantillon prélevé en cours de pompage sur le forage FL1 a montré que l'eau souterraine, peu minéralisée, présentait un faciès carbonaté magnésien relativement comparable à l'eau de la source de La Lise (diminution du magnésium et augmentation du sodium). Par ailleurs la potabilité était bonne. (rapport BRGM 86 ANT 004).

Identification des formations aquifères et imperméables

Les informations indiquées ci-dessous se sont appuyées : sur l'étude concernant l'hydrogéologie du bassin versant de la rivière Lostau (rapport BRGM 86 ANT 004), sur le suivi piézométrique de la basse vallée de la rivière Lostau (rapport BRGM 88 GLP 102) et sur la synthèse des connaissances hydrogéologiques de la zone de Bouillante (rapport BRGM/RP-53404-FR).

La zone de Bouillante est connue pour son potentiel géothermique. Cependant, les aquifères, caractéristiques de ce phénomène, sont profonds (plus de 500 m de profondeur) et ne sont pas envisageables pour l'alimentation en eau potable.

A l'aval du bassin versant, il a été mis en évidence deux niveaux superposés ayant des qualités aquifères (informations issues des sondages électriques de 1986) :

- le niveau supérieur constitué d'alluvions fluviales (niveau résistant entre 120 et 500 Ω m, épaisseur entre 4 et 10 m, attribué aux alluvions sèches) et de tufs volcano-sédimentaires, présentant une perméabilité d'interstices (niveau intermédiaire entre 30 et 90 Ω m, épaisseur entre 10 et 35 m, attribué aux alluvions, tufs grossiers et terrains volcaniques saturés d'eau) ;
- le niveau inférieur correspondant au substratum volcanique fissuré, présentant une perméabilité en grand de fissure (niveau conducteur entre 12 et 30 Ω m, attribué au substratum volcanique fissuré et altéré).

D'après le rapport BRGM/RP-53404-FR, le potentiel réel de ces aquifères n'a pas été vérifié. Ils pourraient au mieux satisfaire des besoins locaux (quelques mètres cubes à dizaines de mètres cubes par heure). Par ailleurs, ces aquifères sont « contaminés » par des eaux thermales, ce qui peut limiter significativement leurs usages.

On peut signaler que les forages réalisés en 1986 n'ont pas dépassé l'horizon des tufs volcano-sédimentaires et n'ont donc pas atteint le substratum volcanique.

A l'amont du bassin versant, deux formations sont répertoriées : la plus au Nord constituée d'un volcanisme septentrional indifférencié, et au Sud une formation composée de coulées andésitiques et de volcanisme indifférencié. Cette dernière formation a été identifiée (rapport BRGM/RP-53404-FR) comme le grand ensemble hydrogéologique médian de la chaîne axiale, composé d'empilements de coulées de laves d'épaisseur pluridécamétrique.

Mesures physico-chimiques in situ

Les mesures physico-chimiques in situ réalisées sur le bassin versant de la rivière Lostau les 13, 14 et 15 mars 2012 sont localisées en Illustration 21. Les résultats de ces mesures physico-chimiques in situ sont regroupés dans le tableau présenté en Illustration 22.

Dates	Point de mesure	Localisation	X_WGS84 (m)	Y_WGS84 (m)	Conductivité (µS/cm)	Température (°C)	Altitude_GPS (m_NGG)
13/03/2012	1	Source La Lise 1152Z2023	631273	1786945	326	34.8	21 m
13/03/2012	2	Ravine amont source La Lise	631342	1786914	331	25.1	21 m
13/03/2012	3	Rivière Lostau radier	632599	1786980	132.2	22.4	41 m
13/03/2012	4	Rivière Lostau aval Espérance	632850	1787056	132.5	22.9	128 m
13/03/2012	5	Ravine Espérance aval	632856	1787029	151.6	22.2	82 m
13/03/2012	6	Ravine Espérance cascade	632952	1786974	151.5	22.3	151 m
13/03/2012	7	Griffons rive droite	633096	1786736	218	22.8	139 m
13/03/2012	8	Ravine Espérance amont griffons	633133	1786648	148.6	22.1	162 m
13/03/2012	9	Griffons rive droite	633194	1786609	165.5	22.6	185 m
13/03/2012	10	Ravine Espérance amont griffons	633185	1786571	149	22.1	244 m
13/03/2012	11	Ravine Espérance aval confluence	633286	1786365	145.1	22	220 m
13/03/2012	12	Affluent rive gauche ravine Espérance	633339	1786360	187.2	22.5	247 m
13/03/2012	13	Ravine Espérance amont	633367	1786360	137.5	21.7	245 m
14/03/2012	1	Ravine La Lise	631050	1787049	328	29.3	9 m
14/03/2012	2	Rivière Lostau aval	631001	1787241	149.6	23.7	15 m
14/03/2012	3	Rivière Lostau amont Espérance	632876	1787083	131.2	23	137 m
14/03/2012	4	Rivière Lostau amont habitation	632994	1787087	131.3	22.8	75 m
14/03/2012	5	Rivière Lostau amont buse	633422	1787233	131.4	22.4	123 m
14/03/2012	6	Affluent rive droite rivière Lostau	633370	1787240	sec	sec	/
14/03/2012	7	Rivière Lostau aval Habituee Nègresse	633663	1787286	133.4	22.1	224 m
14/03/2012	8	Rivière Bois Malaise (amont Habituee Nègresse)	633731	1787278	114.5	21.8	213 m
14/03/2012	9	Ravine Habituee Nègresse aval	633758	1787315	170.5	22.5	268 m
14/03/2012	10	Ravine Habituee Nègresse griffons rive droite	633826	1787322	430	23.2	223 m
14/03/2012	11	Ravine Habituee Nègresse amont griffons	633882	1787394	169.2	22.6	230 m
14/03/2012	12	Affluent rive droite ravine Habituee Nègresse	633906	1787403	319	23	252 m
14/03/2012	13	Rivière Lostau aval pont D15	631953	1787271	147.7	25.1	34 m
14/03/2012	14	Rivière Bois Malher aval pont D15	632067	1787356	228	24.3	50 m
14/03/2012	15	Rivière Lostau amont Bois Malher	632151	1787206	133	24.3	46 m
14/03/2012	16	Affluent rive gauche rivière Bois Malher	632977	1787915	360	25	/
14/03/2012	17	Rivière Bois Malher radier	632969	1787960	219	22.9	133 m
14/03/2012	18	Ravine Marguerite aval D15	633133	1788136	517	23.1	156 m
14/03/2012	19	Affluent rive droite Petite rivière	633485	1788266	sec	sec	/
14/03/2012	20	Ravine Crève-Coeur aval	633881	1788191	331	22.4	/
14/03/2012	21	Ravine Petite rivière amont Crève-Coeur	633920	1788145	184.9	22.2	/
14/03/2012	22	Ravine Petite rivière aval Crève-Coeur	633849	1788166	194.8	22.2	236 m
15/03/2012	1	Rivière Blanche amont	635084	1789338	sec	sec	625 m
15/03/2012	2	Ravine Crève-Coeur amont	633887	1789513	sec	sec	555 m
15/03/2012	3	Ravine Marguerite	633145	1788197	546	22.5	165 m
15/03/2012	4	Ravine Marguerite milieu	633159	1788299	531	22.8	215 m
15/03/2012	5	Ravine Marguerite amont	633149	1788380	543	22.2	226 m
15/03/2012	6	Ravine Crève-Coeur milieu	633882	1788274	323	22.1	204 m
15/03/2012	7	Ravine Crève-Coeur amont	633900	1788373	320	22.1	251 m
22/03/2012	1	Ravine Crève-Coeur	633882	1788403	294	22.4	246 m
22/03/2012	2	Ravine Crève-Coeur amont	633881	1788479	280	22.3	298 m

Illustration 22 - Mesures physico-chimiques in situ de mars 2012 sur le bassin versant de la rivière Lostau

La rivière Lostau a une conductivité qui varie d'amont en aval de 115 à 150 µS/cm environ. La ravine Espérance l'alimentant en rive gauche présente des conductivités plutôt faibles (138 à 152 µS/cm) malgré la présence de griffons en rive droite (166 et 218 µS/cm) et d'un affluent rive gauche (187 µS/cm), ce qui ne permet pas de démontrer une contribution d'eaux souterraines minéralisées à l'écoulement de surface (une contribution d'eau de nappe peu minéralisée reste envisageable)

A l'inverse, les ravines en rive droite présentent des conductivités plus importantes. Au total, deux ravines ont été remontées sur le terrain :

- Ravine Habitée Négresse : conductivités comprises d'amont en aval entre 169 et 171 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (des griffons ont été mesurés en rive droite : 430 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- Rivière Bois Malher (et Petite Rivière) : conductivités comprises d'amont en aval entre 185 et 219 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cette ravine comporte elle-même deux ravines en rive droite :
 - Rivière Crève-Cœur : conductivités comprises d'amont en aval entre 280 et 331 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
 - Rivière Marguerite : conductivités comprises d'amont en aval entre 543 et 517 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Ces affluents (directs ou indirects) en rive droite, localisés pour la plupart au sein des formations volcaniques indifférenciées (Rivière Marguerite, Crève-Cœur, Bois Mahler), présentent des conductivités élevées qui indiquent une contribution relativement importante des eaux souterraines à l'écoulement de surface.

A l'aval, les conductivités de la rivière Lostau augmentent légèrement (133 à 148 $\mu\text{S}/\text{cm}$) en raison de la confluence avec la rivière Bois Mahler (228 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Malgré une différence importante de conductivité entre ces deux cours d'eau, l'augmentation reste faible en raison du débit significativement plus faible de la rivière Bois Mahler.

Sur ce bassin, on ne constate cependant pas de relation entre la conductivité et la température.

Les observations de mars 2012 ont montré plusieurs secteurs secs notamment sur la partie Nord du bassin versant (amont rivière Crève-Cœur et rivière Blanche). Ces assecs peuvent être liés au caractère amont des rivières (pas assez d'eau ou nappe trop basse en saison de carême).

Enfin, la source de La Lise, évoquée précédemment, a été retrouvée sur le terrain : elle présente une conductivité de 326 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et une température de 34,8°C et témoignent bien de la résurgence d'eau souterraine.

En résumé, l'évolution de la minéralisation de la rivière Lostau d'amont en aval indique que la contribution des eaux souterraines minéralisées aux écoulements de surface est faible. En effet, les conductivités restent peu élevées (jusqu'à 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ seulement). Il est donc possible que la formation de coulées andésitiques au Sud du bassin versant, considérée comme un grand ensemble hydrogéologique médian de la chaîne axiale, soit peu productif vis-à-vis de l'écoulement de surface. Toutefois, cela ne signifie pas que cette formation n'est pas aquifère.

Enfin, les différentes ravines et rivières localisées au Nord du bassin versant de la rivière Lostau, ont quant à elle des conductivités intéressantes et significatives permettant de supposer une participation des eaux souterraines aux écoulements de surface.

4.3.5. Sélection de sites pour la réalisation des panneaux électriques

La mission du 13, 14 et 15 mars 2012 a permis de cibler sur la zone amont Nord, présentant les conductivités les plus élevées (entre la rivière Crève-Cœur et la rivière Marguerite), un site intéressant pour la mise en œuvre de 2 panneaux électriques en T (cf. Illustration 23). Cette disposition s'explique par des contraintes d'accessibilité liées (1) à la configuration géographique du site, (2) au cadastre parfois non à jour et n'ayant pas permis d'entrer en contact avec certains propriétaires. Après réalisation et interprétation des profils, le BRGM proposera un emplacement potentiel de forage de reconnaissance.

A l'aval, il a été également choisi une zone à prospector dans les alluvions. La source de débordement indique un niveau piézométrique relativement proche de la surface. De plus, si l'aquifère alluvionnaire est continu avec l'aquifère volcanique à l'amont, il est envisageable d'espérer un bon renouvellement de l'eau souterraine. La mise en œuvre de panneaux électriques en T sera donc faite au droit de ce secteur (cf. Illustration 23). Initialement prévu en crois, le refus de passage sur la parcelle à l'ouest du profil Est-Ouest explique cette disposition.

Cette zone aval est sujette à de potentielles pressions urbaines et agricole pouvant impacter la ressource en eau. Néanmoins, l'existence d'une nappe dans ce secteur justifie la mise en œuvre de prospections.

En raison des difficultés d'accès routiers, des faibles conductivités enregistrées et de la présence importante d'une ZNIEFF², la zone Sud de la partie amont du bassin versant de la rivière Lostau ne fera pas l'objet de prospections géophysiques.

² Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

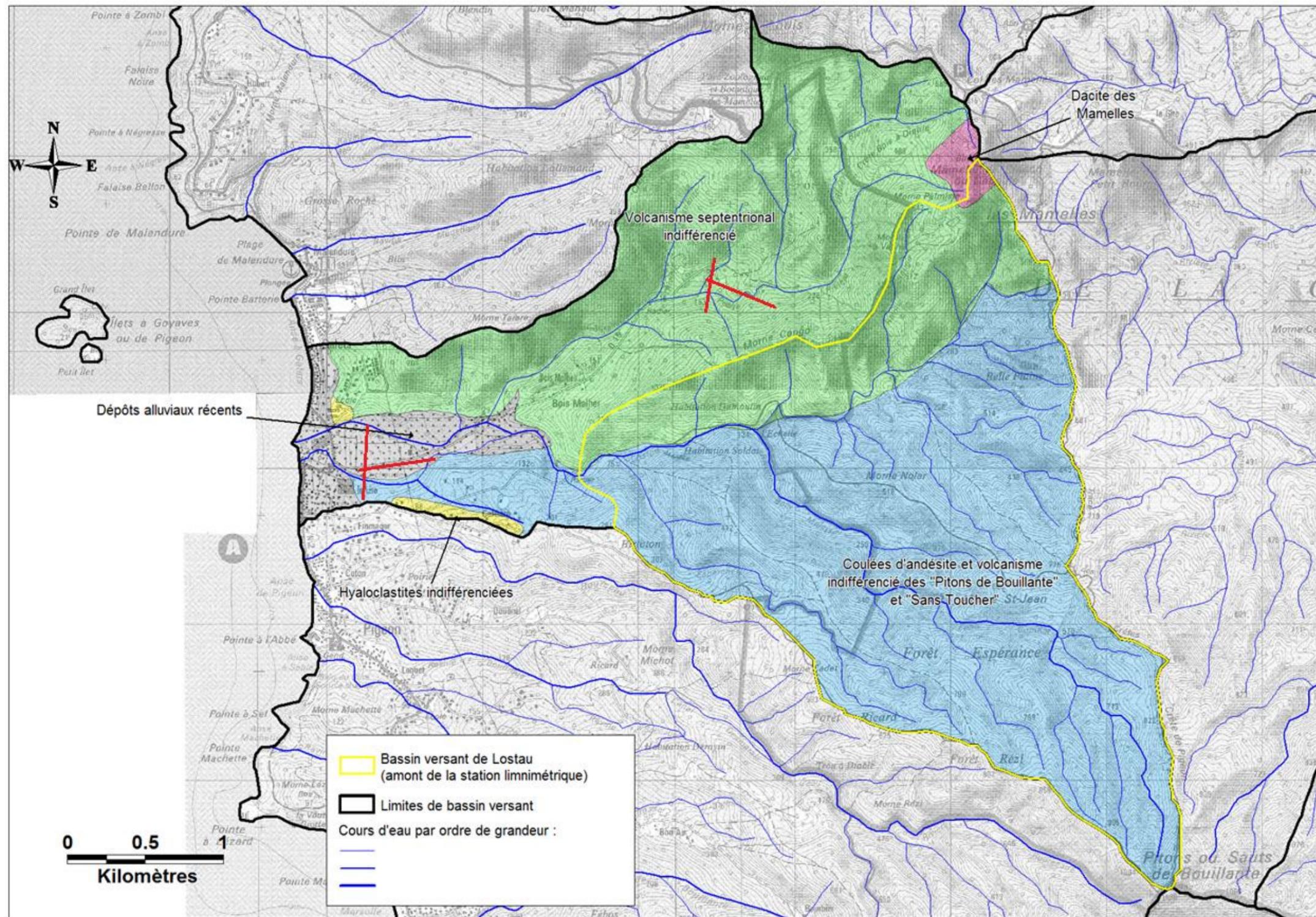


Illustration 23 - Localisation des panneaux électriques (en rouge) réalisés en mai 2012 sur le bassin de la rivière Lostau (fond de carte géologique Deshons 1986)

4.4. RECONNAISSANCES SUR LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE DE NOGENT

4.4.1. Localisation

Le bassin versant de la rivière Nogent est situé sur la commune de Sainte-Rose au Nord de la Basse-Terre (cf. Illustration 24). Il s'étire selon une direction Sud – Nord depuis le Morne Mazeau, sur une superficie de 15,48 km². Son altitude varie entre 64 et 642 m NGG.

4.4.2. Contexte géologique

Les formations géologiques rencontrées sur le bassin versant de la rivière Nogent (cf. Illustration 25) sont essentiellement associées au volcanisme septentrional du Miocène et présentent, selon la dénomination de la carte géologique de la Basse-Terre au 1/50 000 (Reynal de Saint-Michel et al, 1966), les lithologies ci-après :

- le **complexe volcanique antémioène (I)**, qui forme le substratum de la Basse-Terre, est constitué d'argiles résiduelles au sommet, de conglomérats continentaux déposés suite à une longue période d'érosion et à la base des formations volcaniques en place ;
- les **coulées labradoritiques de la Couronne (mλc)** qui résultent de la dernière phase fluidale du volcanisme septentrional, ont une puissance pouvant dépasser 200 mètres. Ce sont des laves massives largement fissurées (fissures de retrait en tous sens et nombreuses diaclases) et fortement altérées ;
- les **coulées andésitiques de Pointe-Noire (mac)** issues du dernier terme du cycle septentrional, sont constituées d'épaisses laves massives (jusqu'à 200 mètres d'épaisseur) très fissurées ;
- les **alluvions de rivières (aa)** du Quaternaire qui peuvent constituer un réservoir poreux continu contenant une nappe d'eau libre connectée avec la rivière.

La rivière dans sa partie avale suit un réseau de failles orientée SW-NE d'âge anté-Miocène et Nord-Sud d'âge Miocène Supérieur.

Une étude plus récente de recherche en eau souterraine dans le Nord-Est de la Basse-Terre, réalisée en 1983 (rapport BRGM 83 ANT 004), renseigne en partie sur la géologie du bassin versant de Nogent (cf. Illustration 26). Les lithologies représentées dans le secteur Nord-Est du bassin versant de Nogent sont :

- **Les coulées de lave massive d'andésite porphyrique**, illustrant la phase d'activité majeure de la chaîne septentrionale. Ce sont des coulées fracturées qui pourraient représenter des réservoirs hydrogéologiques intéressants ;
- L'ensemble des **alluvions grossières, conglomérats et brèches de remaniement, nuées ardentes de dacite à quartz** regroupe des formations géologiques de remaniement résultant de l'érosion des reliefs volcaniques situés plus à l'Ouest (alluvions, conglomérats et brèches) et des formations de la dernière phase du Massif volcanique septentrional (nuées ardentes) qui sont également parfois remaniées.

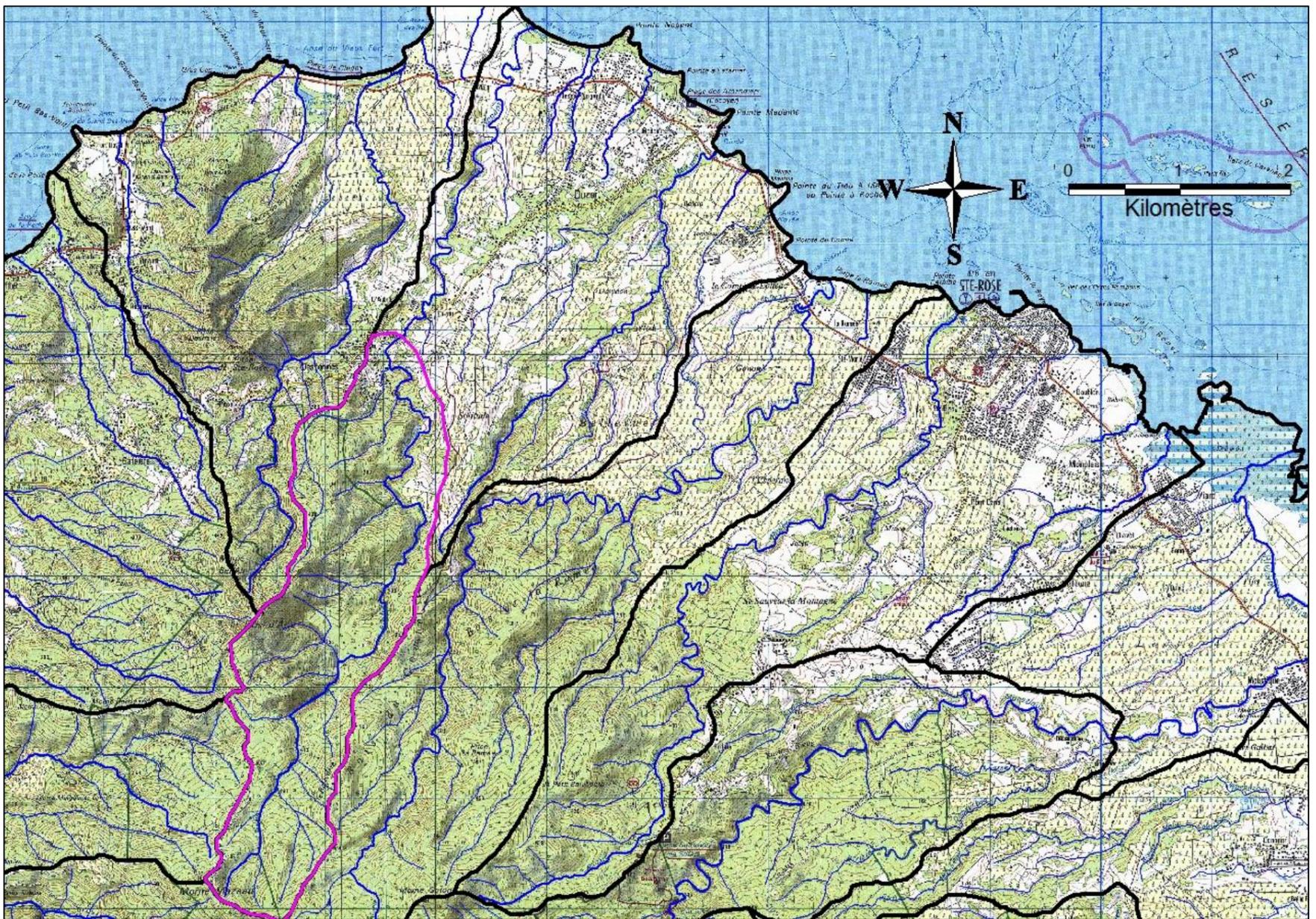


Illustration 24 - Localisation du bassin versant de la rivière Nogent sur fond de carte IGN à 1/25 000 (4602 GT)

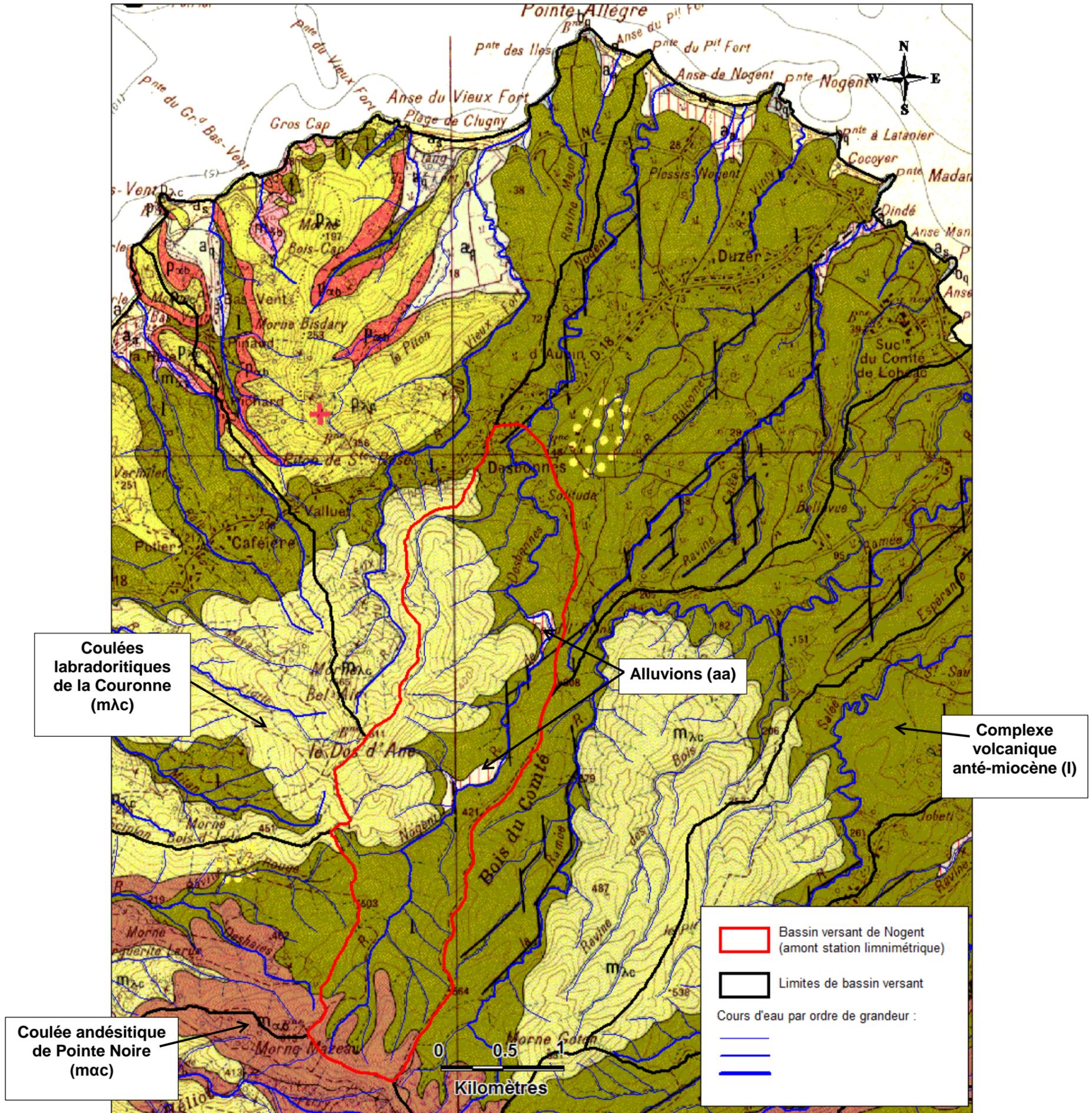


Illustration 25 - Localisation du bassin versant de la rivière Nogent sur fond de carte géologique de la Basse-Terre au 1/50 000 (Reynal de Saint-Michel et al, 1966)

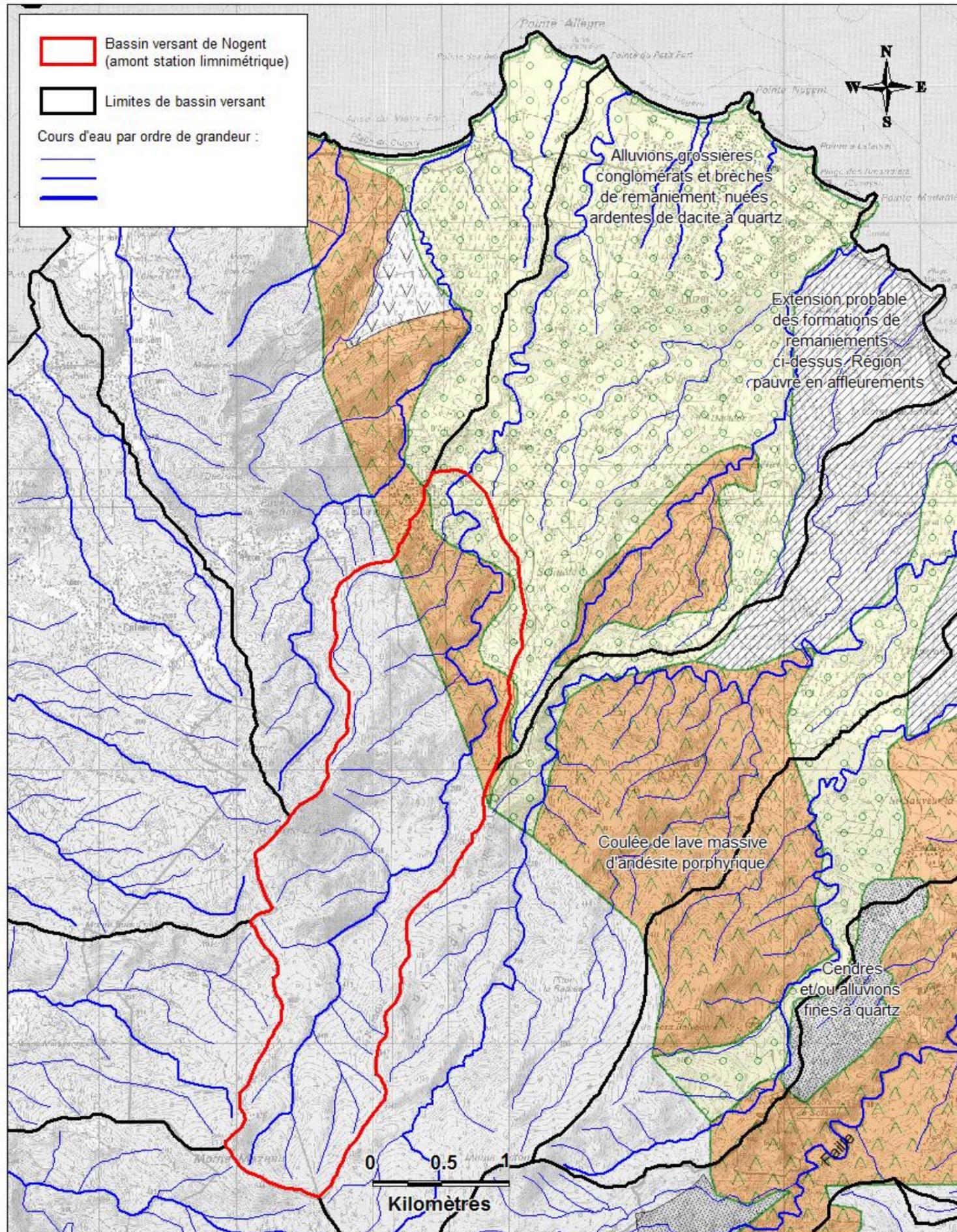


Illustration 26 - Localisation du bassin versant de la rivière Nogent sur fond de carte géologique du Nord-Est de la Basse-Terre (Paulin C. et al, 1983)

4.4.3. Reconnaissances géologiques

Lors des travaux de reconnaissance de terrain menés les 19, 20 et 22 mars 2012, plusieurs faciès ont été identifiés sur le bassin versant de Nogent (cf. Illustration 27 à 33 et Illustration 34) :

- **La partie sommitale du profil d'altération** : essentiellement localisé en amont du bassin versant. C'est un faciès très altéré, très friable, tendre, argileux. La patine est violacée à rougeâtre ou orangé vif, le cœur est plutôt gris-rosé, des fantômes de minéraux sont plus ou moins distinguables selon le degré d'altération (Illustration 27). Des boules en pelure d'oignon y sont parfois observables indiquant un degré d'altération élevé. Cet ensemble semble imperméable car des ruissellements sont notables à de nombreux endroits. Cette formation n'est pas diaclasée.
- **Les filons hydrothermaux** : se trouvent en affleurement massif formant un petit relief dans le paysage (cascade d'1 à 1,5 m) orientés N50-60 au point GPS n°249. Les filons forment un encroûtement ferrugineux très dur (Illustration 30), de couleur sombre rouge-rouille. En aval de ces affleurements, il est possible d'observer des blocs décimétriques de démantèlement de ces filons.
- **Les laves andésitiques aphyriques massives** : plus ou moins altérées, mais souvent diaclasées. La pâte est sombre grisâtre, finement cristallisée, les phénocristaux sont absents (Illustration 31 et Illustration 32). Elles se retrouvent sur le terrain sous plusieurs formes : en place ou remanié. Lorsqu'elles sont en place, il est possible de distinguer :
 - **Le cœur de coulée** : à nombreuses diaclases, vestiges de l'écoulement laminaire de la lave en fusion et du refroidissement de celle-ci ;
 - **Les semelles scoriacées** : de forme encroûtante, contenant des blocs centimétriques à décimétriques sub-anguleux, représentant la semelle, la partie sommitale ou le front d'une coulée ;

Ces laves andésitiques se retrouvent également sous forme remaniée en blocs métriques recouvrant le lit de la ravine de manière éparse ou en empilement (Illustration 28 et Illustration 29) :

- **Les chaos de blocs** : roches à patine grise et présentant souvent des lamines nettes, témoignages des écoulements de lave. La pâte est sombre, grisâtre à noirâtre, aphyrique, à petits cristaux de pyroxènes et plagioclases. Ces blocs sont présents quasiment en permanence dans le lit de la ravine Nogent, en aval du point GPS n°236, c'est-à-dire sous 530 m d'altitude.
- **Lave dacitique remaniée** : uniquement repérée sur un affleurement dans la ravine Balcôme. C'est une roche massive à éléments pluri-centimétriques difficiles à discerner de la matrice. La matrice est gris-clair à phénocristaux (jusqu'à 1 cm) de plagioclases (Illustration 33). Il n'y a aucun pyroxène.



Illustration 27 – Vue générale de la ravine et des affleurements de la partie supérieure du profil d'altération au fond de la ravine Nogent juste à l'aval du Morne Mazeau (position GPS n°232)



Illustration 28 – Blocs de lave andésitique aphyrique reposant sur le faciès de la partie supérieure du profil d'altération (position GPS n°236)

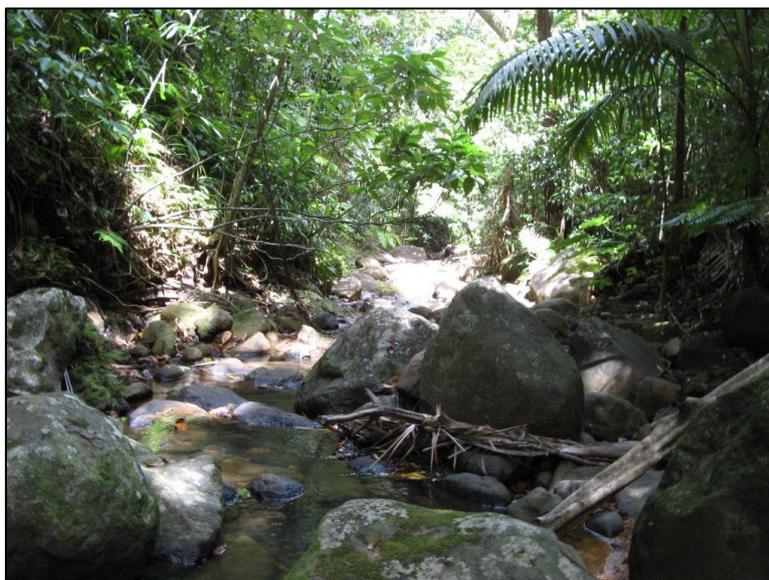


Illustration 29 – Chaos de blocs de lave andésitique aphyrique (position GPS n°254)

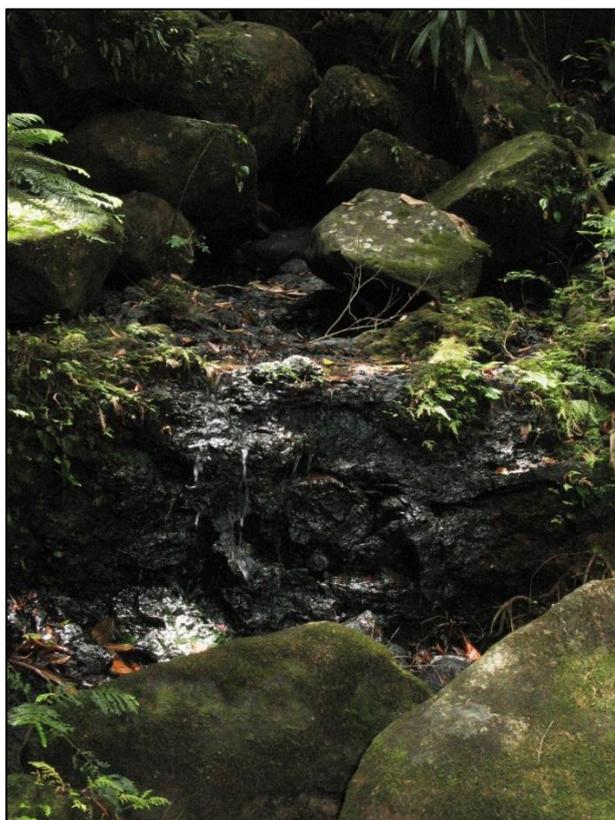


Illustration 30 – Filon hydrothermal (position GPS n°250)



Illustration 31 – Lave andésitique aphyrique massive très diaclasée (position GPS n°259)



Illustration 32 – Échantillon de lave andésitique porphyrique (position GPS n°279)



Illustration 33 – Échantillon de lave dacitique (position GPS n°277)

Deux failles ont été identifiées sur le terrain :

- Au point GPS n°299 de direction N40 et de jeu indéterminé ;
- Au point GPS n°306 de direction N160 et de jeu indéterminé.

Ces directions sont similaires aux deux directions principales de fracturation mentionnées sur la carte géologique de Basse-Terre de 1966 (rappel : SW-NE et Nord-Sud).

Remarque : les reconnaissances terrain ont été réalisées dans les parties amont et aval du bassin versant, la partie centrale étant difficilement accessible (absente de routes, traces) et les reliefs accidentés.

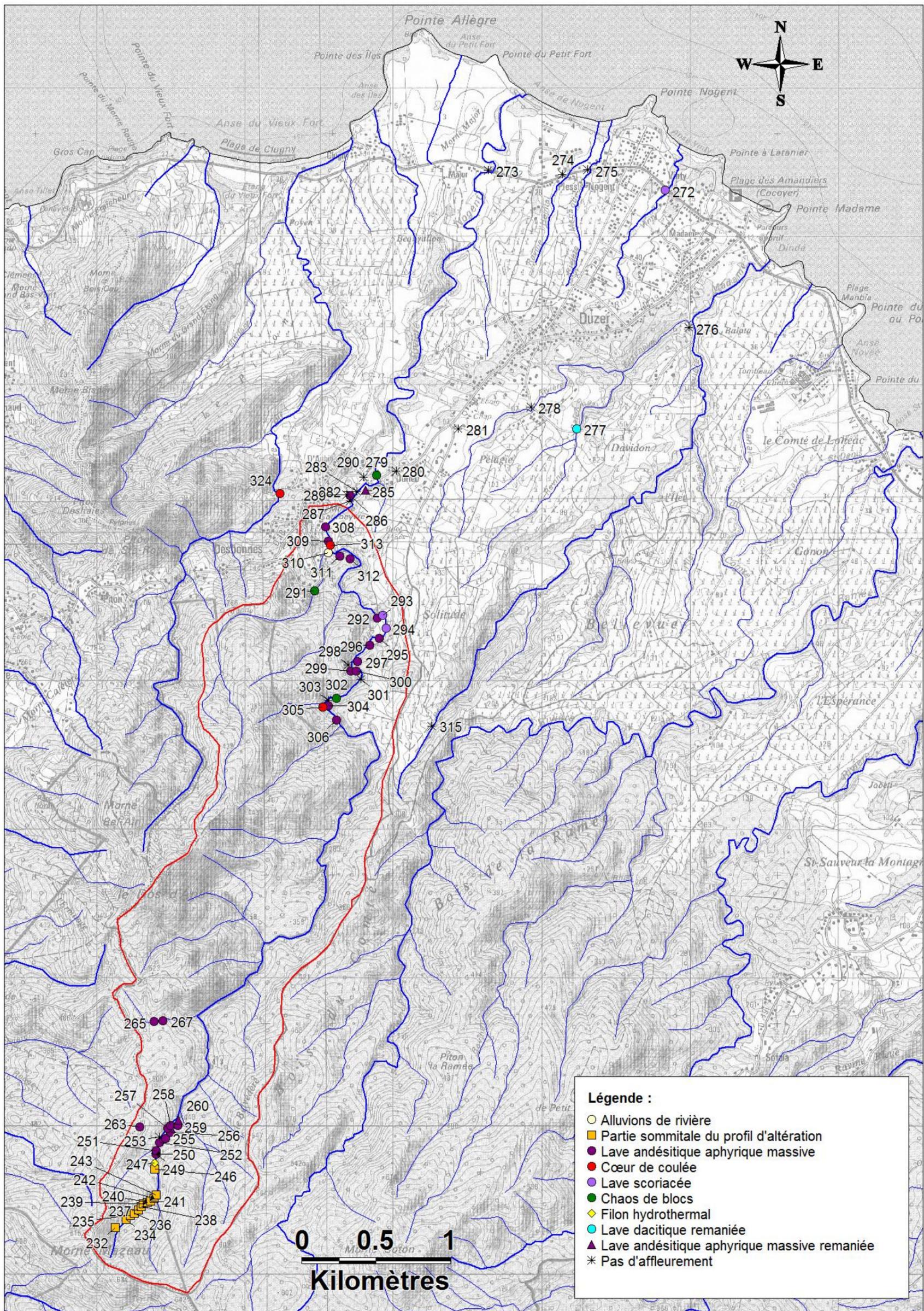


Illustration 34 – Carte des affleurements repérés sur le bassin versant de la rivière Nogent

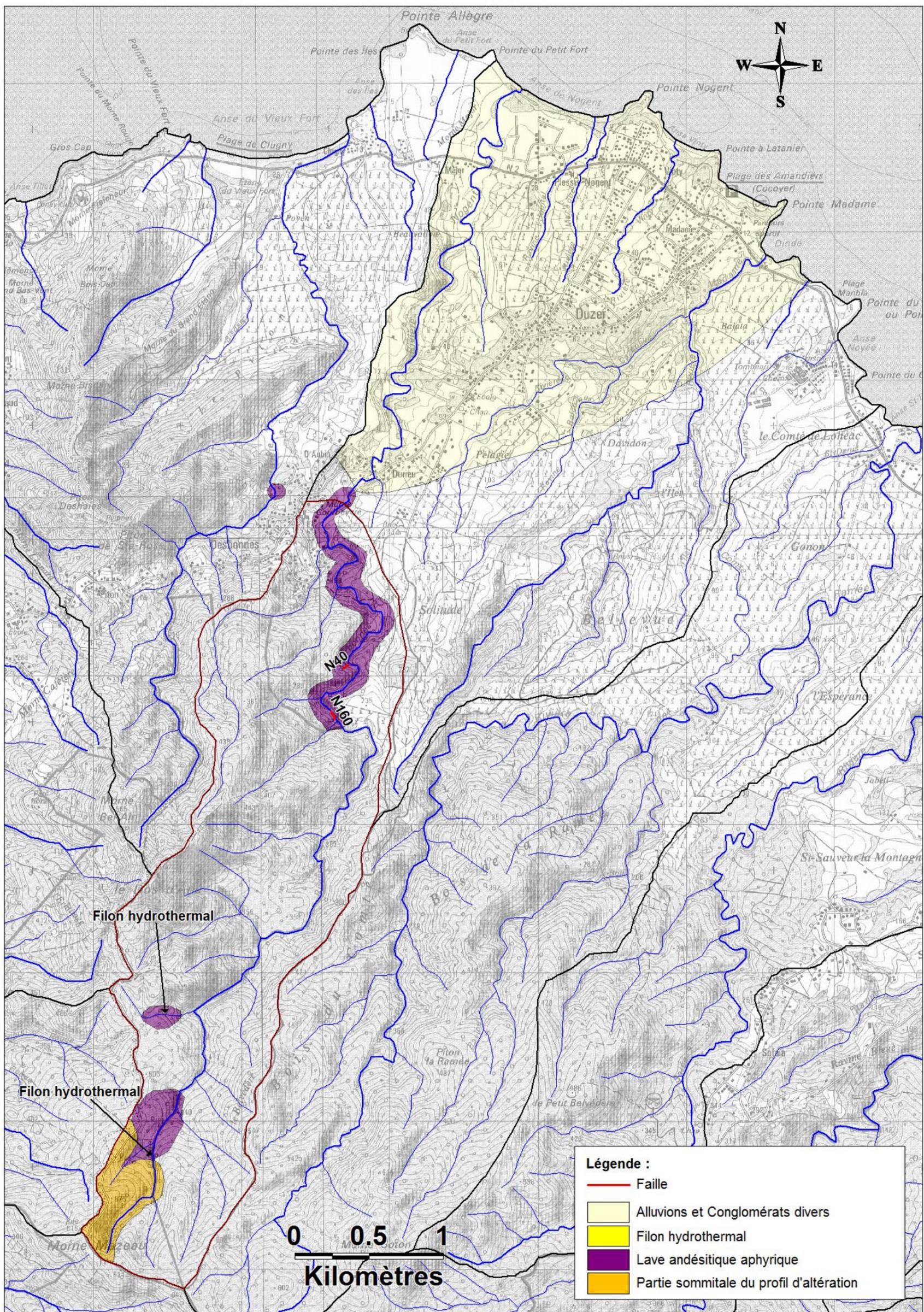


Illustration 35 - Carte géologique levée lors de la campagne de reconnaissance du bassin versant de la rivière Nogent en mars 2012

Pour conclure, suite à ces reconnaissances géologiques de terrain et à l'analyse des cartes géologiques pré-existantes, il a été mis en évidence trois ensembles géologiques :

- En amont du bassin versant, près de la Morne Mazeau, les formations géologiques sont très altérées, très argilitisées et méconnaissables. Ces formations sont plutôt sensibles au ruissellement de surface.
- La rivière Nogent coule sur des laves andésitiques aphyriques massives, à des degrés d'altération divers et souvent diaclasées. De par leur fracturation, ces laves présentent un potentiel aquifère intéressant. Les chaos de blocs de lave indiquent que les coulées sont plus étendues que la ravine, mais il n'a pas été possible de déterminer avec précision l'extension de cet ensemble de coulées.
- En aval de la station limnimétrique, les affleurements en place se font plus rares dans les ravines. Dans ce secteur, il n'a été observé que des formations géologiques remaniées. Au vu du relief de ce secteur, des observations de terrain et de la bibliographie, il semble que cette zone soit recouverte d'alluvions et de conglomérats hétérogènes.

4.4.4. Reconnaissances hydrogéologiques

Informations disponibles en BSS - Identification des formations aquifères et imperméables

Les informations indiquées ci-dessous se sont appuyées sur le texte de l'étude de la recherche en eau souterraine dans le Nord-Est de la Basse-Terre (Rapport BRGM 83 ANT 004).

Les 4 sources répertoriées dans la BSS du BRGM (cf. Illustration 36 et Illustration 37) sur le bassin versant de la rivière Nogent prennent naissance (1) dans des blocs d'andésite à flanc de coteau (1 source) correspondant aux coulées de laves aphyriques parfois massives (volcanisme septentrional) qui ont succédé aux épisodes volcaniques de type strombolien, et (2) dans les formations de remaniement qui ont suivi, telles que les conglomérats et brèches de remaniement de nuées ardentes (3 sources). Ces nuées ardentes représentent les dernières phases d'activité du massif volcanique septentrional.

Indice BSS	X_WGS84 (m)	Y_WGS84 (m)	Typologie/nom	Altitude (m)	Usage de l'eau	Débit (m ³ /h)
1137ZZ0014	634017	1806397	Nestor	75	autrefois consommation locale	2,52
1137ZZ0015	633787	1806267	Judith	75	autrefois consommation locale	0,36
1137ZZ0017	634957	1807147	Davidon	70	eau de consommation	2,16
1137ZZ0016	635507	1807747	Vinty	40	irrigation	0,36

Illustration 36 - Principales caractéristiques des 4 sources répertoriées en BSS sur le bassin versant de Nogent

Les laves massives sont intrinsèquement peu perméables, elles développent une perméabilité en grand liée à la fracturation primaire (fissures de refroidissement de la lave) et secondaire (d'origine tectonique) (rapport BRGM/RP-53135-FR). La circulation des eaux souterraines au sein de cette formation se fait probablement le long des fractures et émerge en fin de coulées (cf. Illustration 37), souvent dans des éboulis de gros blocs.

Les formations de remaniement, que ce soient des conglomérats, des tufs ou des brèches, sont de moins en moins perméables avec l'altération. Il existe tous les intermédiaires entre les lahars où la matrice est très abondante et le conglomérat à blocs arrondis jointifs. Non colmaté, ce dernier est très perméable alors que les autres faciès à matrice argileuse sont considérés comme imperméables. Cette formation de remaniement constitue la plaine argileuse nord-orientale de Basse-Terre. Il est probable que les niveaux aquifères les plus intéressants résident dans (conglomérat à bloc jointif) mais surtout sous (lave andésitique aphyrique) cette plaine argileuse (Rapport BRGM 83 ANT 004).

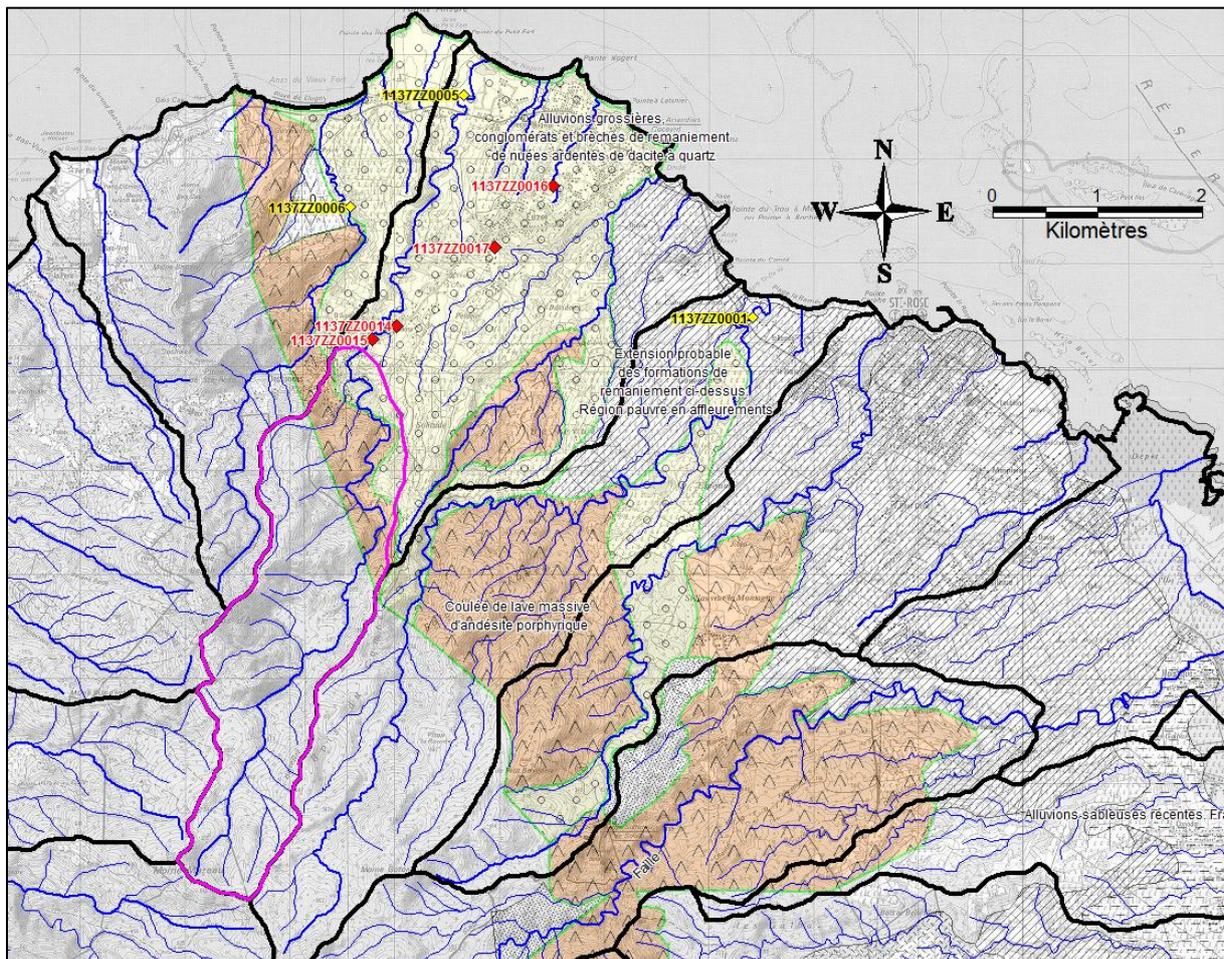


Illustration 37 - Localisation des sources (rouge) et des sondages (jaune) du bassin versant de Nogent (fond de carte géologique du nord-est de la Basse-Terre - Paulin C. et al, 1983)

Informations complémentaires en BSS

En plus des 4 sources citées ci-dessus, 3 autres ouvrages figurent en BSS (cf. Illustration 37 et Illustration 38). Ce sont 3 sondages de reconnaissance : 2 carottés réalisés en mai 1970 et octobre 1976, et un forage de reconnaissance de 50 m réalisé en 1987.

X_WGS84	Y_WGS84	Indice BSS	Profondeur (m)
637417	1806477	1137ZZ0001	11,5
634657	1808617	1137ZZ0005	10
633577	1807537	1137ZZ0006	50

Illustration 38 - Sondages localisés à proximité de la zone d'étude du bassin versant de Nogent

Les coupes géologiques des carottages de 1970 et 1976 semblent indiquer une épaisseur d'altération d'environ 10 m (argile grise et marron d'aspect tuf compacte renfermant des rognons d'andésite saine).

Autres résultats d'études antérieures

Une étude réalisée en 1988 (Rapport BRGM 88.GLP.067) et portant sur la recherche d'eau souterraine dans la région de Deshaies a mis en évidence des caractéristiques hydrodynamiques intéressantes dans un secteur situé à environ 1 km en aval du bassin de Nogent (cf. Illustration 37), où a été réalisé en 1987 un forage de reconnaissance de 50 m (Forage de Cluny n° 1137ZZ0006/SC, crépine de 17 à 50 m de profondeur).

La coupe géologique montre une formation argilisée mais de différentes origines sur une vingtaine de mètres puis une formation andésitique argileuse altérée sur une dizaine de mètres. Ensuite, on retrouve sur vingt mètres des laves andésitiques plus saines plus ou moins fracturées.

L'essai par pompage (d'une durée de 3h et une remontée de 1h15) réalisé sur ce forage et son interprétation ont donné les résultats suivants :

- Profondeur du toit de la nappe : 14 m ;
- Débit de pompage : 6 m³/h ;
- Rabattement final (pas de stabilisation durant le pompage) : 10,8 m ;
- Transmissivité T : 4,9.10⁻⁵ m²/s. Cependant, la confirmation de cet ordre de grandeur exigerait un essai de plus longue durée.

Des essais géophysiques antérieurs à la réalisation de cet ouvrage (cf. rapport BRGM 86.GPE.012, sondage électrique SE4-5) ont mis en évidence un niveau résistant (56-70 Ωm) correspondant à de l'argile rouge puis de l'andésite tendre argileuse, et un horizon à 30-40 Ωm à partir de 29 m de profondeur correspondant à l'andésite saine et fracturée qui constitue le niveau productif.

D'un point de vue chimique, les informations sont limitées à une minéralisation faible et un pH faible de 5,4. Aucune analyse ne permet de conclure de la potabilité de cette ressource.

Finalement, cette étude a montré des possibilités aquifères dans la région de Cluny avec un débit de 6 m³/h produit à partir d'un ouvrage de faible diamètre. Une proposition serait d'envisager préférentiellement un forage plus profond ou éventuellement plusieurs forages au débit unitaire plus faible (et provoquant des rabattements moins importants dans l'aquifère).

Mesures physico-chimiques in situ

Les mesures physico-chimiques in situ réalisées sur le bassin versant de la rivière Nogent les 19, 20 et 22 mars 2012 sont localisées en Illustration 39. Les résultats de ces mesures physico-chimiques in situ sont regroupés dans le tableau présenté en Illustration 40.

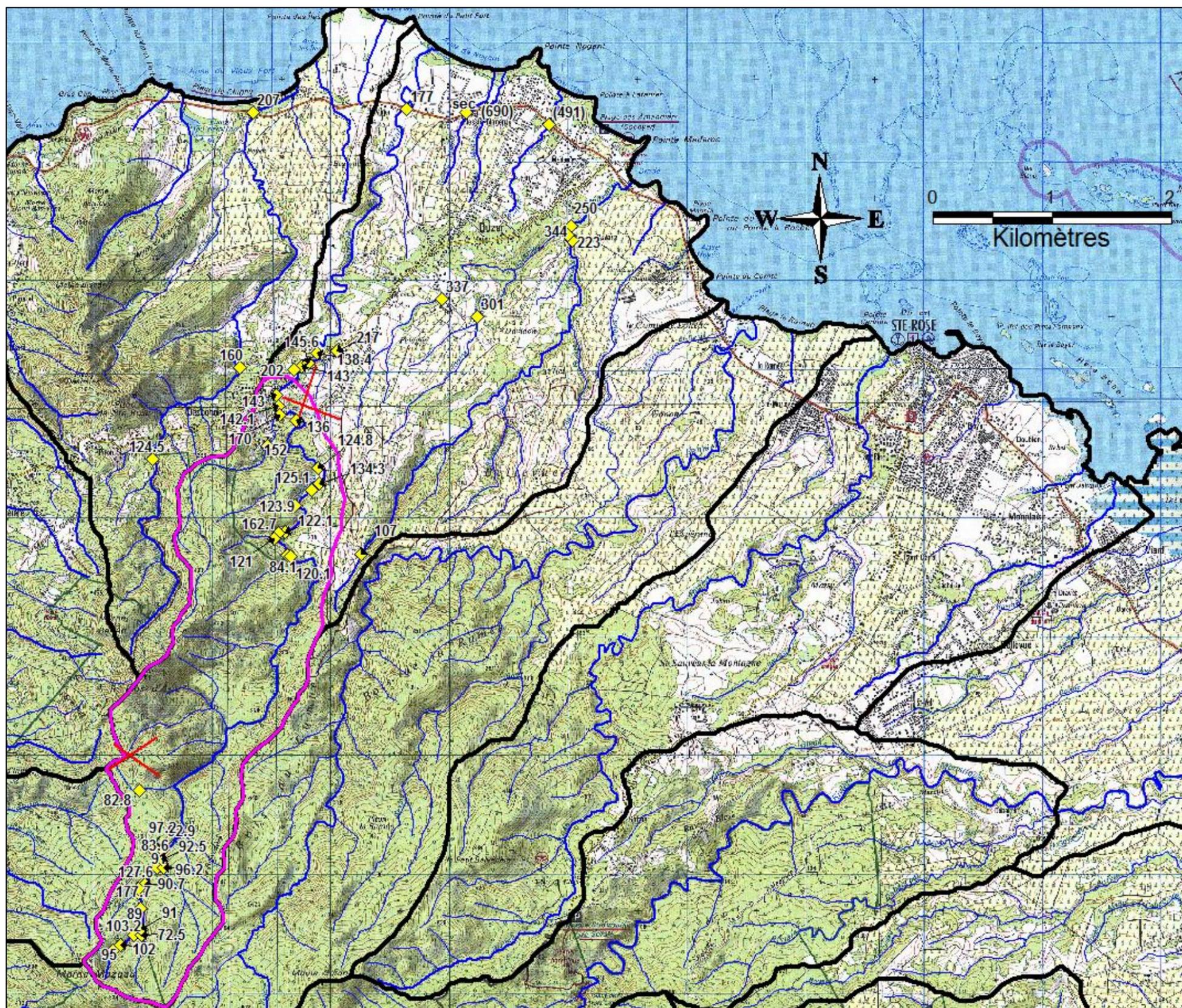


Illustration 39 - Localisation des points de mesure in situ de mars 2012 (en jaune) et des panneaux électriques réalisés en mai 2012 (en rouge) sur le bassin versant de la rivière Nogent sur fond de carte IGN au 1/25 000ème (4602 GT)

Dates	Point de mesure	Localisation	X_WGS84 (m)	Y_WGS84 (m)	Conductivité (µS/cm)	Température (°C)	Altitude GPS (m NGG)
19/03/2012	1	Rivière Nogent amont	632161	1801348	95	20.5	572 m
19/03/2012	2	Rivière Nogent	632228	1801395	102	21.2	542 m
19/03/2012	3	Rivière Nogent après perte	632341	1801481	103.2	20.9	556 m
19/03/2012	4	Affluent rive droite de Nogent	632410	1801478	72.5	21	535 m
19/03/2012	5	Rivière Nogent après affluent rive droite	632404	1801529	91	21.2	546 m
19/03/2012	6	Rivière Nogent	632393	1801705	89	21.1	502 m
19/03/2012	7	Affluent ferreux rive gauche de Nogent	632379	1801837	177.7	22.5	474 m
19/03/2012	8	Second affluent rive gauche de Nogent	632378	1801877	127.6	21	484 m
19/03/2012	9	Rivière Nogent après affluents rive gauche	632434	1801913	90.7	21.2	/
19/03/2012	10	Rivière Nogent	632536	1802046	91	21.3	443 m
19/03/2012	11	Affluent rive droite de Nogent	632588	1802050	96.2	21.3	455 m
19/03/2012	12	Rivière Nogent après affluent rive droite	632569	1802127	92.5	21.2	/
19/03/2012	13	Affluent rive gauche de Nogent	632520	1802188	83.6	21.8	431 m
19/03/2012	14	Second affluent rive gauche de Nogent	632521	1802216	97.2	22.5	/
19/03/2012	15	Rivière Nogent après affluents rive gauche	632586	1802200	92.9	21.3	/
19/03/2012	16	Affluent rive gauche de Nogent	632390	1802699	82.8	20.9	471 m
20/03/2012	1	Rivière Vinty	635835	1808313	(491)	23.9	22 m
20/03/2012	2	Rivière Nogent aval	634643	1808446	177	23.7	10 m
20/03/2012	3	Ravine l'Hôpital	635140	1808416	sec	sec	24 m
20/03/2012	4	Rivière Macaque	635312	1808449	(690)	24.9	16 m
20/03/2012	5	Ravine Cazenave aval	635996	1807382	344	23.4	31 m
20/03/2012	6	Rivière Madame amont Cazenave	636036	1807338	223	23.6	/
20/03/2012	7	Rivière Madame aval Cazenave	636027	1807457	250	23.5	/
20/03/2012	8	Ravine Balcôme	635237	1806699	301	24	68 m
20/03/2012	9	Ravine Cazenave amont	634932	1806849	337	23.5	74 m
20/03/2012	10	Rivière Nogent à Durieu	633886	1806385	138.4	23.1	79 m
20/03/2012	11	Source BSS 1137ZZ0014	634048	1806410	217	26.4	80 m
20/03/2012	12	Rivière Nogent amont sources	633754	1806278	143	23.3	77 m
20/03/2012	13	Source BSS 1137ZZ0015	633814	1806307	145.6	26	85 m
20/03/2012	14	Source	633686	1806253	202	25.6	89 m
20/03/2012	15	Grande rivière aval	633469	1805605	152	23.7	142 m
20/03/2012	16	Rivière Nogent piste réservoirs AEP	633894	1805423	124.8	23.9	148 m
20/03/2012	17	Affluent rive droite de Nogent	633905	1805287	134.3	25.3	146 m
20/03/2012	18	Rivière Nogent amont affluent rive droite	633843	1805238	125.1	24	168 m
20/03/2012	19	Rivière Nogent prise d'eau AEP	633697	1805105	123.9	23.6	182 m
20/03/2012	20	Rivière Nogent à côté suintements ferreux	633618	1804883	122.1	23.1	204 m
20/03/2012	21	Affluent rive gauche de Nogent	633561	1804867	162.7	23.5	208 m
20/03/2012	22	Rivière Nogent amont affluent rive gauche	633526	1804821	121	23.1	255 m
20/03/2012	23	Affluent rive gauche de Nogent	633633	1804688	84.1	21.8	224 m
20/03/2012	24	Rivière Nogent amont affluent rive gauche	633662	1804678	120.1	23.3	/
22/03/2012	1	Rivière Nogent piste Ouest réservoirs AEP	633544	1806039	143	/	84 m
22/03/2012	2	Rivière Nogent	633563	1805943	142.1	/	97 m
22/03/2012	3	Grande Rivière	633564	1805865	170	/	97 m
22/03/2012	4	Rivière Nogent amont Grande Rivière	633711	1805823	136	/	146 m
22/03/2012	5	Rivière Madame amont	634258	1804694	107	/	201 m
22/03/2012	6	Rivière Vieux Fort	633237	1806265	160	/	63 m
22/03/2012	7	Rivière Vieux Fort	632496	1805495	124.5	/	191 m
22/03/2012	8	Rivière Vieux Fort aval	633348	1808417	207	28	22 m

Illustration 40 - Mesures physico-chimiques in situ de mars 2012 sur le bassin versant de la rivière Nogent (les valeurs de conductivités entre parenthèses s'expliquent par des pollutions anthropiques)

A l'amont de la rivière Nogent les conductivités sont comprises entre 89 et 103 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et sont donc peu élevées, malgré la présence de plusieurs affluents rive gauche (83 à 178 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et rive droite (72 à 96 $\mu\text{S}/\text{cm}$). L'apport en eau souterraine à l'amont de la rivière Nogent semble donc très limité. Les valeurs de l'IDPR sur cette zone (Illustration 1) confirment un refus d'infiltration avec des valeurs comprises entre 1200 et 2000 (rapport BRGM/RP-60343-FR).

Dans la partie médiane du bassin versant, le constat reste le même avec des conductivités qui s'échelonnent de 120 à 143 $\mu\text{S}/\text{cm}$, malgré la présence de plusieurs affluents rive gauche dont la Grande Rivière (84 à 170 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et un rive droite (134 $\mu\text{S}/\text{cm}$). A titre d'exemple entre la prise d'eau en rivière AEP et la station hydrométrique de Durieu, la conductivité évolue de 124 à 138 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Les sources 1137ZZ0014 et 1137ZZ0015 ont été localisées sur le terrain et présentent des conductivités respectivement de 217 et 146 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Une autre source à proximité à l'Ouest a été repérée, elle présente une conductivité de 202 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les valeurs mesurées au droit des sources sont caractéristiques d'une eau souterraine de nappe superficielle, de type libre dont le temps de séjour est rapide. Leurs températures sont comprises entre 25,6 et 26,4 °C indiquant une circulation de subsurface et entraînant une élévation de la température par conduction.

A l'aval de la rivière Nogent, la conductivité mesurée reste faible à 177 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A l'Est de la rivière Nogent, au droit de la ravine Balcôme, de la rivière Cazenave et de la rivière Madame, les conductivités sont plus élevées et comprises entre 223 et 344 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces mesures peuvent être caractéristiques d'un apport souterrain à l'eau de surface ou d'un ruissellement sur des formations relargant des minéraux. Il est à noter dans cette zone la présence de nombreuses cultures, notamment de bananeraies, pouvant générer une pollution des eaux souterraines. Une source répertoriée en BSS existe à l'amont de ces rivières (cf. Illustration 37).

Enfin, une pollution anthropique est avérée au droit des ravines Vinty et Macaque.

Les valeurs de l'IDPR confirment la faible infiltration au droit du bassin versant de Nogent. En effet, à l'amont les valeurs sont comprises entre 1000 et 2000 caractéristiques d'un refus d'infiltration. Dans la partie médiane du bassin, on trouve des valeurs légèrement plus faibles, comprises entre 1000 et 1400. Le ruissellement dans cette zone est toujours majoritaire même si localement de faibles résurgences ont été identifiées. Enfin, à l'aval du bassin, les valeurs de l'IDPR sont plus faibles. L'aval direct de la rivière Nogent présentent des valeurs de l'ordre de 800 à 1000 mais peuvent augmenter jusqu'à 1200. Enfin à l'aval Est, au droit de la ravine Balcôme, de la rivière Cazenave et de la rivière Madame, l'IDPR semble indiquer des valeurs plus faibles comprises entre 400 et 800, ce qui tend à confirmer l'apport souterrain hypothétique décrit précédemment dans cette zone.

En résumé les conductivités mesurées sur l'ensemble du bassin versant sont relativement faibles. L'apport souterrain à l'hydrologie locale semble donc très limité. L'altération des formations sur le bassin est relativement poussée ce qui peut expliquer que la zone soit peu infiltrante. Malgré tout, sous ces formations altérées, il a été identifié notamment par sondage des formations andésitiques plus fraîches et donc potentiellement plus favorables à la présence d'une nappe phréatique qui serait déconnectée de l'écoulement de surface et qui serait en équilibre avec la mer.

4.4.5. Sélection de sites pour la réalisation des panneaux électriques

A travers la mission du 19, 20 et 22 mars 2012, plusieurs zones d'intérêt pour les prospections géophysiques ont été identifiées.

Tout d'abord, à l'aval du bassin versant au Nord-Ouest de Solitude, la présence de sources tout juste à l'aval de ce site pourrait indiquer une formation aquifère sous la surface altérée. De plus cette plaine est à l'aval direct des reliefs situés plus au Sud et pourrait constituer le carrefour des eaux souterraines de la zone. La mise en œuvre de 2 panneaux électriques en croix (cf. Illustration 41) permettrait d'identifier la possible présence d'un aquifère. Après réalisation et interprétations des profils, le BRGM pourra proposer un emplacement potentiel de forage de reconnaissance.

Plus en amont du BV, l'accessibilité devient particulièrement complexe. Au Sud du Mont Le Dos d'Ane, un deuxième site a néanmoins été ciblé pour la mise en œuvre de 2 panneaux électriques en croix. Ce site est relativement accessible grâce à la présence d'une route qui pourrait par ailleurs permettre le passage d'engins de forage. Les prospections géophysiques dans ce secteur sont importantes afin de connaître la profondeur des coulées massives d'andésite saine. Ces coulées pourraient constituer un aquifère relativement important à l'abri des pollutions de surface, puisque ce site est en amont du bassin versant.

Enfin, le site à l'aval Est du bassin (près des rivières Balcôme, Cazenave et Madame), où les conductivités sont plus importantes et l'infiltration préférentielle, n'a pas été retenu en raison des forts risques de contaminations par les nombreuses cultures au droit et à l'amont de cette zone (champs de canne à sucre).

L'implantation des profils pour la réalisation des panneaux électriques sur le bassin versant de Nogent est présentée en Illustration 41.

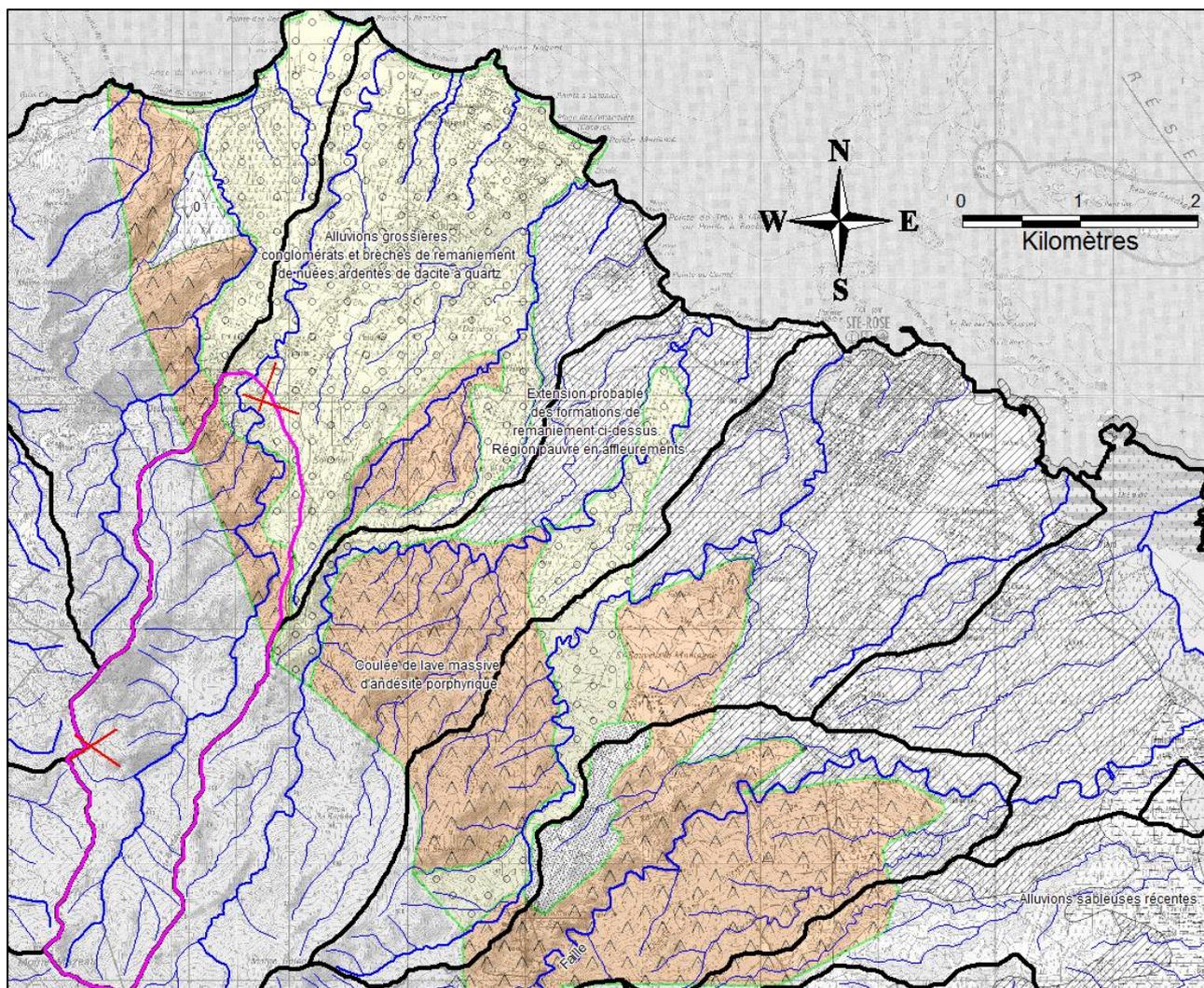


Illustration 41 - Localisation des panneaux électriques réalisés en mai 2012 sur le bassin versant de Nogent (fond de carte géologique du nord-est de la Basse-Terre - Paulin C. et al, 1983)

5. Phase 2 : prospections géophysiques

5.1. ACQUISITIONS GEOPHYSIQUES

5.1.1. Objectifs

Suite aux prospections hydrogéologiques, l'apport de la géophysique sur les 3 secteurs sélectionnés (bassins versants des rivières de Grande-Anse, Lostau et Nogent) a pour objectifs :

- de déterminer les propriétés électriques et les épaisseurs des formations géologiques présentes sur chacun des secteurs et observées à l'affleurement ;
- de définir l'extension latérale de ces formations géologiques ;
- de proposer, après intégration des résultats géophysiques obtenus et des données géologiques et hydrogéologiques, des sites pour l'implantation de forages de reconnaissance (tests de l'exploitabilité de la ressource en eau souterraine de Basse-Terre).

La réalisation des panneaux électriques a nécessité au préalable un layonnage (débroussaillage léger à important) afin de permettre le passage des personnes et du matériel de mesure. Ce travail a été réalisé par des intérimaires encadrés par un agent BRGM.

Les profils sélectionnés traversent des propriétés privées. Une demande d'autorisation de passage sur les parcelles concernées a été nécessaire. Elle s'est effectuée en deux temps :

1. demande des coordonnées des propriétaires des parcelles concernées par le projet auprès des services techniques des mairies de Trois-Rivières, Gourbeyre, Bouillante, Deshaies et Sainte-Rose ;
2. envoi d'un courrier auprès des propriétaires ; certaines autorisations de passage ont été données en retour soit par courrier, fax ou téléphone ;
3. relance des propriétaires par téléphone ;
4. déplacement sur site pour rencontrer des propriétaires non identifiés et/ou pour expliquer la démarche de l'étude et faire des demandes d'accès aux parcelles ciblées.

Les parcelles concernées par cette demande d'autorisation de passage sont listées dans le tableau de l'illustration 42.

Bassin versant	Site	Parcelle	Bassin versant	Site	Parcelle	Bassin versant	Site	Parcelle
Grande Anse	Moscou	AK0012	Lostau	Aval BV	AT0585	Nogent	Aval BV	AD0080
		AK0034			AT0586			AD0081
		AB0014			AT0587			AI0126
		AB0016			AT1279			AI0127
		AB0017			AT1392			AI0133
		AB0018						AI0184
		AB0027						AI0370
	Grand-Fond	AY0077		AB0063	Amont BV		Amont BV	AL0024
		AY0293		AB0084				BN0001
		AY0294		AB0085				
				AB0086				
				AB0572				
				AB0573				
				AB0596				
	AC0035							

Illustration 42 - Parcelles concernées par la réalisation des panneaux électriques ayant fait l'objet d'une demande d'autorisation de passage auprès des propriétaires

Douze panneaux électriques (ou tomographies de résistivité électrique) ont été réalisés fin mai 2012 (du 21 mai au 2 juin 2012) sur les sites de Grande-Anse (Grand-Fond et Moscou), Lostau (amont et aval) et Nogent (amont et aval). Le principe méthodologique de la tomographie électrique est présenté en Annexe 1.

5.1.2. Equipement

Panneau électrique

L'acquisition des panneaux électriques a été réalisée à l'aide d'un Syscal-Pro (Iris Instruments, France) connecté à 6 flûtes de 16 électrodes, soit 96 électrodes métalliques régulièrement espacée de 5 mètres sur environ 475 m (pour un dispositif élémentaire). La source de courant provenait d'une batterie externe. L'espacement inter-électrodes de 5 m a été choisi afin d'assurer à la fois une bonne résolution des terrains de surface, et l'obtention d'une profondeur d'investigation maximale d'environ 80 m pour un dispositif Wenner-Schlumberger (AMNB). Le matériel utilisé comprend :

- 1 Syscal Pro
- 6 flûtes de 16 traces
- 96 électrodes
- 96 cordons
- 3 massettes
- 3 claies de portage
- 1 batterie de voiture 70 Ah
- 4 connecteurs de flûtes
- Câbles divers
- Eau salée

En comptant la subsistance et le matériel complémentaire, c'est quelques 250 kg de matériel déplacés quotidiennement à trois personnes dans des terrains gras, très escarpés et sous des conditions météorologiques tropicales.

Topographie

Les panneaux électriques (électrodes 1 et 96) ont été positionnés au GPS (système WGS84, UTM zone 20N). La précision du positionnement varie de +/- 3m à +/- 8m en fonction de la couverture végétale et du relief. Ces coordonnées ont ensuite été converties en coordonnées Guadeloupe – Saint-Anne.

Les levés altimétriques ont été effectués sur chaque profil avec un télémètre laser muni d'une fonction inclinométrique (TruPulse 200). Le pas de mesure est de 5 m. En relatif, la précision sur les altitudes est de l'ordre de quelques dizaines de centimètres. Par contre, en absolu, la précision est estimée à quelques mètres tout en restant inférieure à 5 m car l'altitude des bases de référence topographique a été interpolée à partir des courbes de niveau de la carte IGN au 1/25 000. Ce procédé évite des calages de bases longs et fastidieux en zone isolée tout en donnant une précision en adéquation avec les objectifs.

5.1.3. Localisation des secteurs investigués

Trois secteurs, localisés sur Basse-Terre, ont été investigués durant cette prospection géophysique :

- ✚ Le secteur de Grande-Anse (sud de Basse-Terre) avec les sites Grand-Fond et Moscou ;
- ✚ Le secteur rivière Lostau (nord de Bouillante) avec les sites Lostau aval et Lostau amont ;
- ✚ Le secteur rivière Nogent (nord de Basse-Terre) avec les sites Nogent aval et Nogent amont.

Sur chacun des secteurs, 2 panneaux électriques par site ont été implantés, soit 4 par secteur et 12 au total. Dans la mesure du possible et en fonction des conditions de terrain, ces panneaux ont été positionnés de manière à se recouper afin de mieux appréhender la complexité du milieu.

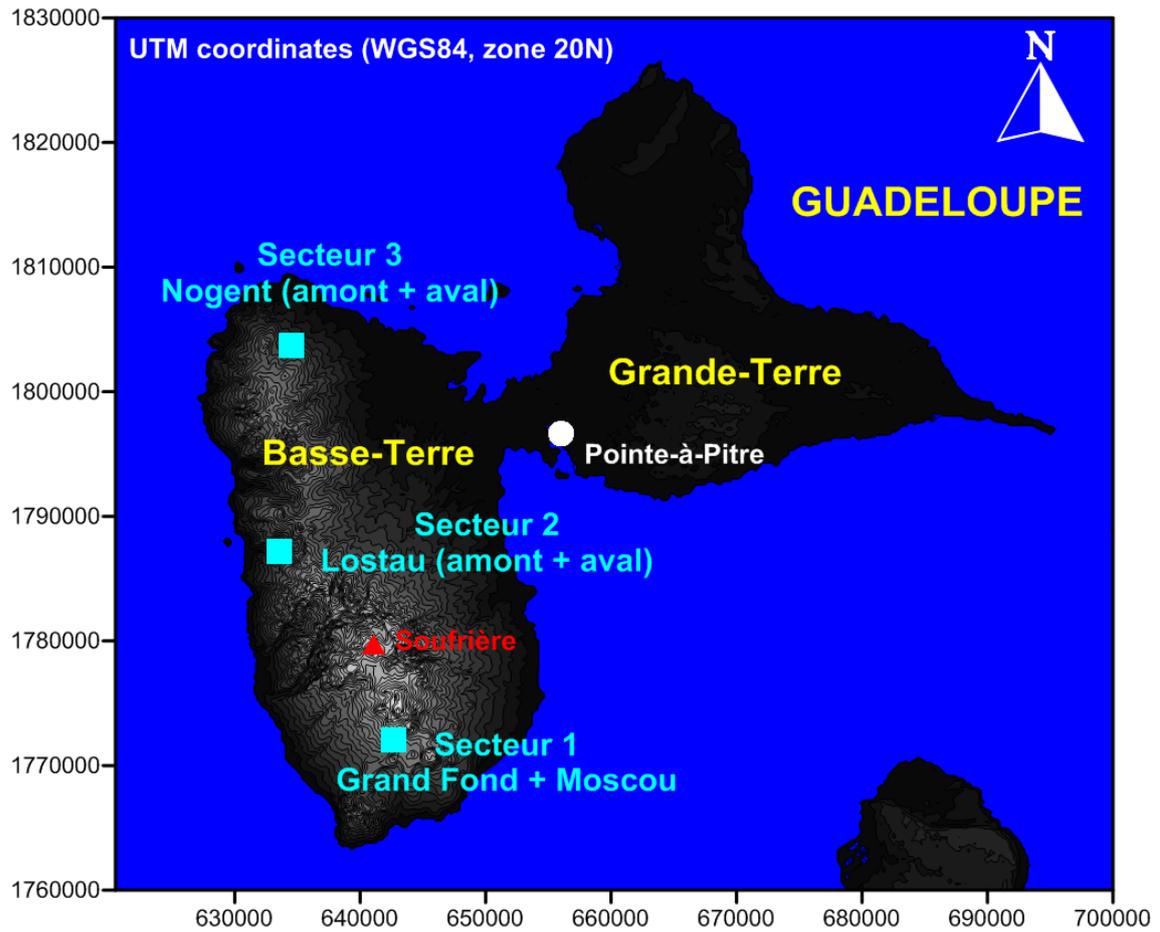


Illustration 43 - Modèle numérique de terrain (MNT) de la Guadeloupe avec localisation des trois secteurs d'investigation (carrés bleu ciel).

Secteur 1 : Grand Fond / Moscou

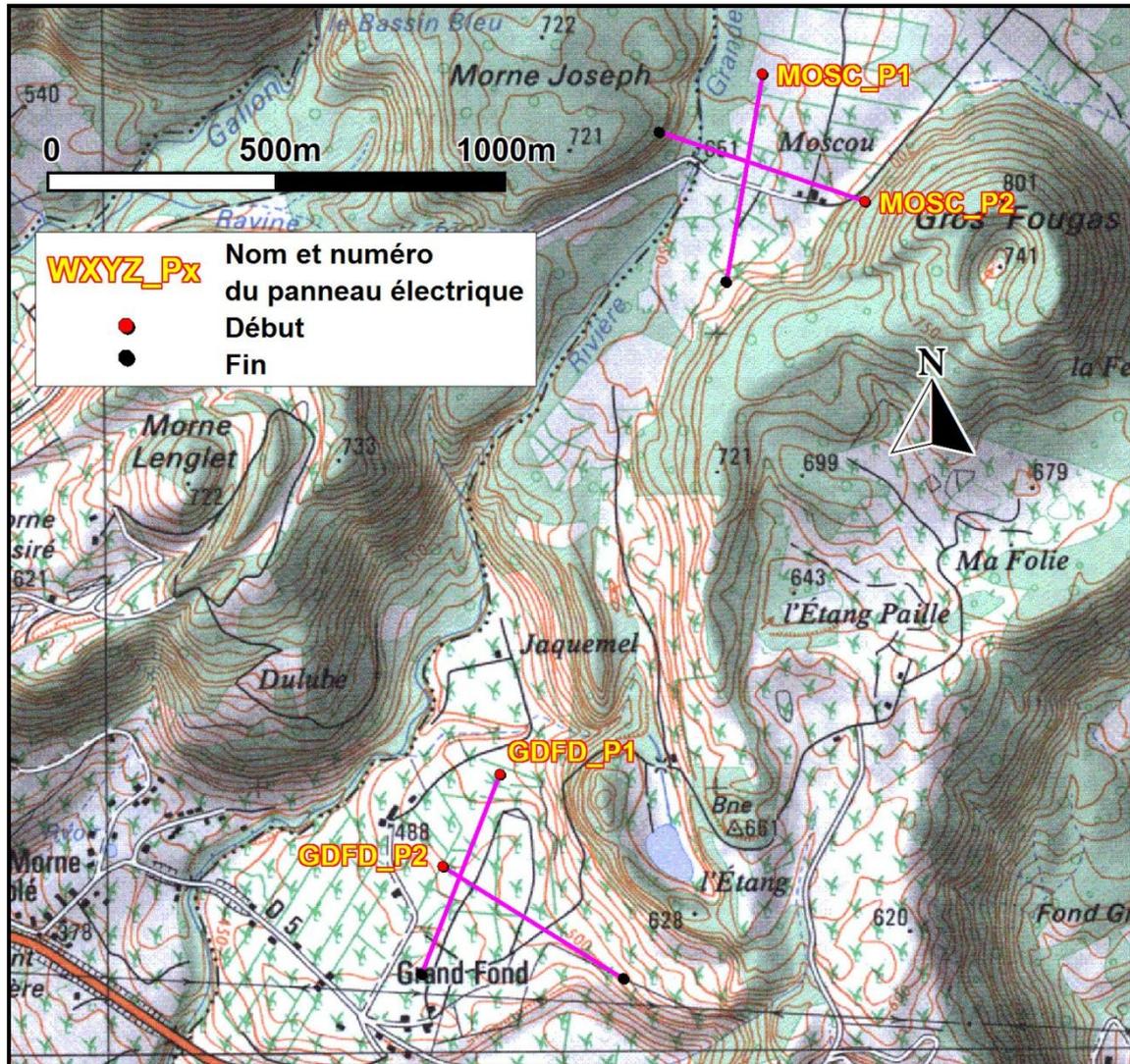


Illustration 44 - Localisation des panneaux électriques GDFD_P1 et GDFD_P2 du secteur de Grand Fond et MOSC_P1 et MOSC_P2 du secteur Moscou (fond topographique IGN 1/25'000, coordonnées Saint-Anne).

Environ 2 km séparent les sites de Grand-Fond et Moscou. Celui de Moscou se situe dans la partie amont de Rivière Grande entre les Mornes Joseph et Gros Fougas. Le site de Grand-Fond, plus à l'aval, cherche à caractériser l'évasement de la plaine de Rivière Grande au sud de Jaquemel.

Secteur 2 : Lostau amont et aval

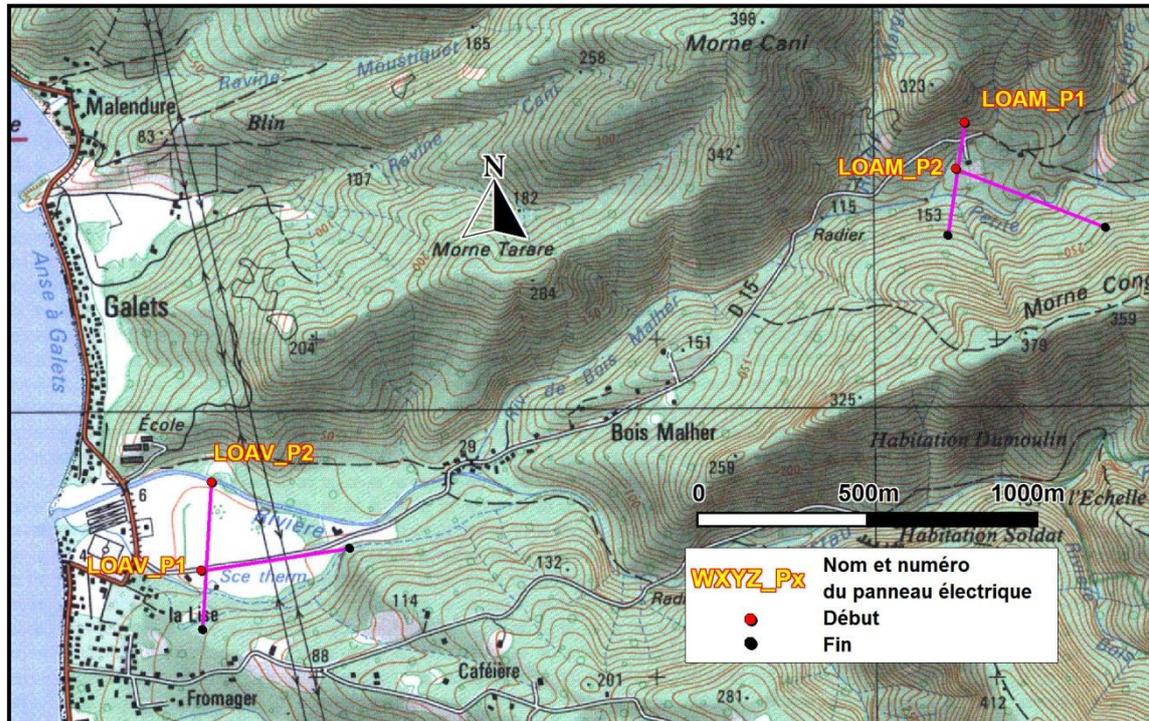


Illustration 45 - Localisation des panneaux électriques LOAV_P1 et LOAV_P2 du secteur de Lostau aval et LOAM_P1 et LOAM_P2 du secteur Lostau amont (fond topographique IGN 1/25'000, coordonnées Saint-Anne).

Le secteur de Lostau, situé un peu plus de trois kilomètres au nord de Bouillante, est également divisé en deux parties distantes d'environ 3 km. La partie amont est située dans la ravine de la rivière de Bois Malher, la partie aval dans la partie plate juste avant l'embouchure de rivière Lostau.

Secteur 3 : Nogent amont et aval

Le secteur de Nogent est situé tout en nord de Basse Terre. Le secteur aval se situe à 5 km à l'ouest de Sainte-Rose à proximité de Desbonnes. Le secteur amont est localisé trois kilomètres au sud du précédent dans un contexte un peu plus accidenté topographiquement.

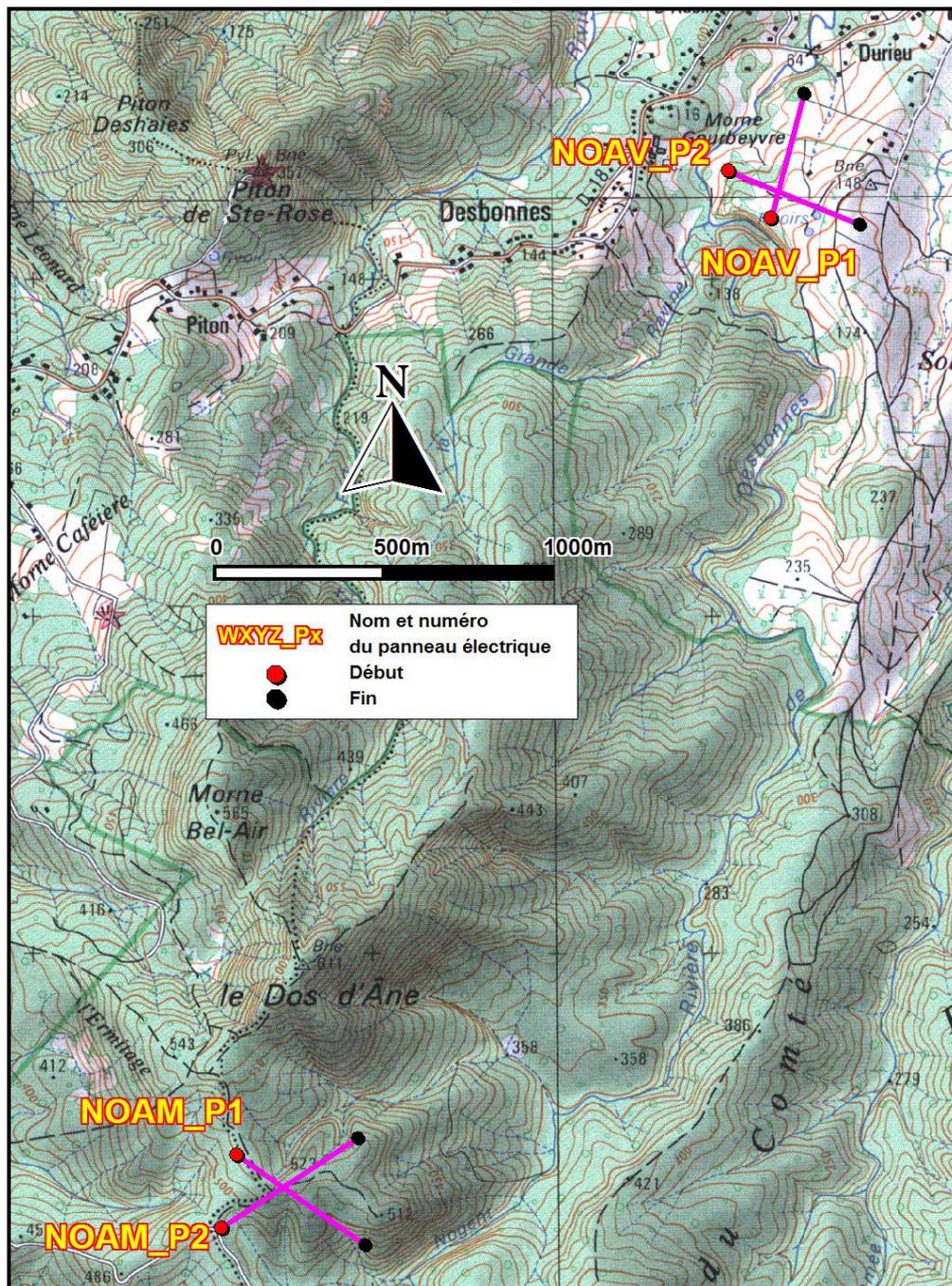


Illustration 46 - Localisation des panneaux électriques NOAV_P1 et NOAV_P2 du secteur de Nogent aval et NOAM_P1 et NOAM_P2 du secteur Nogent amont (fond topographique IGN 1/25'000, coordonnées Saint-Anne).

Donnée GPS

Le tableau ci-dessous (cf. Illustration 47) fournit les coordonnées des débuts et fins de profils réalisés dans le cadre de cette campagne. Précisons que certaines coordonnées présentent une forte imprécision en raison de l'impossibilité d'acquérir un signal GPS dans les zones densément boisées où dans le fond des vallées.

NOM	WGS 84 (UTM zone 20N)			IGN Sainte-Anne	
	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)	Easting (m)	Northing (m)
GDFD_P1_0m	643108	1769724	512	643531	1770028
GDFD_P1_475m	642935	1769283	480	643358	1769587
GDFD_P2_0m	642983	1769521	493	643406	1769825
GDFD_P2_475m	643377	1769274	517	643800	1769578
MOSC_P1_0m	643681	1771267	658	644104	1771571
MOSC_P1_475m	643602	1770808	654	644025	1771112
MOSC_P2_0m	643906	1770986	663	644329	1771290
MOSC_P2_475m	643455	1771138	653	643878	1771442
LOAV_P1_0m	631239	1787012	26	631662	1787316
LOAV_P1_445m	631676	1787078	40	632099	1787382
LOAV_P2_0m	631270	1787274	26	631693	1787578
LOAV_P2_435m	631243	1786838	38	631666	1787142
LOAM_P1_0m	633485	1788337	187	633908	1788641
LOAM_P1_355m	633434	1788004	177	633857	1788308
LOAM_P2_0m	633458	1788201	166	633881	1788505
LOAM_P2_465m	633897	1788028	240	634320	1788332
NOAM_P1_0m	632176	1803094	490	632599	1803398
NOAM_P1_475m	632555	1802826	511	632978	1803130
NOAM_P2_0m	632131	1802878	518	632554	1803182
NOAM_P2_465m	632532	1803145	490	632955	1803449
NOAV_P1_0m	633749	1805877	127	634172	1806181
NOAV_P1_395m	633848	1806248	92	634271	1806552
NOAV_P2_0m	633624	1806016	97	634047	1806320
NOAV_P2_425m	634011	1805859	150	634434	1806163

Illustration 47 - Récapitulatif des points GPS présentés sur les cartes précédentes

5.1.4. Configuration d'acquisition des panneaux électriques

Une configuration d'acquisition (Annexe 1) est une manière d'agencer géométriquement les électrodes de courant et de potentiel en surface. Il en existe plusieurs, chacune présentant des avantages et des inconvénients, notamment en temps d'acquisition. La mise en œuvre d'au moins deux configurations d'électrodes permet, dans un contexte géologique complexe, de mieux appréhender la géométrie des différentes formations en présence.

Durant cette prospection, deux configurations d'acquisition ont été mises en œuvre lors de la réalisation des panneaux électriques : un dispositif dipôle-dipôle pour la résolution des terrains de surface ainsi qu'un dispositif Wenner-Schlumberger pour la profondeur.

Le dispositif dipôle-dipôle donne une très bonne résolution des terrains de subsurface et pour les discontinuités verticales. Il est moins sensible aux effets latéraux (coulées parallèles au profil, ravines ou crêtes parallèles au profil) que le dispositif gradient généralisé ou Wenner-Schlumberger. Par contre le rapport signal/bruit décroît rapidement et la profondeur d'investigation, selon les cas, peut être réduite à quelques dizaines de mètres.

Le dispositif Wenner-Schlumberger est beaucoup plus intégrant et, de ce fait, plus sensible aux effets latéraux. La résolution au niveau des horizons de sub-surface est moins bonne et celle des structures, plus globale. Son intérêt majeur est la profondeur d'investigation atteinte (de l'ordre de 80 m) grâce à un meilleur rapport signal/bruit.

5.1.5. Inversion des pseudosections

Après filtrage des données de résistivité apparente (mesurées sur le terrain) sur la base de critère de qualité, de courant émis ou de potentiel mesuré, celles-ci sont ensuite inversées avec le logiciel Res2DInv (Loke & Barker 1996). Afin de prendre en compte les morphologies acérées rencontrées, les profils de topographie sont inclus lors des inversions de chaque panneau électrique.

La pseudo-section de résistivité « vraie » (3^{ème} image des figures présentées en Annexe 3), résultat de l'inversion, sera ensuite utilisée pour l'interprétation géologique. Elle fournit des informations quantitatives permettant de caractériser l'origine des différentes anomalies mises en évidence : résistivité, géométrie et profondeur, pendage. Les résultats de l'inversion sont présentés sous forme d'une coupe (pseudo-section) présentant la distribution des résistivités calculées le long du profil en fonction de la profondeur. Cela pour les différentes configurations d'acquisition choisies.

Pour chaque cas, des paramètres d'inversion ont été choisis (cf. Annexe 2) de manière à optimiser la réponse du modèle en incluant une information géologique « a priori ».

Quelles que soient les performances des algorithmes de convergence, en l'absence d'étalonnage (résistivité étalonnée, profondeur des interfaces géoélectriques) les résultats fournis par l'inversion ne sont pas définis de manière univoque (il y a plusieurs solutions satisfaisant au même jeu de données). Cette indétermination ne peut être évaluée qu'en testant différentes solutions ou en contraignant l'inversion au moyen de paramètres (résistivités, épaisseurs, profondeurs) obtenus par d'autres moyens (autre méthode géophysique, diagraphies, forages, observations des affleurements...).

5.2. RESULTATS ET INTERPRETATION

Les coordonnées GPS des 12 panneaux électriques réalisés (système WSG84 UTM zone 20N et Sainte-Anne) sont présentées dans l'illustration 47 et le tableau suivant fournit quelques informations complémentaires.

NOM	Longueur au sol (m)	Dispositif	Spacing (m)	Nb de mesures exploitables
GDFD_P1	475	Dipôle-dipôle	5 / 10 / 20 et 30	2334
		Wenner-Schlumberger		1128
GDFD_P2	475	Dipôle-dipôle		2321
		Wenner-Schlumberger		1128
MOSC_P1	475	Dipôle-dipôle		1674
		Wenner-Schlumberger		789
MOSC_P2	475	Dipôle-dipôle		1564
		Wenner-Schlumberger		1057
LOAV_P1	445	Dipôle-dipôle		1608
		Wenner-Schlumberger		860
LOAV_P2	435	Dipôle-dipôle		1995
		Wenner-Schlumberger		889
LOAM_P1	355	Dipôle-dipôle	1231	
		Wenner-Schlumberger	530	
LOAM_P2	465	Dipôle-dipôle	1743	
		Wenner-Schlumberger	907	
NOAM_P1	475	Dipôle-dipôle	1967	
		Wenner-Schlumberger	1128	
NOAM_P2	465	Dipôle-dipôle	2201	
		Wenner-Schlumberger	822	
NOAV_P1	395	Dipôle-dipôle	1617	
		Wenner-Schlumberger	780	
NOAV_P2	425	Dipôle-dipôle	1876	
		Wenner-Schlumberger	890	

Illustration 48 - Récapitulatif des panneaux électriques

Les figures présentant (dans le texte) les résultats des inversions des données de résistivité apparentes mesurées sur le terrain sont construites de la manière suivante :

- Sur la gauche de la figure, le nom du panneau et du site, une mini-carte d'emplacement pour situer le panneau par rapport à celui qu'il recoupe ainsi que l'échelle des résistivités ;
- La première illustration montre le résultat de l'inversion des données acquises selon le dispositif dipôle-dipôle. Y figurent également des informations géologiques ainsi que des indications de positionnement de terrain. Les références à des emplacements précis sont indiquées sur la première illustration selon la **distance au sol** depuis le début du profil (ex : abscisse 100 m = 100 m au sol depuis le début du panneau électrique).
- La seconde illustration montre le résultat de l'inversion des données acquises selon le dispositif Wenner-Schlumberger.
- La troisième et dernière illustration montre l'inversion résultant de la concaténation des données acquises selon les deux dispositifs précédents. Y figurent également les interprétations géologiques, stratigraphiques et structurales. Les horizons ou structures géoélectriques identifiés sont notés :

- C pour conducteur ;
- R pour résistant ;
- S pour les terrains de résistivité intermédiaire (cf. ci-après) ;
- D pour discontinuité (peut être une faille ou un brusque changement de lithologie) ;
- Les chiffres 1, 2, 3 identifient des horizons différents et/ou sont en relation avec la notion de superposition de différents terrains (1 étant le terrain de surface) si un contexte tabulaire est mis en évidence. Dans le cas de contexte plus complexe, la numérotation correspond à l'ordre de la description.

D'une manière générale, la résistivité des terrains rencontrés durant cette étude est assez variable. Elle s'étend globalement de quelques Ωm à plus de 1500 Ωm . Aussi, en fonction des secteurs et sites, l'échelle de couleur des résistivités électriques a été adaptée à la gamme rencontrée. La description correspondant à chaque profil utilise toujours une terminologie relative. Par exemple, dans une gamme de résistivités s'étendant de 1 à 50 Ωm , un terrain à 40 Ωm est considéré comme résistant, alors qu'il est conducteur dans une gamme s'étendant jusqu'à 1000 Ωm .

Secteur	Site	Conducteur	Intermédiaire	Résistant
Grande-Anse	Moscou	<100 Ωm	100-200 Ωm	>200 Ωm
	Grand-Fond	<200 Ωm	200-600 Ωm	>600 Ωm
Lostau	Amont	<10 Ωm	10-20 Ωm	>20 Ωm
	Aval	<25 Ωm	25-60 Ωm	>60 Ωm
Nogent	Amont	<25 Ωm	25-75 Ωm	>75 Ωm
	Aval	<25 Ωm	25-75 Ωm	>75 Ωm

Illustration 49 - Terminologie utilisée par site/secteur en fonction des gammes de résistivité rencontrées

Les terrains résistants sont généralement représentés dans les tons bleus, les terrains de résistivité intermédiaire dans les tons verts et les terrains conducteurs dans des tons jaunes à rouges.

5.2.1. Secteur 1 : Grand Fond / Moscou

Site Grand Fond : panneau électrique GDFD_P1

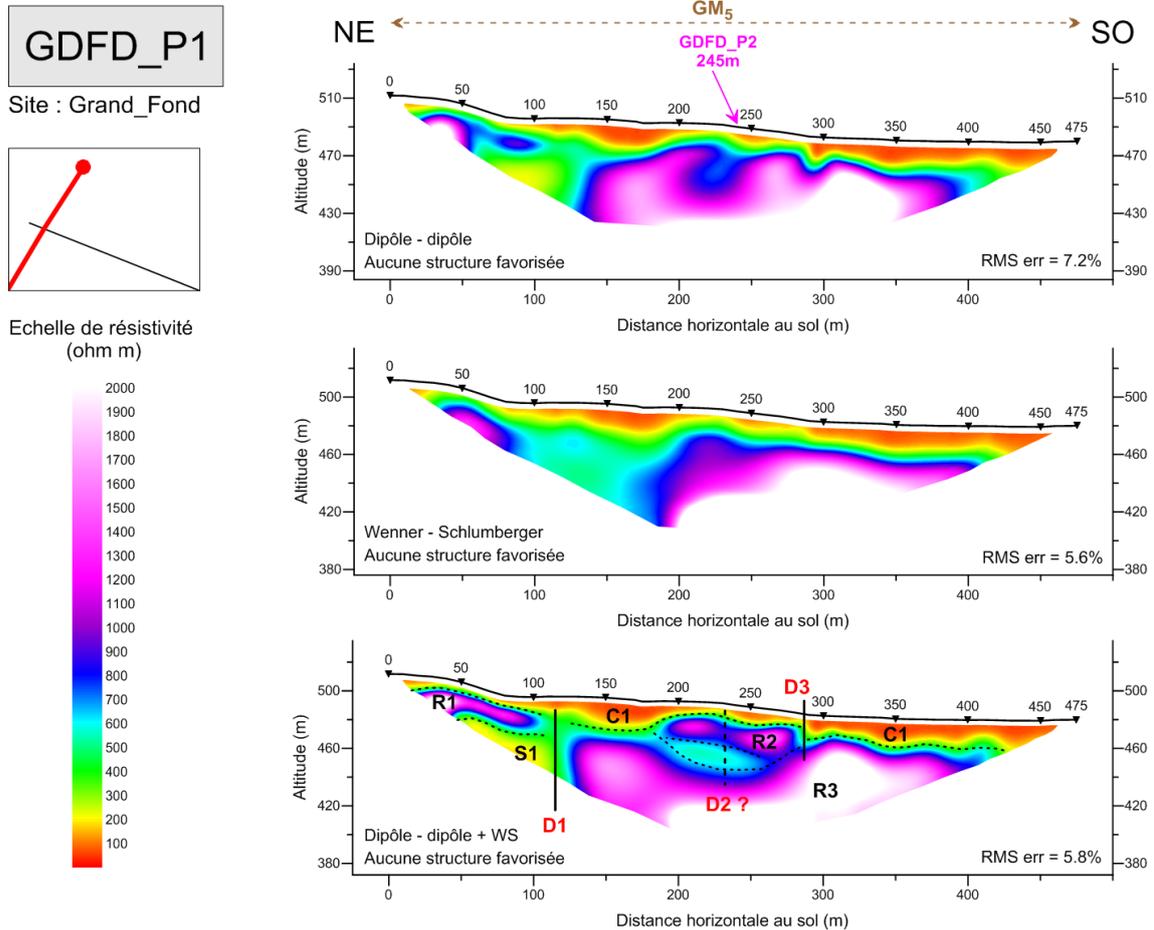


Illustration 50 - Pseudo-section de résistivité du profil GDFD_P1

Longueur : 475 m.

Orientation : NE-SO.

Informations topographiques particulières : Amont-aval.

Recoupement autres PE : GDFD_P2 en abscisse 245 m.

Formations géologiques en présence : GM5 exclusivement, correspondant à des coulées massives d'andésite basaltique sombre associées à l'épisode éruptif de Trois-Rivières.

Informations structurales : Failles supposées à 300 m au sud du site et d'orientation SO-NE.

Les horizons géo-électriques observés sont les suivants (Illustration 50) :

- Un conducteur superficiel (C1, $\sim 100 \Omega\text{m}$) atteignant 20 m d'épaisseur marque l'ensemble de la coupe. Il est fortement aminci en abscisses 60 et 230 m, formant ainsi deux auges conductrices (abscisses 80 – 220m et 280 m à fin du profil). C1 pourrait correspondre à l'altération argileuse de la coulée GM5 ;
- Un horizon résistant (R1, $> 1000 \Omega\text{m}$) souligne C1 dans la partie NE du profil jusqu'à l'abscisse 100 m où il s'interrompt sur une zone de résistivité intermédiaire ($\sim 400 \Omega\text{m}$) illustrée par la discontinuité D1 visible sur les dispositifs DD (dipôle-dipôle) et WS (Wenner-Schlumberger). R1 serait la lave massive saine GM5 ;
- Au-delà de D1, un horizon résistant épais (R3, $> 1500 \Omega\text{m}$, > 40 m d'épaisseur) marque l'ensemble du profil en direction du SO. Compte-tenu de la résistivité de cet horizon profond, R3 correspondrait à une coulée saine sous-jacente plus ancienne que GM5 : GM4 ;
- Au centre du profil, un horizon résistant (R2, $> 1000 \Omega\text{m}$) se démarque de R3 localement entre les abscisses 180-280 m. R2 serait le prolongement de R1. Il pourrait également s'agir d'un effet lié à la présence d'une discontinuité (D2) visible sur le dispositif DD ;
- Au NE, un horizon de résistivité intermédiaire (S1, $\sim 200 \Omega\text{m}$) souligne R1 et contraste avec le massif R3. Il pourrait s'agir de l'altération de la coulée GM4.

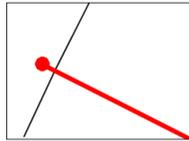
Les points particuliers de ce panneau électrique sont les suivants :

- ✚ Ce panneau GDFD_P1 semble recouper les coulées perpendiculairement (alors que GDFD_P2 serait plutôt positionné parallèlement) ;
- ✚ La présence d'une discontinuité majeure D1 qui marque la séparation entre deux blocs distincts des coulées massives d'andésite ;
- ✚ La présence d'un horizon massif R3 qui peut être interprété comme une partie saine et non altérée, de la coulée massive d'andésite GM4 sous-jacente à GM5 ;
- ✚ L'existence d'un horizon superficiel plus conducteur sans doute plus érodé sur diverses portions qui pourrait correspondre à la partie soumise à l'altération météorique de la coulée GM5 ;
- ✚ Recouvrement des profils décentré mais cohérent.

Site Grand Fond : panneau électrique GDFD_P2

GDFD_P2

Site : Grand_Fond



Echelle de résistivité (ohm m)

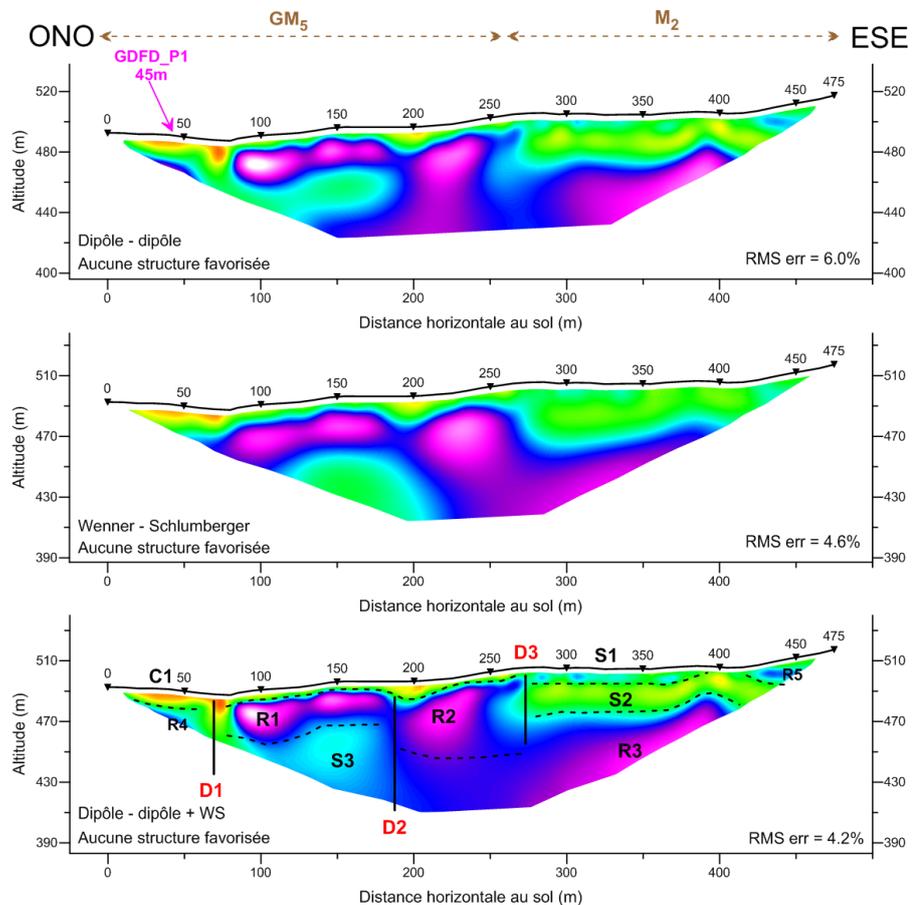
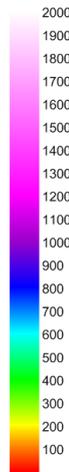


Illustration 51 - Pseudo-section de résistivité du profil GDFD_P2

Longueur : 475 m.

Orientation : ONO – ESE.

Informations topographiques particulières : Aval – amont.

Recoupement autres PE : GDFD_P1 en abscisse 45 m.

Formations géologiques en présence : GM5 jusqu'en abscisse 260 m, correspondant à des coulées massives d'andésite basaltique sombre associées à l'épisode éruptif de Trois-Rivières. Au-delà, la formation géologique M2 correspond à une coulée massive plus récente associée à la phase de la Madeleine.

Informations structurales : Failles supposées à 300 m au sud du site et d'orientation SO-NE.

Les horizons géo-électriques observés sont les suivants (Illustration 51) :

- Un horizon superficiel conducteur (C1, $\sim 100 \Omega\text{m}$) atteignant une quinzaine de mètres dans les premiers 80 m du profil et correspondant à C1 de GDFD_P1 (altération argileuse de la coulée GM5). Il s'interrompt sur la discontinuité D1 de résistivité intermédiaire située à l'aplomb d'une petite ravine. Au-delà de D1, C1 est très aminci jusqu'en abscisse 270 m. Cet amincissement correspond à une augmentation de la pente du profil, avec un changement net en abscisse 270 m sur la discontinuité notée D3 qui marque la transition entre les deux coulées (GM5/M2) ;
- Au-delà de cette abscisse, le terrain superficiel conducteur C1 change en S1, un terrain de résistivité intermédiaire (600-700 Ωm) peu épais (< 15 m) jusqu'en abscisse 400 m ;
- Dans cette même portion ESE du profil, un horizon de résistivité intermédiaire (S2, 200-300 Ωm), bien défini de l'abscisse 270 m à la fin du profil, souligne S1 et atteint une vingtaine de mètres d'épaisseur. S1 et S2 pourraient correspondre à l'altération argileuse de la coulée M2 ;
- A l'ONO du profil, sous C1, apparaissent une succession d'horizons résistants (R4 – mal défini, R1 – atteignant 30 m et R2 plus épais) séparés par les discontinuités D1, D2, D3. R1 et R2 signeraient la lave massive saine GM5 ;
- Un autre horizon résistant (R3, $> 1000 \Omega\text{m}$) est présent sur toute la partie ESE du profil et souligne S2. Il pourrait correspondre à une partie saine de la coulée M2 ;
- Un dernier horizon résistant (R5, $\sim 600 \Omega\text{m}$) apparaît à l'extrémité ESE du profil et pourrait correspondre à la continuation de S1 ;
- Enfin, un horizon de résistivité intermédiaire (S3, 600-700 Ωm) se distingue clairement de R1 entre D1 et D2 et pourrait se prolonger sous R2, au-delà de D2. S3 correspondrait à une coulée sous-jacente plus ancienne que GM5 : GM4.

Les points particuliers de ce panneau électrique sont les suivants :

- ✚ Ce panneau GDFD_P2 semble être parallèle aux coulées (alors que GDFD_P1 serait plutôt positionné perpendiculairement) ;
- ✚ L'anomalie / discontinuité D3 séparant clairement 2 blocs distincts de la surface jusqu'en profondeur et correspondant à la jonction en surface des deux coulées massives d'époques différentes. Il s'agirait donc d'une signature du contact lithologique ;
- ✚ L'anomalie conductrice D1 à l'aplomb de la ravine, liée potentiellement à une zone d'altération ;
- ✚ Des blocs résistants discontinus interprétés comme des parties saines d'une coulée massive (GM5) en voie d'altération ;
- ✚ Recouvrement des profils décentré mais cohérent.

Site Moscou : panneau électrique MOSC_P1

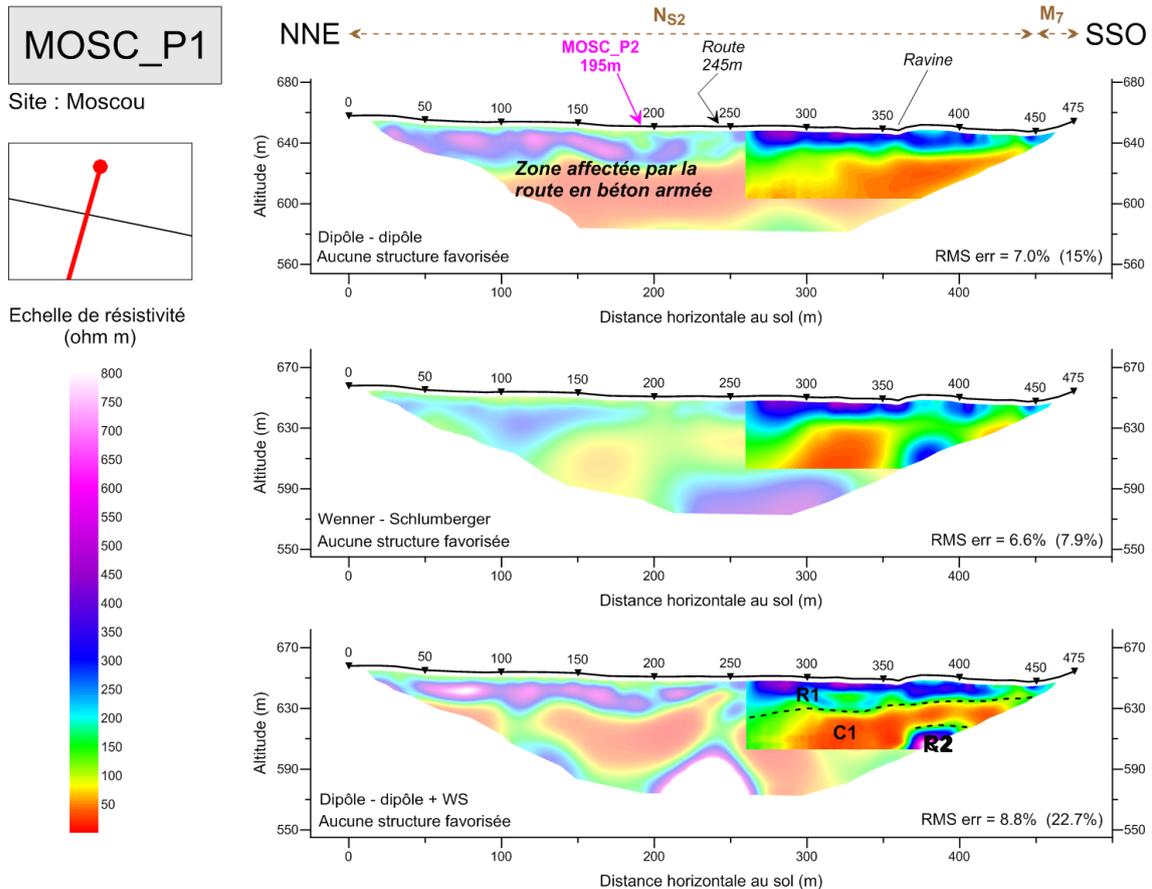


Illustration 52 - Pseudo-section de résistivité du profil MOSC_P1

Longueur : 475 m

Orientation : NNE - SSO

Informations topographiques particulières : Le site Moscou se trouve environ 2 km en amont du précédent Grand-Fond. La présence d'une route en béton armé semble avoir fortement affecté la qualité des données dans la partie NNE, raison pour laquelle les résultats sont présentés en transparence sur les 2/3 de la coupe.

Recoupement autres PE : MOSC_P2 en abscisse 195 m.

Formations géologiques en présence : Presque exclusivement des nuées ardentes (NS2) jusqu'en abscisse 450m. Au-delà, coulée massive (M7) associée à la phase de la Madeleine.

Informations structurales : Aucune faille mentionnée à proximité, à l'exception de cratères d'effondrement de Gros Fougas.

Les horizons géo-électriques observés sur la portion considérée comme « sûre » sont les suivants (Illustration 52) :

- Un horizon superficiel résistant (R1, ~500 Ω m) s'étend de l'abscisse 260 à 450 m en s'amincissant de 30 m à une quinzaine de mètres vers le SSO. R1 correspondrait aux blocs de laves composant les nuées ardentes NS2, avec une texture sans doute peu argileuse vu la résistivité relativement élevée de ces terrains ;
- Un horizon conducteur (C1, ~50 Ω m) souligne R1 sur cette même portion. C1 pourrait correspondre : soit à l'altération argileuse de la coulée M7 sous-jacente aux nuées ardentes NS2, soit aux dépôts détritiques variés (scories, blocs, argiles) avec ici une proportion en éléments fins sans doute plus importante ;
- Un horizon résistant R2, profond identifié sur le dispositif WS apparaît au SSO sous C1 localement aminci. R2 signerait vraisemblablement la lave massive saine M7.

Cette succession R1/C1 est globalement similaire dans la partie NNE du profil et laisse supposer, en première approximation que les données acquises contiennent une information exploitable à titre informatif.

La différence d'altitude entre les sites de GDFD et MOSC (> 150 m) ne permet pas de corrélation entre ces deux zones, qui par ailleurs, présentent une géologie différente.

Les points particuliers de ce panneau électriques sont les suivants :

- ✚ Ce panneau MOSC_P1 semble être parallèle aux coulées (alors que MOSC_P2 serait plutôt positionné perpendiculairement) ;
- ✚ La succession résistant/conducteur/résistant conforme aux observations de MOSC_P2 ;
- ✚ Les nuées ardentes apparaissent résistantes en surface et conductrices (s'il s'agit toujours de la même formation) en profondeur.

Site Moscou : panneau électrique MOSC_P2

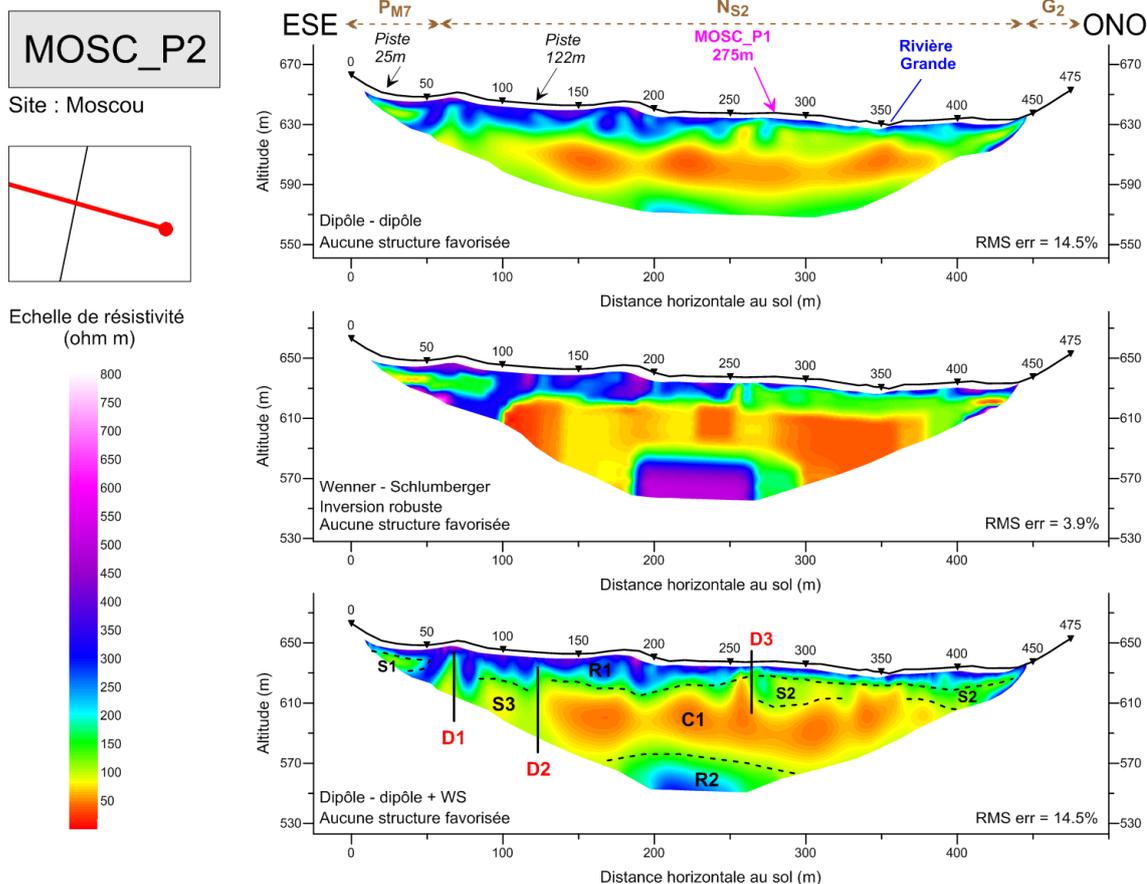


Illustration 53 - Pseudo-section de résistivité du profil MOSC_P2

Longueur : 475 m

Orientation : ESE - ONO

Informations topographiques particulières : MOSC_P2 est positionné perpendiculairement à la vallée de la rivière Grande Anse et remonte à ses deux extrémités sur les flancs de cette dernière.

Recoupement autres PE : MOSC_P1 en abscisse 275 m.

Formations géologiques en présence : A l'ESE, on trouve ~65 m de cônes de scories et blocs d'andésite basique à deux pyroxènes associés à la phase de la Madeleine (PM7), puis des nuées ardentes (NS2) sur la majeure partie du profil et enfin 40 m de coulée massive associée à la phase Grande Découverte (G2).

Informations structurales : Aucune faille mentionnée à proximité, à l'exception de cratères d'effondrement de Gros Fougas.

Les horizons géo-électriques observés sont les suivants (Illustration 53) :

- Un horizon résistant superficiel (R1, ~400 Ω m) s'amincissant vers l'ONO dans le sens de la pente, d'une trentaine de mètres à une dizaine de mètres. Sa base est fortement chahutée et peut être interprétée soit par une variation latérale de l'horizon soit par des discontinuités structurales qui l'affectent (potentiellement D1, D2 et D3). R1 correspondrait aux blocs de laves composant les nuées ardentes NS2. Son amincissement apparent pourrait se justifier soit par l'érosion des nuées ardentes, soit par une modification des propriétés électriques (altération) de cet horizon l'ayant rendu plus conducteur en partie topographiquement plus basse ;
- Latéralement, à l'ONO de D3, un horizon de résistivité intermédiaire (S2, ~150 Ω m) souligne le fin R1 aminci et pourrait correspondre à une partie plus altérée de R1 (dépôts détritiques variés (scories, blocs, argiles) avec une proportion en éléments fins sans doute plus importante) ;
- Un horizon conducteur (C1, ~50 Ω m) très épais (jusqu'à 50 m d'épaisseur) souligne R1 sur l'ensemble de la section (au-delà de D2). C1 semble ici correspondre à l'altération argileuse de la coulée M7 sous-jacente aux nuées ardentes NS2. Le toit de cet horizon plus conducteur apparaît relativement plat, suggérant potentiellement la présence d'eau (toit de la nappe) ;
- Enfin, en profondeur, on observe un résistant (R2, >250 Ω m), uniquement contraint au centre de la coupe. R2 signifierait vraisemblablement la lave massive saine M7.

Les points particuliers de ce panneau électrique sont les suivants :

- ✚ Ce panneau MOSC_P2 semble recouper les coulées perpendiculairement (alors que MOSC_P1 serait plutôt positionné parallèlement) ;
- ✚ Une succession franche d'horizons géo-électriques résistant/conducteur/résistant correspondant aux observations réalisées sur MOSC_P1 ;
- ✚ La présence de discontinuités segmentant R1 et C1 ;
- ✚ Un amincissement de R1 dans les parties les plus basses de la vallée.

5.2.2. Secteur 2 : Lostau aval et amont

Site Lostau aval : panneau électrique LOAV_P1

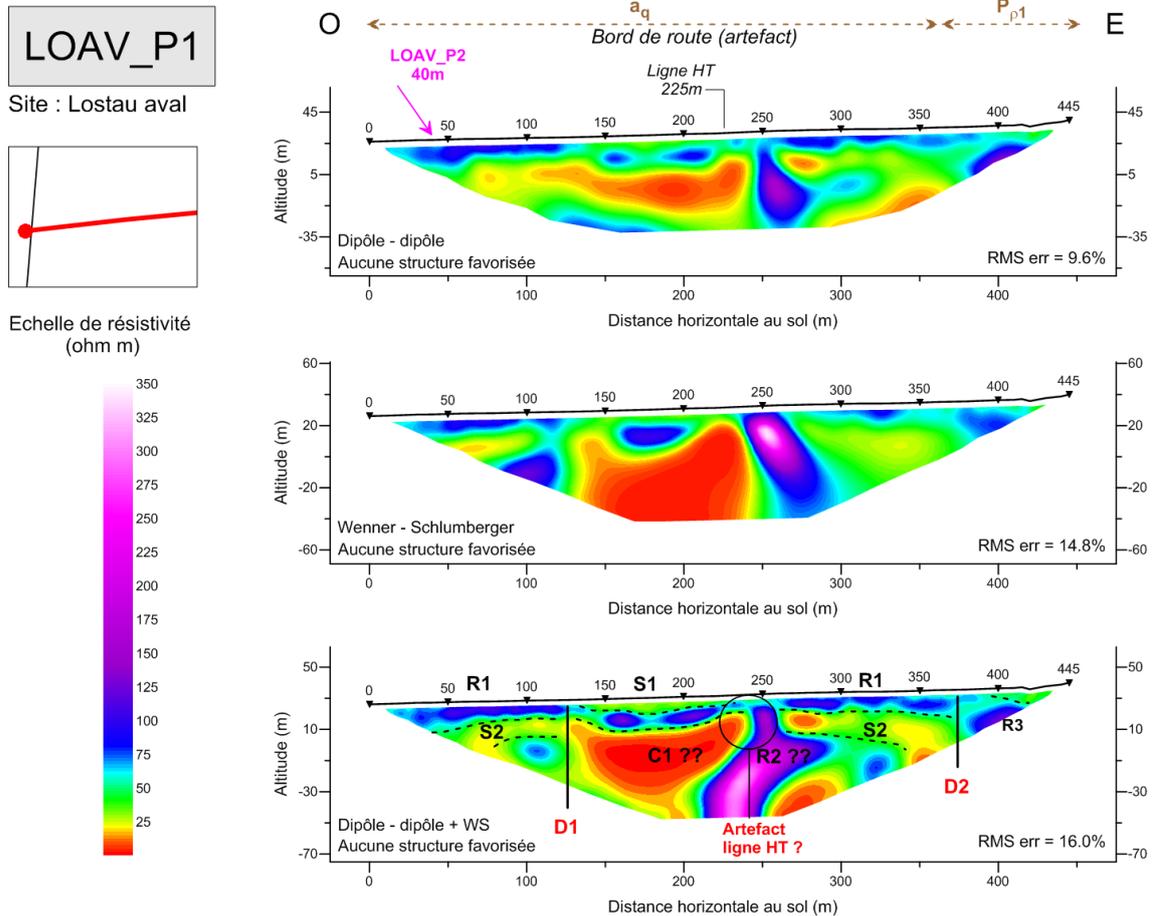


Illustration 54 - Pseudo-section de résistivité du profil LOAV_P1

Longueur : 445 m.

Orientation : O – E.

Informations topographiques particulières : Implantation du profil parallèlement à la vallée de la rivière Lostau.

Recoupement autres PE : LOAV_P2 en abscisse 40 m.

Formations géologiques en présence : Alluvions (aq) constituées de particules argileuses, mêlées de débris variés et roches et minéraux jusqu'en abscisse 360 m. Au-delà, lapillis et ponces dacitiques (Pp1) associés à la phase explosive du volcanisme méridional, avec une puissance de 600 à 700 m.

Informations structurales : Aucune faille mentionnée à proximité du site.

Les horizons géo-électriques observés sont les suivants (Illustration 54) :

- Un horizon résistant superficiel (R1, $\sim 100 \Omega\text{m}$) est présent entre les abscisses 0-125 m et 260-375 m, atteignant localement une vingtaine de mètres d'épaisseur. Il s'enfonce sous un horizon de résistivité moindre (S1, $\sim 30 \Omega\text{m}$) entre les abscisses 130-240 m. R1 correspond aux alluvions fluviales qui contiennent la nappe d'accompagnement de la rivière Lostau (alluvions en zone non saturée puis en zone saturée) ; le forage FL1 réalisé dans le cadre de l'étude BRGM de P. Deshons et al. (1986) – cf. 4.3.4, relativement proche du profil LOAV_P1, côté Ouest, confirme globalement cette interprétation : 9 m d'alluvions grossières avaient été traversées puis 21 m de tufs à ciment argileux sableux pouvant expliquer une diminution de la résistivité en profondeur (toit de S2).
- Un horizon de résistivité intermédiaire (S2, $\sim 25 \Omega\text{m}$) souligne R1 aux mêmes abscisses et atteint une épaisseur similaire à ce dernier (~ 20 m). S2 forme le niveau intermédiaire saturé d'eau attribué aux alluvions, tufs grossiers et plus généralement terrains volcano-sédimentaires dans un ciment sablo-argileux ;
- Sous la partie abaissée de R1 (abscisses 125 à 240 m) se trouve un puissant conducteur C1, dont l'épaisseur atteindrait une quarantaine de mètres. Il constitue soit la continuité de S2 vers l'Est, soit est délimité par les discontinuités D1 et D2. C1 signerait une remontée du substratum volcanique très altéré et potentiellement, une altération poussée liée à l'hydrothermalisme. La question d'intrusion marine potentielle reste ouverte (ces eaux pourraient contribuer de manière importante à la baisse de résistivité observée) ;
- Le résistant central (R2, $300 \Omega\text{m}$), pseudo-vertical est attribué à un artefact induit par la présence de la ligne électrique aérienne HT. Néanmoins, on observe un résistant qui pourrait se prolonger sous S2 vers l'Est en moins résistant, tout comme à l'Ouest sous S2 ;
- Une deuxième discontinuité D2 (abscisse 375 m) marque la jonction entre les deux formations géologiques.

Les points particuliers de ce panneau électrique sont les suivants :

- ✚ A l'exception de l'anomalie centrale potentiellement causée par la ligne HT, on trouve globalement une succession de plaine alluviale identique à celle observée sur LOAV_P2. LOAV_P1 montre en revanche plus de variations de gammes de résistivités ;
- ✚ La présence d'un conducteur massif au centre de la plaine est surprenante par rapport aux informations des sondages électriques réalisés en 1986 un peu plus au Nord. Sa morphologie et surtout son extension vers l'aval suggère : une origine géologique (minéralisation) ou hydrogéologique (invasion saline) ou humaine (présence de structures métalliques enterrées) ;
- ✚ Les variations latérales de l'horizon superficiel reflètent la variabilité latérale du remplissage alluvial, et potentiellement la présence de chenaux.

Site Lostau aval : panneau électrique LOAV_P2

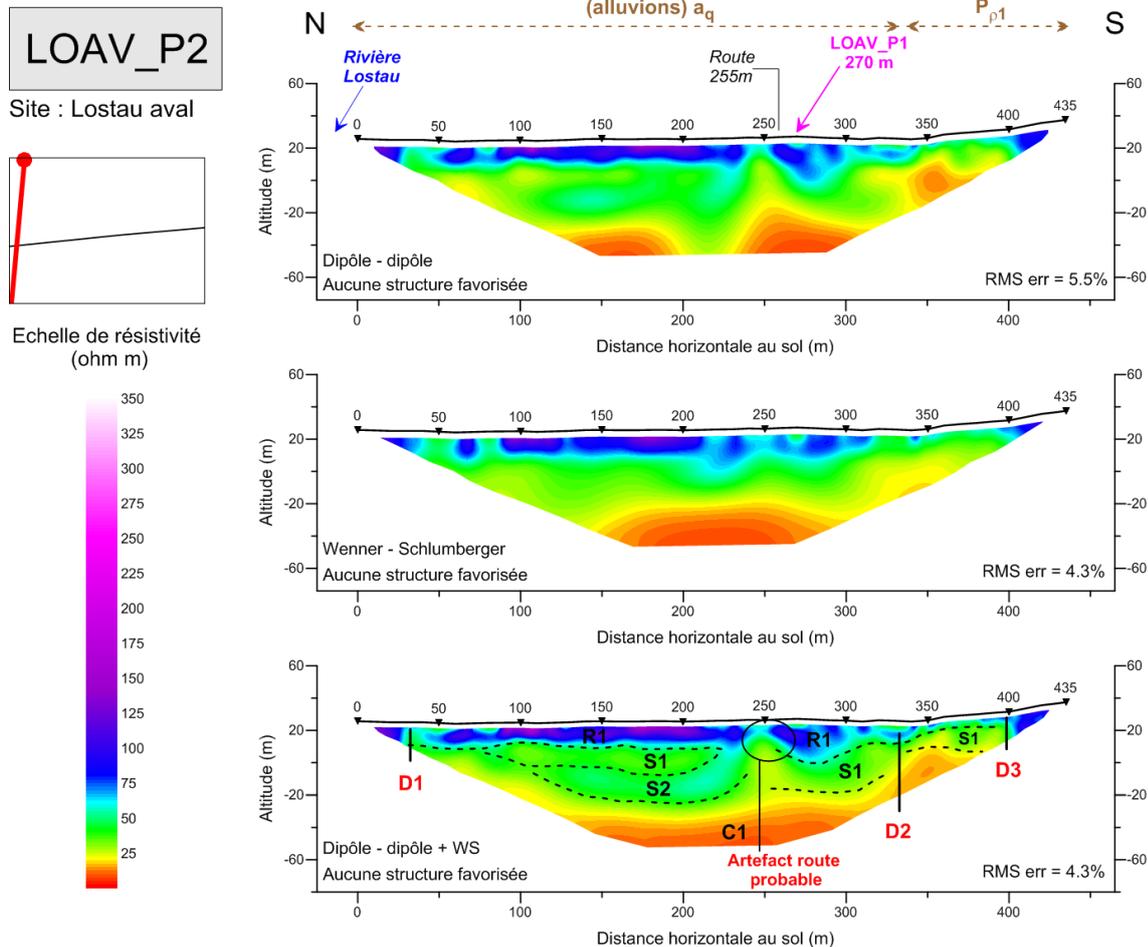


Illustration 55 - Pseudo-section de résistivité du profil LOAV_P2

Longueur : 435 m

Orientation : N – S.

Informations topographiques particulières : Implantation perpendiculairement à la vallée de la rivière Lostau et par conséquent parallèle à la côte.

Recoupement autres PE : LOAV_P1 en abscisse 270 m.

Formations géologiques en présence : Alluvions (aq) constituées de particules argileuses, mêlées de débris variés et roches et minéraux jusqu'en abscisse 340 m. Au-delà, lapillis et ponces dacitiques (Pp1) associés à la phase explosive du volcanisme méridional, avec une puissance de 600 à 700 m.

Informations structurales : Aucune faille mentionnée à proximité du site.

Les horizons géo-électriques observés sont les suivants (Illustration 55) :

- Un horizon résistant superficiel (R1, 100 Ω m) marque l'ensemble de la coupe. Il atteint une épaisseur maximale d'une trentaine de mètres en abscisse 275 m et présente un amincissement entre les abscisses 330 et 400 m. R1 correspond aux alluvions fluviales qui contiennent la nappe d'accompagnement de la rivière Lostau (alluvions en zone non saturée puis en zone saturée) ; le log géologique du forage FL2 (cf. 4.3.4) anciennement localisé à proximité du profil LOAV_2 (nord du profil) fait état de 15 mètres d'épaisseurs d'alluvions grossières reposant sur 15 m de tuf grossier à ciment sablo-argileux.
- Un horizon de résistivité intermédiaire (S1, 30-40 Ω m) souligne R1. Dans la partie Nord, il est distingué de S2, légèrement plus résistant. Mais ces deux entités S1 et S2 formeraient le remplissage de la vallée avec un amincissement clair vers le Nord et le Sud. S1 et S2 forment le niveau intermédiaire probablement saturé d'eau attribué aux alluvions, tufs grossiers et plus généralement des terrains volcano-sédimentaires dans un ciment sablo-argileux ;
- Un conducteur basal (C1, ~10 Ω m) marque le fond de la vallée avec une remontée plus accentuée vers le Sud. C1 signe le substratum volcanique très altéré. La question d'intrusion marine potentielle reste ouverte (ces eaux pourraient contribuer de manière importante à la baisse de résistivité observée) ;
- 3 discontinuités potentielles sont identifiées. D1 et D3 séparent les blocs résistants d'extrémité de coupe. D2 reflète une anomalie au sein du conducteur C1 pouvant s'expliquer par le contact lithologique. Une autre discontinuité potentielle aurait pu être signalée mais elle est probablement liée à la présence de la route et constitue vraisemblablement un artefact.

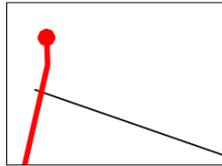
Les points particuliers de ce panneau électrique sont les suivants :

- ✚ La structuration du remplissage de la plaine alluviale avec notamment une remontée plus accentuée du conducteur vers le Sud ;
- ✚ Un remplissage épais et assez homogène, avec disparation du conducteur mis en évidence plus à l'amont sur LOAV_P1 ;
- ✚ Des extrémités (bordures de la vallée) plus résistantes ;
- ✚ L'aspect sub-tabulaire du conducteur profond au centre de la plaine (jusqu'en abscisse 300 m) pourrait-il être en lien avec la présence d'eau saumâtre en profondeur ?

Site Lostau amont : panneau électrique LOAM_P1

LOAM_P1

Site : Lostau amont



Echelle de résistivité (ohm m)

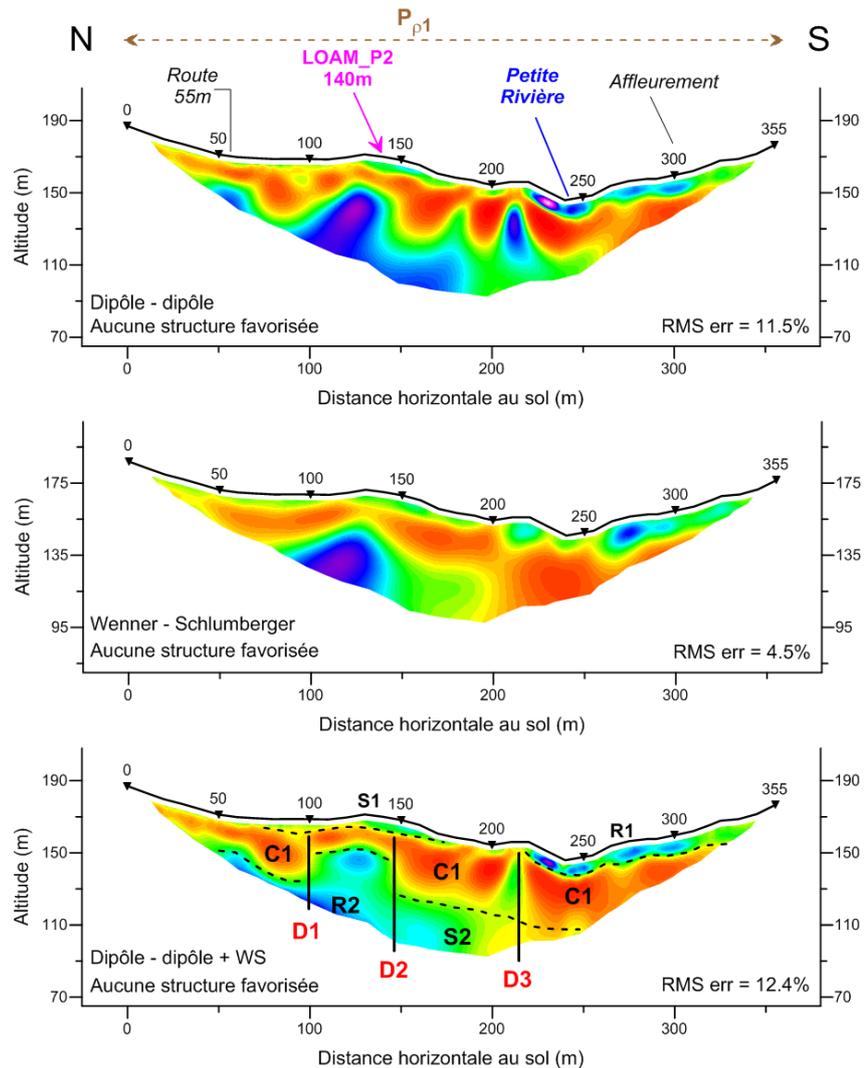


Illustration 56 - Pseudo-section de résistivité du profil LOAM_P1

Longueur : 355 m

Orientation : N – S.

Informations topographiques particulières : Disposé perpendiculairement à Petite Rivière

Recoupement autres PE : LOAM_P2 en abscisse 140m.

Formations géologiques en présence : quelques coulées de lave andésitique (Pac), brèches pyroclastiques et lapillis et ponces dacitiques (Pp1) associés à la phase explosive du volcanisme méridional. La formation Pp1 est dominante (puissance pouvant dépasser 500 m selon notice explicative de la carte géologique de la Basse-Terre)

Informations structurales : Aucune faille mentionnée à proximité du site.

Les horizons géo-électriques observés sont les suivants (Illustration 56) :

- Un horizon superficiel résistant R1 (30-40 Ωm) apparaît dans la partie Sud (abscisses 220-320 m) de la coupe correspondant à la partie basse (voisinage de Petite Rivière). Il atteint 10-15 mètres d'épaisseur ;
- Plus au Nord, entre les abscisses 70 et 180 m, on observe un horizon superficiel peu épais et plus conducteur (S1, $\sim 15 \Omega\text{m}$) à l'aplomb de la bosse située en abscisse 70-180 m ;
- Un conducteur massif (C1, 5 Ωm) marque l'ensemble de la coupe et semble en plusieurs compartiments illustrés par les discontinuités D1 à D3. C1 signerait soit le substratum volcanique très altéré (coulées de laves andésitiques porphyriques massives) ou encore l'existence d'une couche de lapillis et ponces dacitiques
- En profondeur, au Nord de la coupe apparaît un horizon R2, plus résistant (30 Ωm), également affecté par les discontinuités D1-D2. R2 correspondrait vraisemblablement au substratum volcanique potentiellement fracturé.

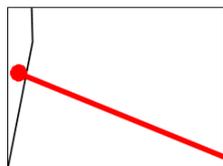
Les points particuliers de ce panneau électrique sont les suivants :

- ✚ Les 3 discontinuités seraient des failles potentielles subverticales orientées N100° selon les observations géologiques de mars 2012 ;
- ✚ Les très faibles résistivités de ce panneau, majoritairement < 30 Ωm ;
- ✚ Le conducteur massif clairement compartimenté par plusieurs discontinuités, illustrant une complexité géologique, caractéristique de ce site (cf. LOAM_P2) mais absente de la carte géologique.

Site Lostau amont : panneau électrique LOAM_P2

LOAM_P2

Site : Lostau amont



Echelle de résistivité (ohm m)

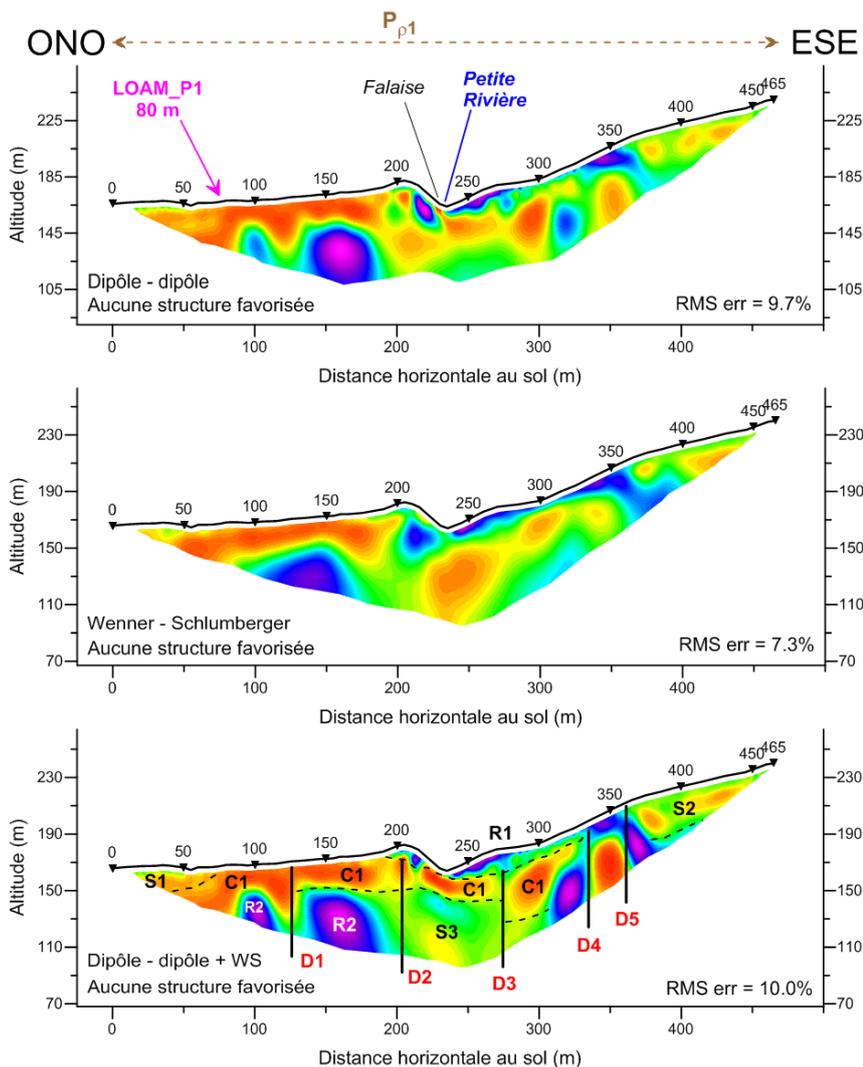


Illustration 57 - Pseudo-section de résistivité du profil LOAM_P2

Longueur : 465 m

Orientation : ONO - ESE

Informations topographiques particulières : Aval – amont, recoupe Petite Rivière.

Recoupement autres PE : LOAM_P1 en abscisse 80 m.

Formations géologiques en présence : quelques coulées de lave andésitique (Pac), brèches pyroclastiques, lapillis et ponces dacitiques (Pp1) majoritaires associés à la phase explosive du volcanisme méridional ;

Informations structurales : Aucune faille mentionnée à proximité du site.

Les horizons géo-électriques observés sont les suivants (Illustration 57) :

- Un horizon superficiel résistant (R1, 30-40 Ωm) similaire à celui mis en évidence sur LOAM_P1, entre les abscisses 190-350 m. Il atteint une quinzaine de mètres d'épaisseur. Tout comme sur LOAM_P1, il est plus marqué sur la rive gauche de Petite Rivière ;
- En surface, dans la partie ONO on observe un conducteur (C1, ~5 Ωm) d'une vingtaine de mètres d'épaisseur jusqu'en abscisse 200 m, plongeant en tout début de profil sous un horizon légèrement plus résistant (S1). C1 signerait potentiellement le substratum volcanique très altéré (coulées de laves andésitiques porphyriques massives) ou l'existence d'une couche de ponces/lapillis ;
- De l'abscisse 200 m à 360 m, ce conducteur C1 se prolonge de manière segmentée par les discontinuités D2 à D5 ;
- Un horizon de résistivité intermédiaire (S2, ~15 Ωm), dans lequel est intercalé un horizon légèrement plus conducteur (~8 Ωm), marque la fin du profil (abscisses 350 à 465 m). S2 atteint une trentaine de mètres d'épaisseur ;
- En profondeur, sous C1, on observe une succession de blocs résistants (entre autres R2) et semi-résistants (entre autres S3) séparés par de multiples discontinuités (D1 à D5). R2 correspondrait vraisemblablement au substratum volcanique potentiellement fracturé.

Les points particuliers de ce panneau électrique sont les suivants :

- ✚ Les 5 discontinuités seraient des failles potentielles subverticales orientées N170° selon les observations géologiques de mars 2012 ;
- ✚ Tout comme LOAM_P1, les très faibles résistivités de ce panneau (< 60 Ωm) ;
- ✚ Le conducteur C1 clairement compartimenté par plusieurs discontinuités, illustrant une complexité géologique, caractéristique de ce site (cf. LOAM_P1) mais absente de la carte géologique ;
- ✚ Une structuration géo-électrique bien contrastée entre la rive gauche (résistante) et la rive droite de la rivière. On peut juste signaler qu'il semble impossible pour une foreuse d'accéder en rive gauche ;
- ✚ Hydrogéologiquement, ce secteur (Lostau amont, tout comme Lostau aval), implanté dans une même formation géologique, illustre la nécessité d'entreprendre un long profil géophysique pour mieux appréhender la transition entre les horizons géo-électriques et leur rôle pour les eaux souterraines.

5.2.3. Secteur 3 : Nogent aval et amont

Site Nogent aval : panneau électrique NOAV_P1

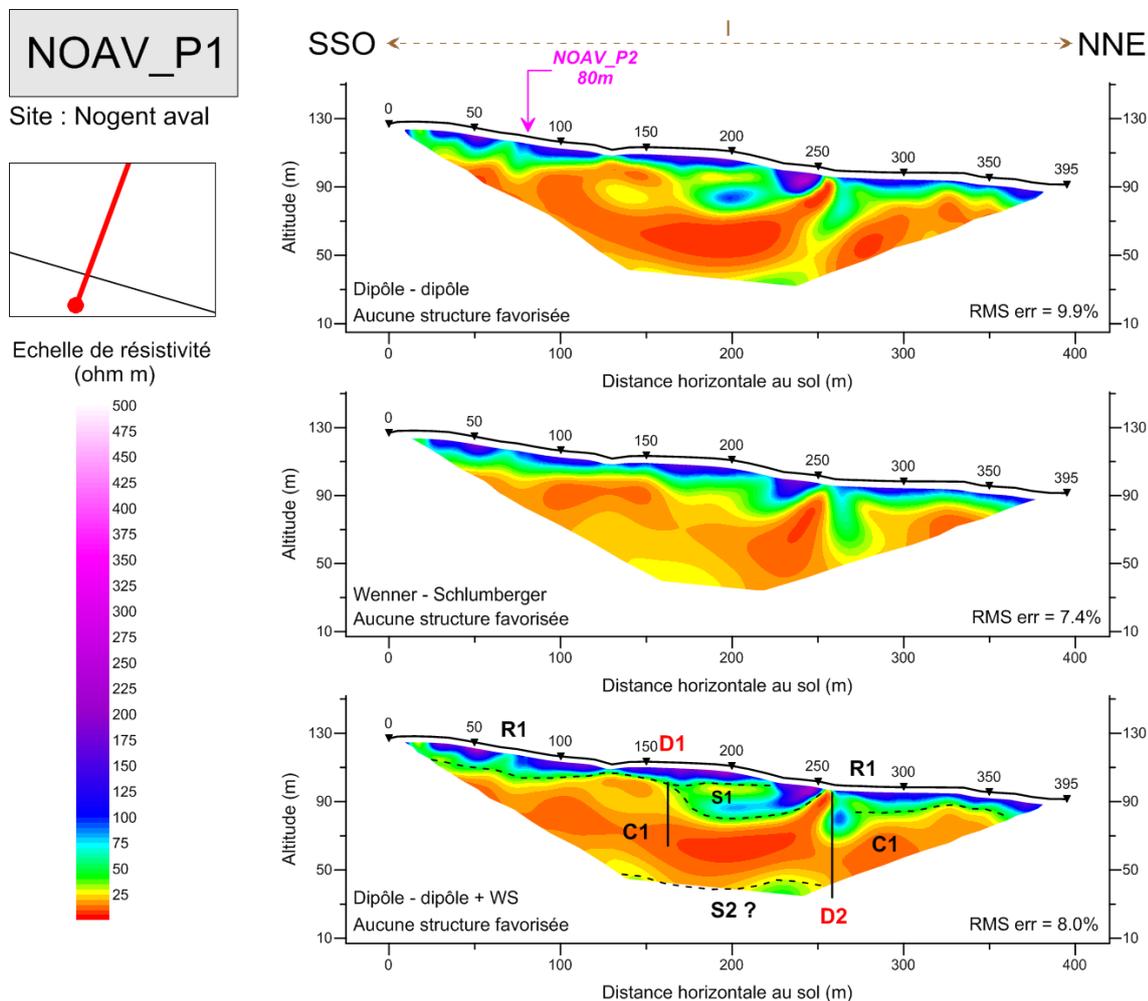


Illustration 58 - Pseudo-section de résistivité du profil NOAV_P1

Longueur : 395 m

Orientation : SSO – NNE

Informations topographiques particulières :

Recoupement autres PE : NOAV_P2 en abscisse 80m.

Formations géologiques en présence : Profil implanté sur le complexe volcanique anté-miocène qui forme le substratum de Basse-Terre. Il est composé d'argiles résiduelles au sommet, de conglomérats continentaux déposés suite à une longue période d'érosion et à la base de formations volcaniques en place.

Informations structurales : Proximité de failles N-S et SO-NE

Les horizons géo-électriques observés sont les suivants (Illustration 58) :

- Un horizon résistant superficiel (R1, 100-300 Ω m) atteignant une vingtaine de mètres marque l'ensemble du profil. Il est affecté par une discontinuité principale D2 en abscisse 260 m. R1 signerait les formations de remaniement superficielles (alluvions grossières, conglomérats et brèches de remaniement, nuées ardentes de dacite à quartz) ;
- Une auge plus résistante caractérise le centre de la coupe (abscisses 170-250 m). Cette dernière montre un second horizon de résistivité intermédiaire (S1, ~50-75 Ω m) indiquant un enfoncement du conducteur sous-jacent C1. La discontinuité D1 (abscisse 165 m) illustre la limite SSO de cette auge. S1 serait peut-être un approfondissement de R1 avec une matrice plus argileuse ;
- En profondeur, on observe un puissant conducteur (C1, ~10-20 Ω m) qui atteindrait une épaisseur maximum de 60 m. C1 est segmenté par la discontinuité D2. C1 pourrait correspondre à des laves andésitiques très altérées présentant une forte teneur en argiles. Le contact R1/C1 expliquerait la présence des sources en contrebas du panneau électrique à une altitude de 75 m NGG ;
- Enfin, en base de coupe, un horizon légèrement plus résistant (S2) apparaît. S2 pourrait être attribué à des laves plus saines plus ou moins fracturées avec un potentiel aquifère.

Les points particuliers de ce panneau électrique sont les suivants :

- ✚ Ce panneau NOAV_P1 semble être parallèle aux coulées andésitiques profondes (alors que NOAV_P2 serait plutôt positionné perpendiculairement) ;
- ✚ La succession résistant / conducteur / résistant ;
- ✚ La discontinuité principale D2 qui semble affecter toute la série géologique ;
- ✚ L'épaisseur du conducteur massif C1.

Site Nogent aval : panneau électrique NOAV_P2

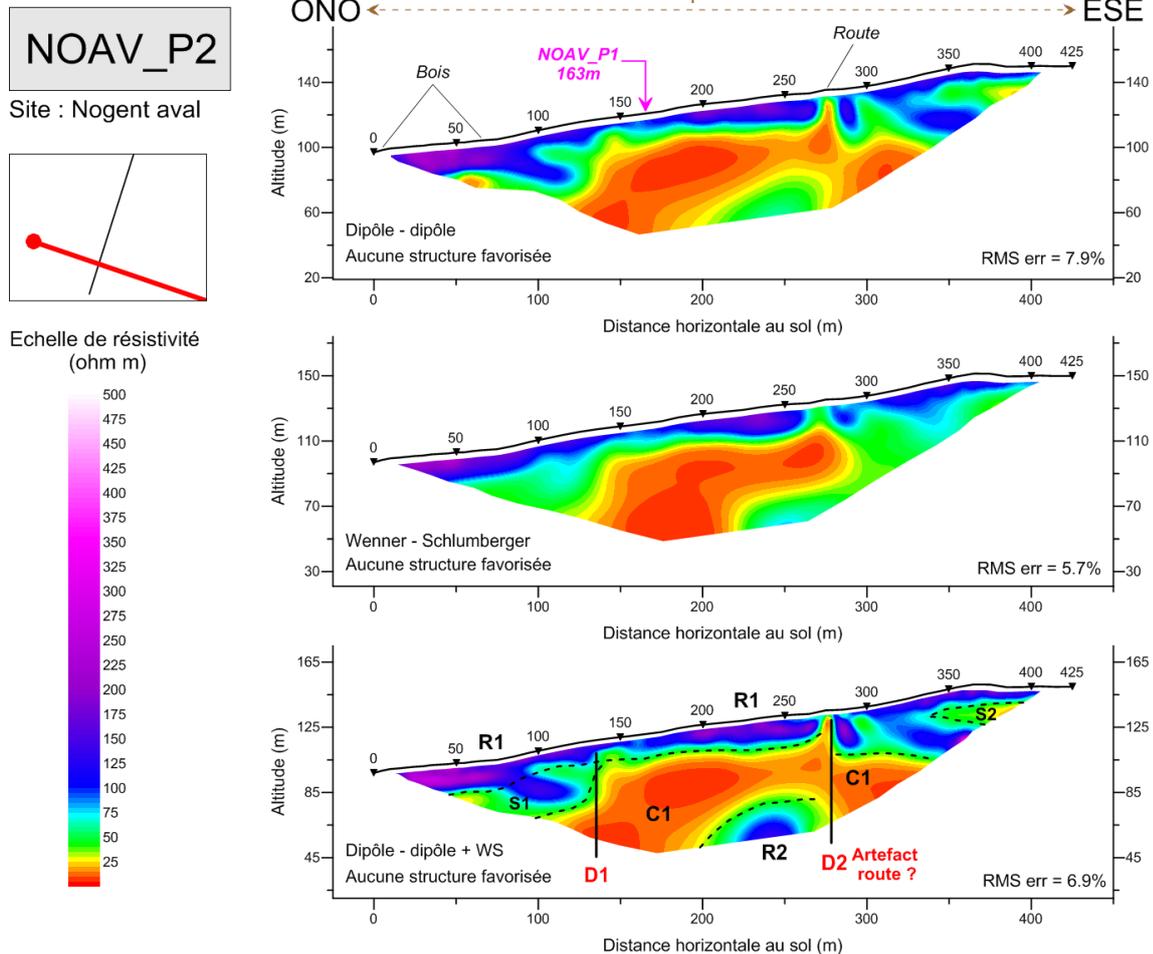


Illustration 59 - Pseudo-section de résistivité du profil NOAV_P2

Longueur : 425 m

Orientation : ONO – ESE

Informations topographiques particulières :

Recoupement autres PE : NOAV_P1 en abscisse 163 m.

Formations géologiques en présence : Profil implanté sur le complexe volcanique anté-miocène qui forme le substratum de Basse-Terre. Il est composé d'argiles résiduelles au sommet, de conglomérats continentaux déposés suite à une longue période d'érosion et à la base de formations volcaniques en place.

Informations structurales : Proximité de failles N-S et SO-NE

Les horizons géo-électriques observés sont les suivants (Illustration 59) :

- Un horizon résistant superficiel (R1, 100-300 Ωm) atteignant une vingtaine de mètres marque l'ensemble du profil. Il présente très localement une surépaisseur (40 m) en abscisses 100 et 320 m. Il semble être affecté par deux discontinuités, D1 et D2. D1 montre un décalage d'une vingtaine de mètres dans le conducteur sous-jacent et D2 présente une structure similaire avec probablement un artefact supplémentaire lié à la présence de la route. R1 signerait les formations de remaniement superficielles ;
- A l'ONO de la coupe, on observe un épaississement du résistant superficiel qui surmonte un horizon de résistivité intermédiaire (S1, $\sim 50 \Omega\text{m}$) venant buter sur D1 en abscisse 130 m. S1 serait peut-être un approfondissement de R1 avec une matrice plus argileuse ;
- De manière équivalente à l'ESE, on observe un horizon de résistivité intermédiaire venant s'intercaler dans R1 ;
- En profondeur, on observe un puissant conducteur (C1, $\sim 10\text{-}20 \Omega\text{m}$) qui atteindrait une épaisseur maximum de 50-60 m. C1 apparaît segmenté par la discontinuité D2. C1 pourrait correspondre à des laves andésitiques très altérées présentant une forte teneur en argiles ;
- Enfin, en base de coupe, un horizon résistant (R2) apparaît. R2 pourrait être attribué à des laves plus saines plus ou moins fracturées avec un potentiel aquifère.

Les points particuliers de ce panneau électrique sont les suivants :

- ✚ Ce panneau NOAV_P2 semble recouper les coulées andésitiques profondes perpendiculairement (alors que NOAV_P1 serait plutôt positionné parallèlement) ;
- ✚ La succession résistant / conducteur / résistant ;
- ✚ La morphologie convexe du conducteur C1 ;
- ✚ La discontinuité principale D2.

Site Nogent amont : panneau électrique NOAM_P1

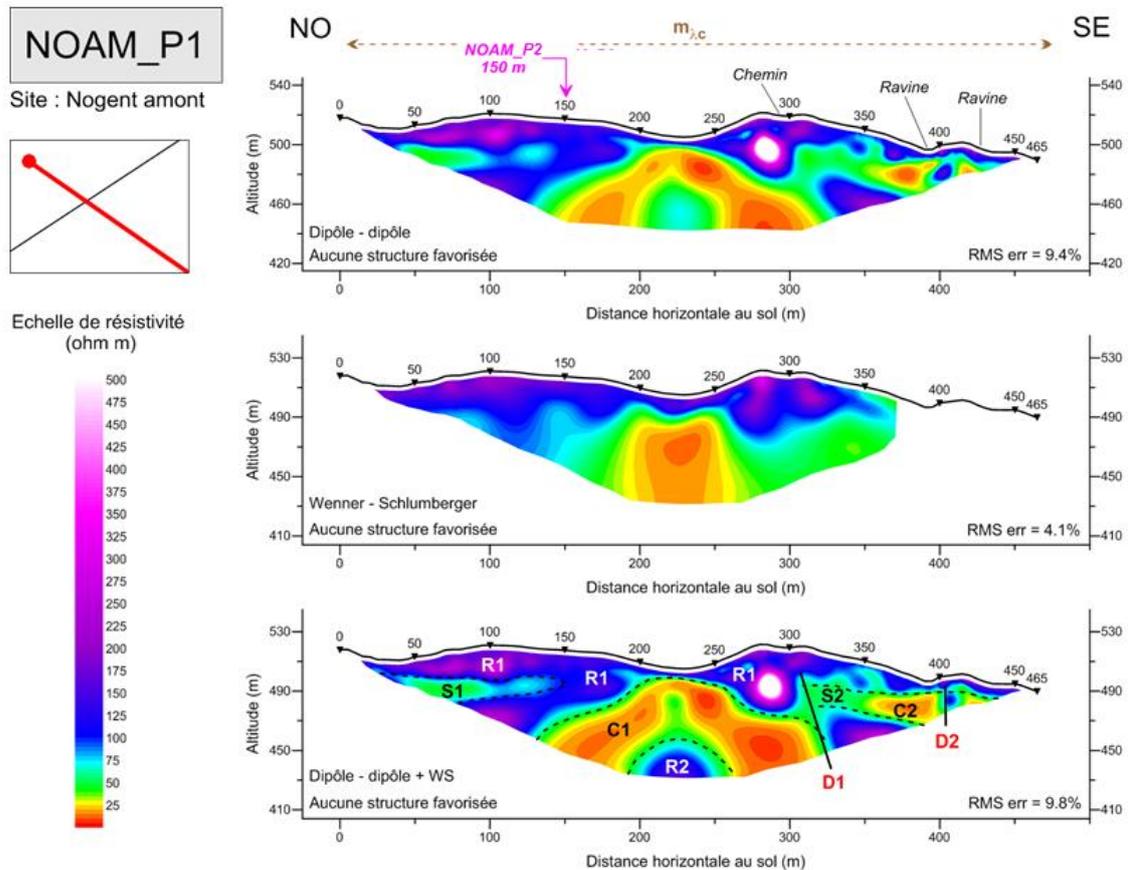


Illustration 60 - Pseudo-section de résistivité du profil NOAM_P1

Longueur : 465 m

Orientation : NO – SE

Informations topographiques particulières : Forêt, imprécision GPS.

Recoupement autres PE : NOAM_P2 en abscisse 150

Formations géologiques en présence : Profil implanté sur les coulées labradoritiques de la Couronne (m_λc) qui résultent de la dernière phase fluidale du volcanisme septentrional. Ces dernières peuvent atteindre une puissance pouvant dépasser 200 mètres. Ce sont des laves massives largement fissurées (fissures de retrait en tous sens et nombreuses diaclases) et fortement altérées.

Informations structurales : Proximité de failles d'orientation N-S et SO-NE.

Les horizons géo-électriques observés sont les suivants (Illustration 60) :

- Un horizon résistant superficiel (R1, 100-500 Ω m) épais (jusqu'à 40 m) marque les deux parties entourant la vallée centrale. R1 montrerait la partie sommitale du profil d'altération (gros blocs de lave andésitique aphyrique reposant sur le faciès très altéré, très friable, tendre, et argileux de la partie supérieure du profil d'altération). Les reconnaissances géologiques de mars 2012 indiquaient qu'il affleurerait à des côtes altimétriques supérieures à 500 m NGG ;
- Un horizon de résistivité intermédiaire (S1, ~50 Ω m) vient s'intercaler dans R1 jusqu'en abscisse 150 m et souligne R1 dans la partie SE. S1 atteint une vingtaine de mètres d'épaisseur ;
- Au SE, R1 est aminci et souligné par un horizon de résistivité intermédiaire (S2, ~50 Ω m) devenant plus conducteur vers le SE (horizon C2) jusqu'à la discontinuité D2. S1 et S2 seraient des zones plus argileuses de la partie sommitale du profil d'altération ;
- D1 marque une discontinuité importante en abscisse 310-320 m ;
- En profondeur, on observe un puissant conducteur (C1, 10-15 Ω m) de forme convexe vers le haut qui atteindrait une quarantaine de mètres d'épaisseur. C1 pourrait correspondre à des laves andésitiques très altérées présentant une forte teneur en argiles ;
- Enfin, en profondeur, sous C1, un horizon résistant (R2, 100-150 Ω m), forme le cœur du conducteur C1. R2 pourrait être attribué à des laves plus saines plus ou moins fracturées avec un potentiel aquifère.

Les points particuliers de ce panneau électrique sont les suivants :

- ✚ Le conducteur massif au centre de la coupe de forme convexe, rappelant une forme de coulée (150 m de large) et dont le toit se situe à l'aplomb de la vallée ;
- ✚ Un profil globalement symétrique, avec notamment une imbrication d'un horizon de résistivité intermédiaire dans les deux résistants latéraux ;
- ✚ 2 discontinuités marquées au SE ;
- ✚ NOAM_P1 semble recouper une coulée perpendiculairement alors que NOAM_P2 serait plutôt positionné parallèlement.

Site Nogent amont : panneau électrique NOAM_P2

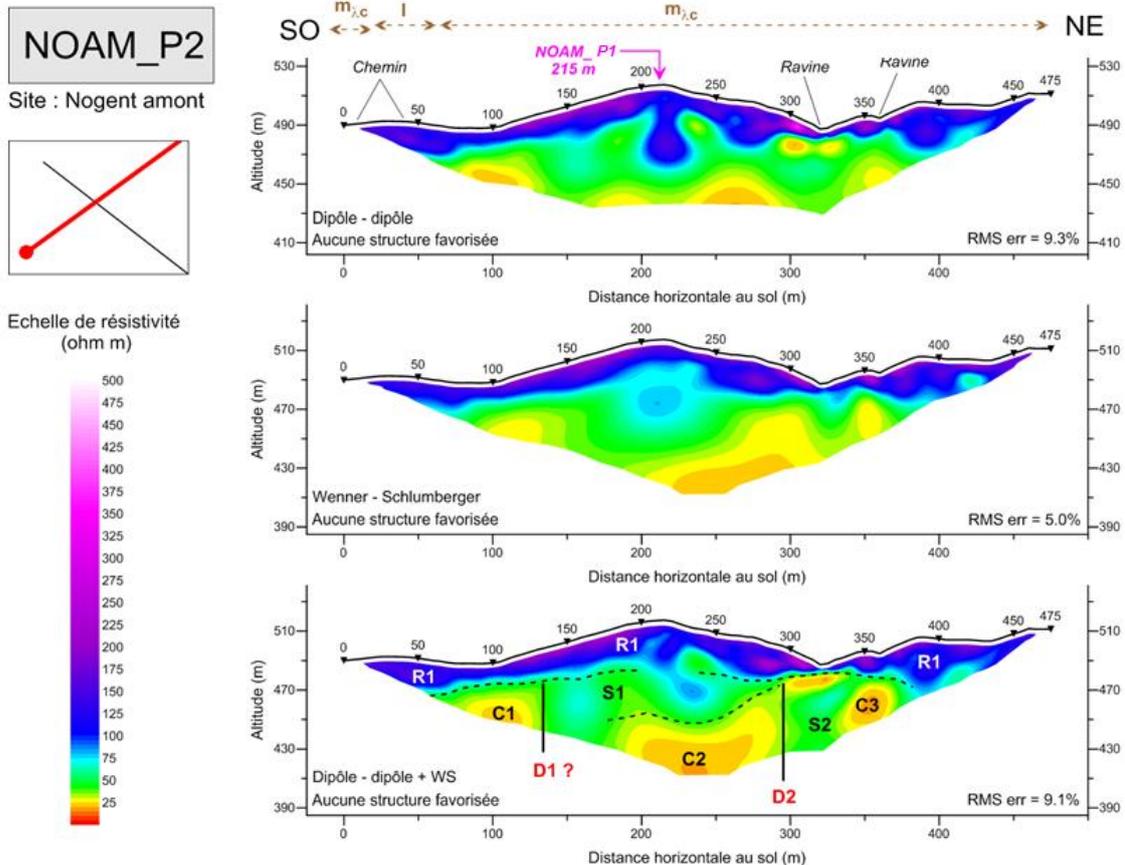


Illustration 61 - Pseudo-section de résistivité du profil NOAM_P2

Longueur : 475 m

Orientation : SO – NE

Informations topographiques particulières : Forêt, imprécision GPS.

Recoupement autres PE : NOAM_P1 en abscisse 215 m

Formations géologiques en présence : Profil implanté sur les coulées labradoritiques de la Couronne (m_{lc}) qui résultent de la dernière phase fluidale du volcanisme septentrional. Ces dernières peuvent atteindre une puissance pouvant dépasser 200 mètres. Ce sont des laves massives largement fissurées (fissures de retrait en tous sens et nombreuses diaclases) et fortement altérées. Le profil empiète, dans sa partie SO, sur le complexe anté-miocène (I).

Informations structurales : Proximité de failles d'orientation N-S et SO-NE

Les horizons géo-électriques observés sont les suivants (Illustration 61) :

- Un horizon résistant superficiel (R1, 100-300 Ω m) épais (jusqu'à 35 m) marque l'ensemble de la coupe avec un amincissement notable dans les deux bas topographiques (abscisses 100 et 320 m). R1 montrerait la partie sommitale du profil d'altération (gros blocs de lave andésitique aphyrique reposant sur le faciès très altéré, très friable, tendre, et argileux de la partie supérieure du profil d'altération) ;
- Un horizon de résistivité intermédiaire massif (S1, ~50 Ω m, jusqu'à 40 m d'épaisseur) souligne R1 dans la partie centrale du profil entre les discontinuités D1 et D2. S1 serait une zone plus argileuse de la partie sommitale du profil d'altération ;
- Au SO et au NE, R1 est souligné par les conducteurs C1 et C3 (20-25 Ω m), d'extension apparente assez restreinte ;
- Au centre de la coupe, l'horizon conducteur C2 (~25 Ω m) apparaît plus en profondeur sous S1. C1, C2 et C3 pourraient correspondre à des laves andésitiques très altérées présentant une forte teneur en argiles ;
- Les discontinuités D1 et D2 marquent des interruptions du conducteur profond, mais sont difficilement localisables en raison des faibles contrastes entre S1 et les Cx. Deux discontinuités pourraient être ajoutées en abscisses 180 et 330 m.

Les points particuliers de ce panneau électrique sont les suivants :

- ✚ Une succession Résistant / Résistant intermédiaire / Conducteur ;
- ✚ Les faibles contrastes observés en profondeur pourraient être à attribuer à l'orientation de NOAM_P1 par rapport à NOAM_P2. En effet, NOAM_P1 semble recouper une coulée perpendiculairement alors que NOAM_P2 serait plutôt positionné parallèlement.

5.3. COMMENTAIRES SUR LA PROPOSITION D'EMPLACEMENT DE FORAGES

Cette étude, entreprise sur 3 secteurs géologiquement différents, et distants de plusieurs dizaines de kilomètres a mis en évidence 2 patterns de résistivité :

- Une large gamme de résistivité (50-2000 Ω m) sur le secteur de Grande-Anse (site de Grand-Fond), interprétée comme la présence de terrains plus récents, moins altérés et sans doute moins argileux ;
- Une gamme de résistivité plus restreinte (1-500 Ω m) sur le secteur de Lostau et Nogent, que l'on peut assimiler à des terrains plus anciens et certainement plus altérés.

Notons que des secteurs équivalents en termes de résistivité (< 100 Ω m) ont parfois révélé de bons aquifères en Martinique (Arnaud et al., 2010 ; Vittecoq et al., 2009). L'altération, sans doute hydrothermale (interprétation des carottes) a montré que certains minéraux plus conducteurs se forment mais que la fissuration – fracturation de la coulée reste un critère primordial pour ses capacités hydrodynamiques.

Après réalisation des ouvrages de reconnaissance, il conviendra de confronter les données géophysiques aux données géologiques afin de réinterpréter au besoin ces résultats.

6. Proposition d'implantation de forages de reconnaissance

Les paragraphes ci-dessous décrivent, sur les trois bassins versants étudiés, les zones potentiellement favorables à l'implantation d'ouvrages de reconnaissance.

En concertation avec la Région Guadeloupe et l'Office de l'Eau Guadeloupe, les propositions d'implantation pourront être ajustées en fonction des éléments de réponse apportés par le(s) premier(s) forages de reconnaissance (logs géologiques, venues d'eau, rôle des failles...).

Il est rappelé que les Syndicats d'eau concernés prévoiraient la réalisation d'au moins 2 ouvrages de reconnaissance par bassin versant.

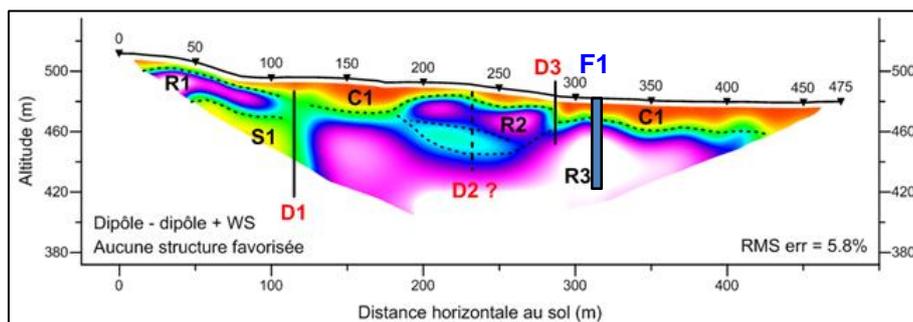
Il est proposé, à l'issue de ce chapitre, un classement préférentiel des sites d'implantation ciblés par bassin versant.

6.1. BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE DE GRANDE ANSE

6.1.1. Secteur de Grand Fond

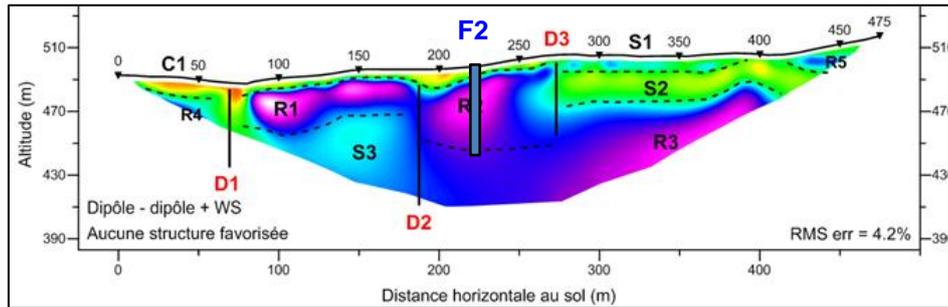
Sur le site de Grand Fond, le premier aquifère ciblé est l'horizon électrique R3 (terrain résistant profond) qui correspondrait aux laves massives saines supposées fracturées (GM4). L'horizon électrique C1 (beaucoup plus conducteur que R3), est attribué à des formations très altérées argileuses des coulées GM4 et GM5. L'emplacement proposé pour la réalisation d'un forage de reconnaissance (cf. Illustration 62) est :

- le site F1 situé à l'abscisse 310 m sur le profil GDFD_P1. La profondeur prévisionnelle de ce forage est de 70 m minimum, il devrait recouper la formation altérée sur 15 m (horizon C1) et les laves saines sur 55 m (horizon R3).



Sur le site de Grand Fond, le second aquifère ciblé est l'horizon électrique R2 (terrain résistant profond) qui correspondrait aux laves massives saines supposées fracturées (GM5). L'horizon conducteur C1, est attribué à des formations très altérées argileuses de la coulée GM5. L'emplacement proposé pour la réalisation d'un forage de reconnaissance (cf. Illustration 62) est :

- le site F2 situé à l'abscisse 220 m sur le profil GDFD_P2. La profondeur prévisionnelle de ce forage est de 70 m, il devrait recouper la formation altérée sur 10 m (horizon C1) et les laves saines sur 60 m (horizon R2).



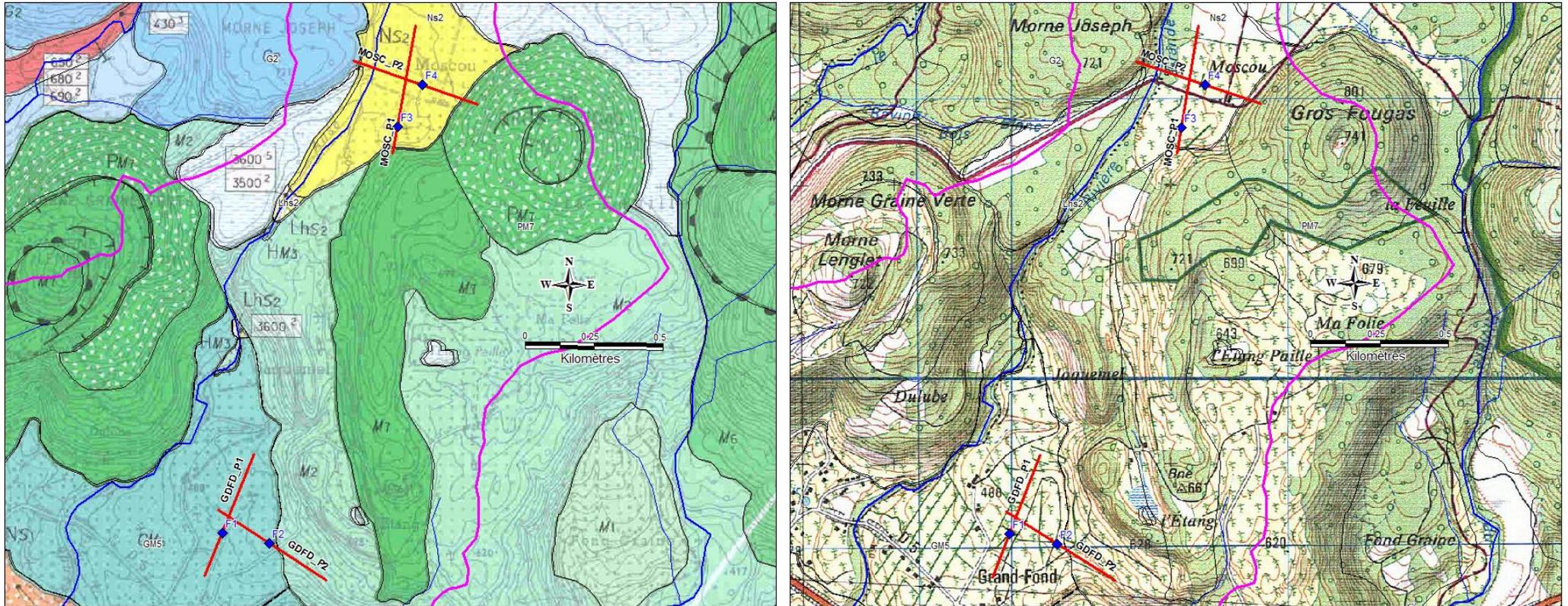
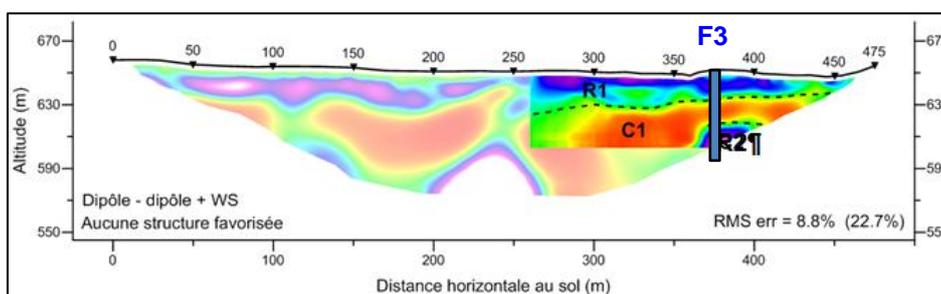


Illustration 62 - Proposition d'implantation de forages de reconnaissances sur le bassin versant de Grande-Anse

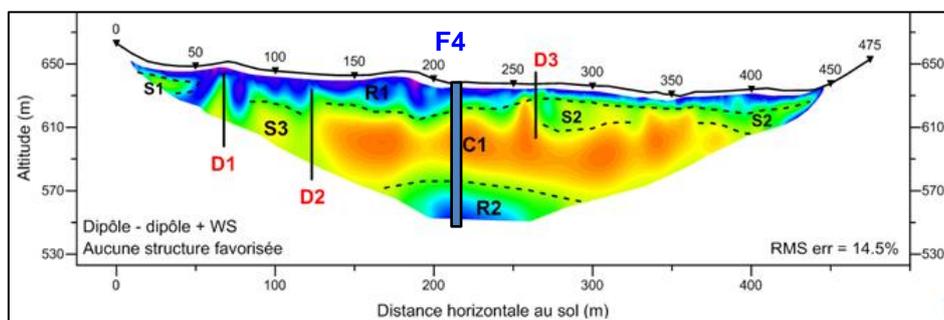
6.1.2. Secteur de Moscou

Sur le site de Moscou, l'aquifère ciblé est l'horizon électrique R2 (terrain résistant) qui correspondrait aux laves massives saines supposées fracturées M7. L'horizon électrique C1 (plus conducteur que R2), attribué à ces formations M7 très altérées, constituerait le substratum de l'aquifère potentiel R1 qui signerait les nuées ardentes NS2. Les emplacements proposés pour la réalisation de forages de reconnaissance (cf. Illustration 62) sont :

- le site F3 situé à l'abscisse 375 m sur le profil MOSC_P1. La profondeur prévisionnelle de ce forage est de 80 m, il devrait recouper les nuées ardentes sur 20 m (horizon R1), les laves altérées sur 15 m (horizon C1), et les laves saines supposées fracturées sur plus de 25 m (horizon R1) ;



- le site F4 situé à l'abscisse 210 m sur le profil MOSC_P2. La profondeur prévisionnelle de ce forage est de 90 m minimum, il devrait recouper les nuées ardentes sur 15 m (horizon R1), les laves altérées sur 50 m (horizon C1), et les laves saines supposées fracturées sur 25 m (horizon R1).

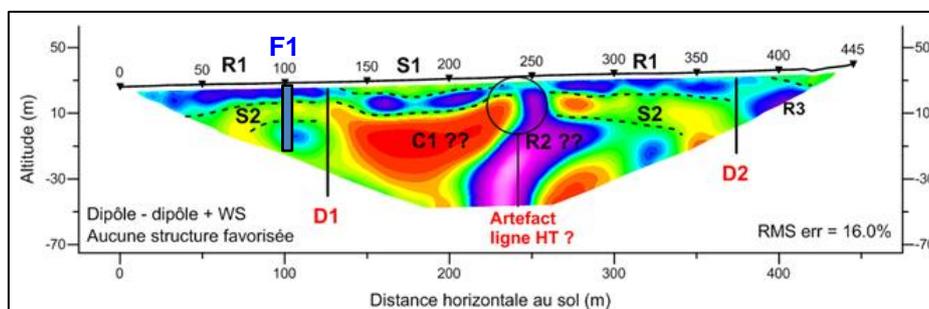


6.2. BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE DE LOSTAU

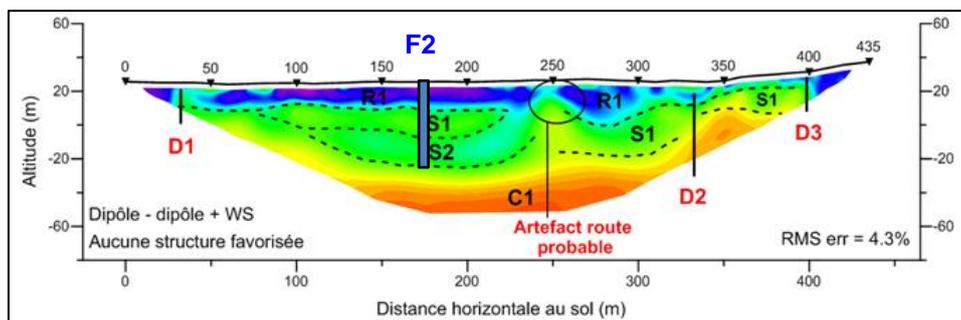
6.2.1. Secteur de Lostau aval

Sur le site Lostau aval, les aquifères ciblés sont : l'horizon électrique R1 (terrain résistant) attribué aux alluvions fluviales qui contiennent la nappe d'accompagnement de la rivière Lostau, et les horizons S1 et S2 (de résistivités intermédiaires) qui forment le niveau attribué aux alluvions, tufs grossiers et plus généralement terrains volcano-sédimentaires. L'idée est de ne pas atteindre le substratum volcanique très altéré (conducteur basal C1) potentiellement affecté par une eau saumâtre liée à une intrusion marine. Les emplacements proposés pour la réalisation de forages de reconnaissance (cf. Illustration 63) sont :

- le site F1 situé à l'abscisse 100 m sur le profil LOAV_P1. La profondeur prévisionnelle de ce forage est de 50 m, il devrait recouper les alluvions (horizon R1) sur 10 m et les alluvions/tufs/terrains volcaniques (horizon S2) sur 40 m ;



- le site F2 situé à l'abscisse 175 m sur le profil LOAV_P2. La profondeur prévisionnelle de ce forage est de 60 m, il devrait recouper les alluvions (horizon R1) sur 15 m et les alluvions/tufs/terrains volcaniques (horizons S1 et S2) sur 45 m.



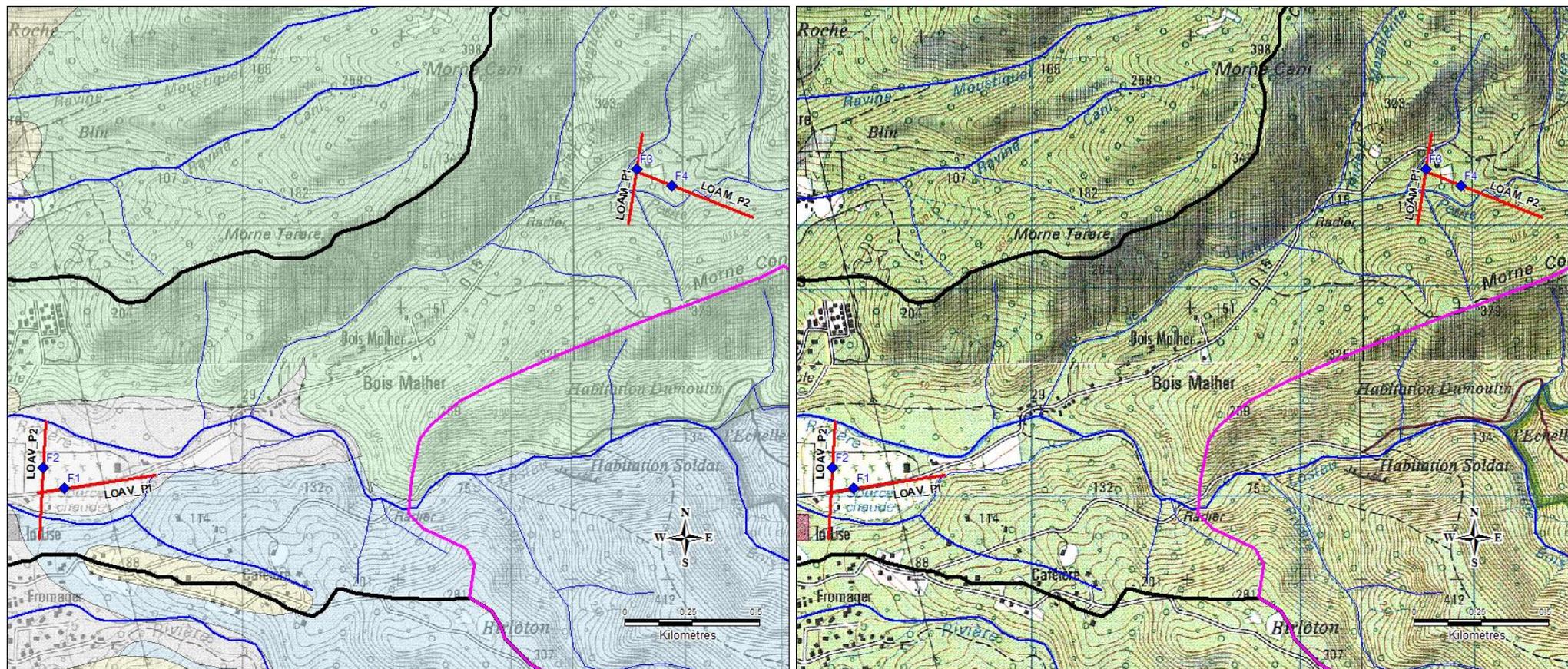
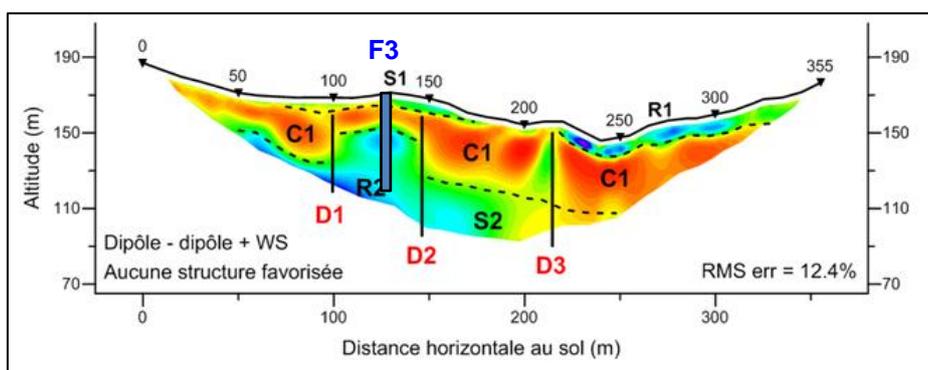


Illustration 63 - Proposition d'implantation de forages de reconnaissance sur le bassin versant de Lostau

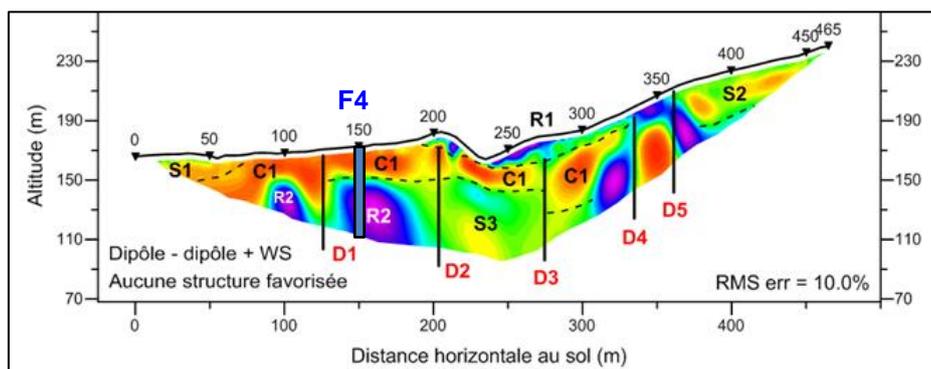
6.2.2. Secteur de Lostau amont

Sur le site Lostau amont, l'aquifère ciblé est l'horizon électrique R2 (terrain assez peu résistant) attribué aux coulées de laves andésitiques porphyriques massives saines supposées fracturées. Cet horizon est situé sous un conducteur massif (C1) correspondant à la même formation très altérée possédant probablement une bonne fonction capacitive. Ces deux horizons sont décalés par des failles potentielles subverticales. Les emplacements proposés pour la réalisation de forages de reconnaissance (cf. Illustration 63) sont :

- le site F3 situé à l'abscisse 130 m sur le profil LOAM_P1. Le forage devra faire 70 à 80 m de profondeur pour traverser de 50 à 60 m d'épaisseur de coulées saines (horizon R2) sous 20 m de coulées altérées (horizon C1) ;



- le site F4 situé à l'abscisse 150 m sur le profil LOAM_P2. La profondeur prévisionnelle de ce forage est de 70 m minimum : il devrait traverser le conducteur C1 (horizon altéré) sur 20 m puis recouper les laves saines supposées fracturées (horizon R2) sur 50 m, la base de la coulée n'étant pas identifiée sur le profil de résistivité.

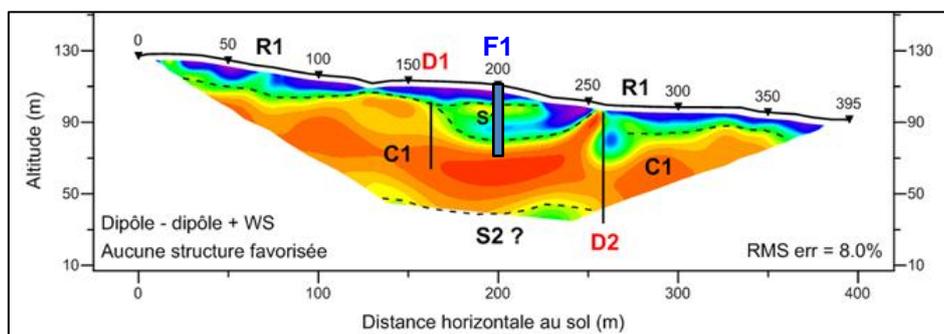


6.3. BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE DE NOGENT

6.3.1. Secteur de Nogent aval

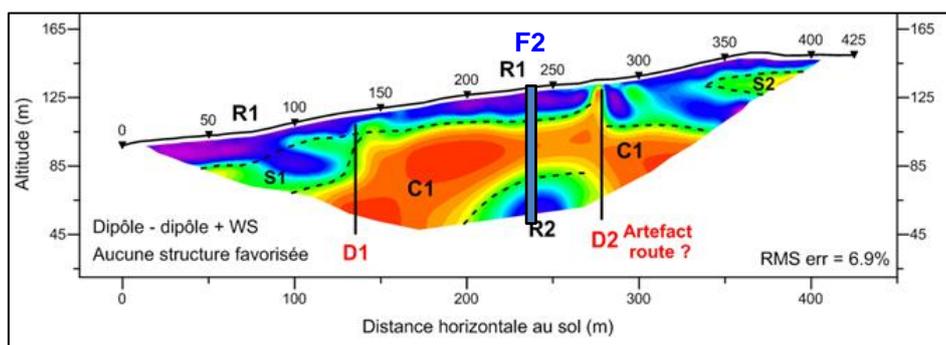
Sur le site de Nogent aval, le premier aquifère ciblé est l'horizon électrique R1 (terrain résistant superficiel) qui correspondrait aux formations de remaniement superficielles (alluvions grossières, conglomérats et brèches de remaniement, nuées ardentes de dacite à quartz). Cet horizon est associé à l'horizon S1 sous-jacent qui serait peut-être un approfondissement de R1 avec une matrice plus argileuse. L'horizon électrique C1 (conducteur très épais), est attribué aux laves andésitiques très altérées. Le contact R1/C1 expliquerait la présence des sources en contrebas du panneau électrique NOAV_P1 à une altitude de 75 m NGG. L'emplacement proposé pour la réalisation d'un forage de reconnaissance (cf. Illustration 64) est :

- le site F1 situé à l'abscisse 200 m sur le profil NOAV_P1. La profondeur prévisionnelle de ce forage est de 40 m, il devrait recouper les formations de remaniement (horizon R1) sur 10 m, puis l'horizon S1 sur 20 m, et les laves altérées (horizon C1) constituant le substratum sur 10 m ;



Sur le site de Nogent aval, le second aquifère ciblé est l'horizon électrique R2 (terrain résistant profond) qui correspondrait aux laves andésitiques saines supposées fracturées. L'horizon conducteur C1, est attribué à ces laves andésitiques très altérées présentant une forte teneur en argiles. Au-dessus, l'horizon résistant R1 signerait les formations de remaniement superficielles. L'emplacement proposé pour la réalisation d'un forage de reconnaissance (cf. Illustration 64) est :

- le site F2 situé à l'abscisse 240 m sur le profil NOAV_P2. Ce forage devrait faire 80 m de profondeur, il devrait recouper les formations de remaniement (horizon R1) sur 20 m, les laves andésitiques très altérées (horizon C1) sur 35 m, puis les laves saines (horizon R2) sur 25 m. On peut noter que ce site est situé à proximité immédiate des réservoirs AEP recueillant les eaux de la prise d'eau de surface.



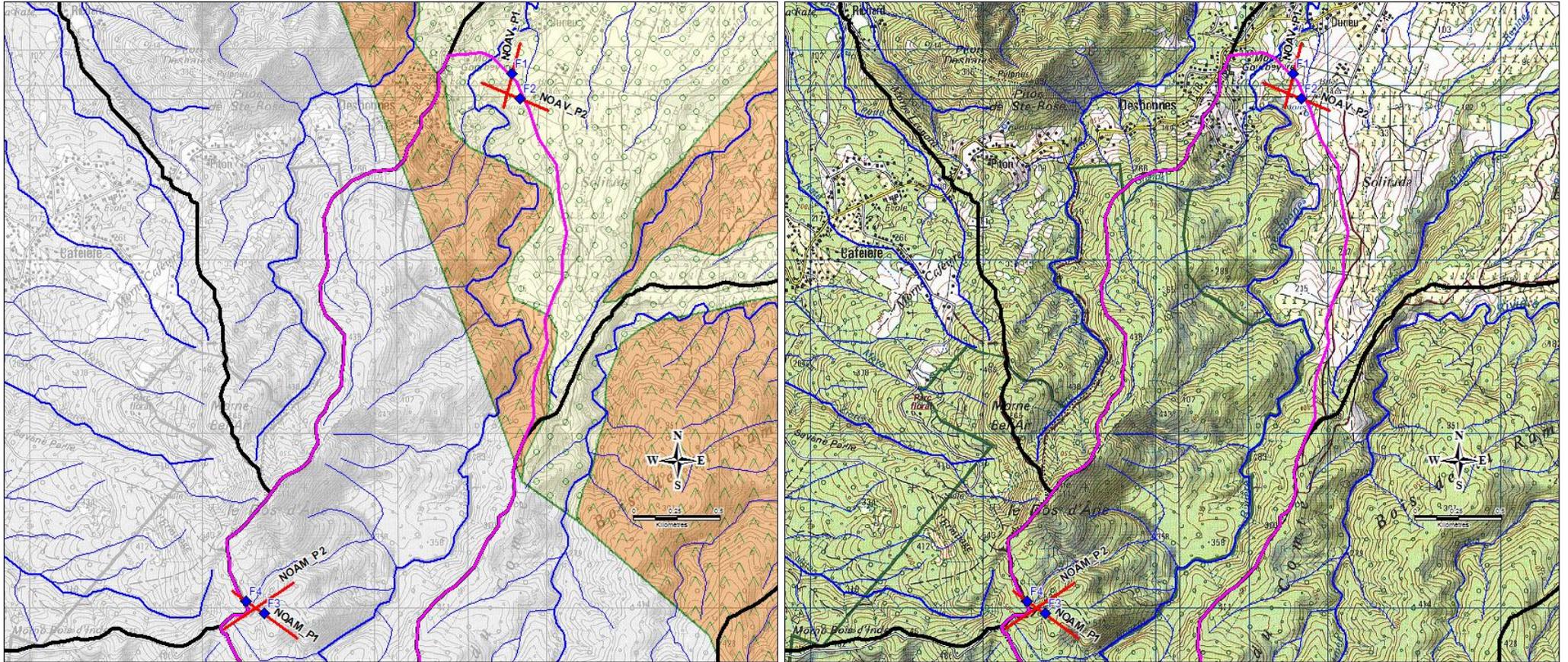
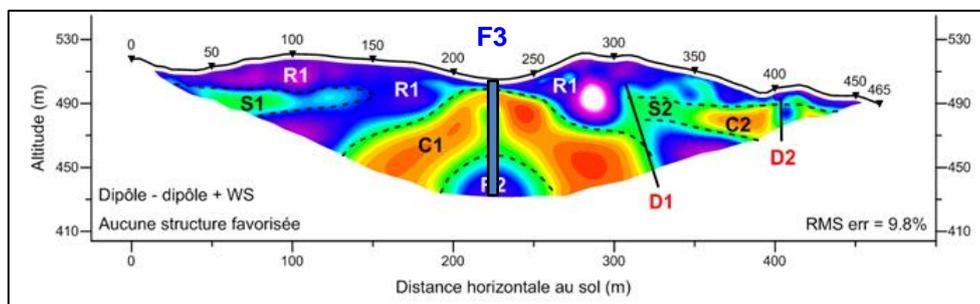


Illustration 64 - Proposition d'implantation de forages de reconnaissances sur le bassin versant de Nogent

6.3.2. Secteur de Nogent amont

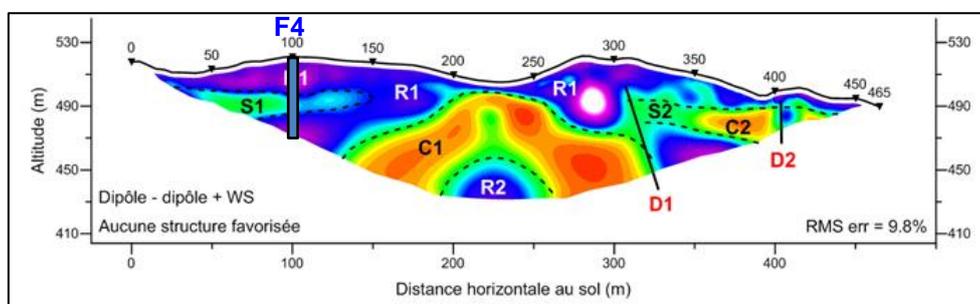
Sur le site de Nogent amont, le premier aquifère ciblé est l'horizon électrique R2 (terrain résistant profond) qui correspondrait aux laves andésitiques saines plus ou moins fracturées. L'horizon conducteur C1, est attribué à ces laves andésitiques très altérées présentant une forte teneur en argiles. Au-dessus, l'horizon résistant R1 signerait la partie sommitale du profil d'altération (gros blocs de lave andésitique aphyrique reposant sur le faciès très altéré, très friable, tendre, et argileux de la partie supérieure du profil d'altération). L'emplacement proposé pour la réalisation d'un forage de reconnaissance (cf. Illustration 64) est :

- le site F3 situé à l'abscisse 225 m sur le profil NOAM_P1. Ce forage devrait faire au minimum 70 m de profondeur, il devrait recouper la partie sommitale du profil d'altération (horizon R1) sur 5 m, les laves andésitiques très altérées (horizon C1) sur 40 m, puis les laves saines (horizon R2) sur 25 m ;



Sur le site de Nogent amont, le second aquifère ciblé est l'horizon électrique R1 (terrain résistant superficiel) qui correspondrait à la partie sommitale du profil d'altération (gros blocs de lave andésitique aphyrique reposant sur le faciès très altéré, très friable, tendre, et argileux de la partie supérieure du profil d'altération). Cet horizon est associé à l'horizon S1 qui vient s'intercaler dans R1 et qui serait peut-être un faciès plus argileux de R1. L'emplacement proposé pour la réalisation d'un forage de reconnaissance (cf. Illustration 64) est :

- le site F4 situé à l'abscisse 100 m sur le profil NOAM_P1. La profondeur prévisionnelle de ce forage est de 80 m. Il devrait traverser le résistant R1 (profil d'altération) sur 20 m, puis recouper faciès plus argileux de R1 (horizon S1) sur 15 m, et revenir dans l'horizon R1 sur au moins 20 m (inconnu au-delà).



Remarque : sur l'ensemble des sites d'implantation proposés, ceux de Nogent amont sont les plus difficilement accessibles.

6.4. HIERARCHISATION DES SITES D'IMPLANTATION PAR BASSIN VERSANT

Au total, douze sites ont été proposés en vue de l'implantation de forages de reconnaissance. Il est prévu la réalisation de 6 forages d'eau à minima, soit 2 par bassins versants étudiés.

Sur la base de l'ensemble des connaissances disponibles à l'issue de cette étude prospective et de l'accessibilité, on propose un classement préférentiel des sites, pour chaque bassin versant, vis-à-vis de leur hypothétique potentiel hydrogéologique (Illustration 65).

A ce stade, les contraintes technico-socio-économiques (secteurs à plus forte pénurie d'eau potable, distance aux canalisations, existence de réservoirs d'eau, etc.) n'ont pas été étudiées dans le détail. Aussi, des discussions avec les syndicats AEP permettront d'affiner cette priorisation.

	secteurs	sites	classement/secteurs
BV de Grande-Anse	<i>Grand-fonds</i>	F1	2
		F2	4
	<i>Moscou</i>	F3	3
		F4	1
BV de Lostau	<i>Lostau aval</i>	F1	3
		F2	1
	<i>Lostau amont</i>	F3	2
		F4	4
BV de Nogent	<i>Nogent aval</i>	F1	2
		F2	1
	<i>Nogent amont</i>	F3	4
		F4	3

Illustration 65 : hierarchisation des sites d'implantation ciblés pour la mise en place de forages de reconnaissance

7. Conclusion

Les reconnaissances géologiques et hydrogéologiques menées en février-mars 2012 ainsi que les investigations géophysiques réalisées en mai-juin 2012 ont permis de préciser la géométrie des formations volcaniques potentiellement aquifères.

Par le biais des coupes de résistivité des 12 panneaux électriques (4 par bassin versant), une identification des horizons résistants, correspondant vraisemblablement à des laves saines supposées fracturées, a pu être réalisée.

Sur la base des observations géologiques, hydrogéologiques et géophysiques, 12 secteurs favorables à l'implantation d'un forage de reconnaissance (4 par bassin versant) ont été proposés avec des profondeurs prévisibles comprises entre 40 et 90 m selon l'aquifère visé. Ces sites ont été hiérarchisés en fonction de leur potentiel hydrogéologique et de leur accessibilité. Il est à noter que **seuls des forages de reconnaissance permettront de confirmer ou non ce potentiel.**

En concertation avec la Région Guadeloupe et l'Office de l'Eau Guadeloupe, les propositions d'implantation pourront être ajustées en fonction des éléments de réponse apportés par le(s) premier(s) forages de reconnaissance (logs géologiques, venues d'eau, rôle des failles...). Il est rappelé que les Syndicats d'eau concernés prévoiraient la réalisation d'au moins 2 ouvrages de reconnaissance par bassin versant.

La hiérarchisation des sites pourra être modifiée au regard des contraintes technico-socio-économique connues par les syndicats d'eau potable et les exploitants opérant dans les secteurs concernés.

Le BRGM pourra intervenir en assistance scientifique et technique pour encadrer la mise en œuvre des forages de reconnaissances et des tests d'exploitabilité (pompages, analyses).

L'objectif est d'une part d'initier les prospections sur la Basse-Terre en vue d'acquérir des connaissances sur le fonctionnement hydrogéologique des aquifères volcaniques, et d'autre part de répondre dans l'urgence aux problématiques chroniques de manque d'eau de la Côte-Sous-le-Vent en carême, de la contamination bactériologique du Nord Basse-Terre liée à une forte turbidité des eaux de surface lors d'évènements pluvieux intenses, et de la contamination aux organochlorés du Sud Basse-Terre.

Enfin, les besoins en eau potable sur la commune de Pointe-Noire sont tels que des prospections hydrogéologiques supplémentaires doivent être mises en œuvre, toujours dans l'objectif de répondre dans l'urgence aux problématiques chroniques de manque d'eau de la Côte-Sous-le-Vent en carême (On rappelle qu'en raison de la problématique récurrente de l'alimentation en eau sur la commune de Bouillante, des reconnaissances sur le BV de Lostau avaient été mises en œuvre au dépend de celui de Petite-Plaine).

8. Bibliographie

ARNAUD L., DEWANDEL B., LECLERC B., CHEVRIER C. (2010) – Suivi géologique et hydrogéologique de deux forages de reconnaissance sur le site de Cœur Bouliki, commune de Saint-Joseph (Martinique), Rapport BRGM/RP-58785-FR.

BERETTA M. (1988) – Etude de la piézométrie de la basse vallée de la rivière Lostau (Guadeloupe) - Rapport BRGM 88 GLP 102.

BEZELGUES S., BES DE BERG S. (2007) - Inventaire et caractérisation des sources thermales de Guadeloupe - Rapport final BRGM/RP-55060-FR.

BOUDON G., DAGAIN J., SEMET M., WESTERCAMP D. (IPGP-BRGM, 1988) – Carte géologique du massif volcanique de la Soufrière au 1/20 000 et notice explicative.

BRGM – Carte géologique de de la Basse-Terre à 1/50 000 (1966), carte géologique du Massif de la Soufrière à 1/20 000 (1986) et leurs notices, Ed. BRGM.CNRS, ORSTOM (1982) – Atlas des Départements Français d’Outre-Mer, III La Guadeloupe.

DESHONS P. (1986) – Etude hydrogéologique du bassin versant de la rivière Lostau (Guadeloupe) – Rapport BRGM 86 ANT 004.

DESHONS P., PAULIN C. (1986) – Recherche d'eau souterraine dans la région de Deshaies Basse-Terre - Résultats de la campagne de géophysique préliminaire - Rapport BRGM 86.GPE.012.

DUMON A., VITTECOQ B., ALLIER D., MOUGIN B., LADOUCHE B. (2009) – Contribution à l'évaluation de la ressource en eau souterraine de la Basse-Terre – Guadeloupe. Rapport BRGM/RP-56821-FR.

DUMON A., COPPO N. et DUCREUX L. (2011). Surveillance quantitative des masses d'eau souterraine de Guadeloupe – Année 2010. Rapport BRGM/RP-59466-FR, 79 p., 39 ill., 6 ann.

DUMON A., DUCREUX L., BOURDON E. et PINSON S. (2011) - Etude du bassin d'alimentation du captage prioritaire de Belle-Terre – Guadeloupe. BRGM/RP-60343-FR, 89 p., 55 ill., 6 ann.

FIQUET M. et DAGAIN J. (Septembre 1996) – Recherche en eau souterraine sur le versant Ouest du Massif de la Soufrière – Basse-Terre (Guadeloupe) – Phases 1 et 2 : évaluation des potentialités hydrogéologiques, proposition de sites d'implantation des sondages de reconnaissance. Rapport BRGM-DSGR R 39060 ANT 96.

LACHASSAGNE P., MARECHAL J.C. (2004) – Synthèse des concepts et méthodes de l'hydrogéologie des milieux volcaniques appliqués à la prospection géothermique. Rapport final BRGM/RP-53135-FR.

LACHASSAGNE P., MARECHAL J.C. (2004) – Synthèse des connaissances hydrogéologiques, profondes et de subsurface, sur le champ géothermique de Bouillante – Modèle conceptuel. Implications pour l'exploitation de la ressource géothermique. Rapport BRGM/RP-53404-FR.

LOKE M. H. & BARKER R.D (1996): Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method. *Geophysical Prospecting* (44), p.131-152.

PAULIN C., DOURGAPARSAD M. (1982) – Etude du potentiel en eau souterraine de la Basse-Terre (Guadeloupe) - Secteur Basse-Terre Bouillante - Rapport BRGM 82 ANT 013.

PAULIN C., DOURGAPARSAD M., HAMM P. (1983) – Recherche en eau souterraine dans le secteur Nord-Est de la Basse-Terre (Guadeloupe) – Inventaire des points d'eau et des potentialités en eau souterraine – Rapport BRGM 83 ANT 004.

PETIT V., BERETTA M. (1988) – Recherche d'eau souterraine dans la région de Deshaies – Basse-Terre – Guadeloupe. Compte-rendu des travaux d'exécution de trois forages et interprétation. Rapport BRGM 88.GLP.067.

PETIT V., LACHASSAGNE P., POINTET T., ROIGNOT G. (1992) – Recherche d'eau dans les aquifères de moyenne altitude – Basse Terre – Guadeloupe. Rapport BRGM R 34816 ANT 4S 92.

PETIT V., LACHASSAGNE P., PIERLOT D. (1992) - Recherche d'eau souterraine sur la commune de Trois-Rivières - Guadeloupe. Rapport BRGM R 36066 ANT 4S 92.

PETIT V., LACHASSAGNE P., POINTET T. (1992) - Sources de Dolé et de Capès (Guadeloupe). Mise en valeur du patrimoine thermal et hydrothermal - Rapport BRGM R 34784 ANT 4S 92.

VITTECOQ B., COPPO N. (2009) - Reconnaissances géophysiques sur le site de Cœur Bouliki – Commune de Saint Joseph. BRGM/RP-57098-FR.

Annexe 1

Principe du panneau électrique

La tomographie électrique (ERT pour Electrical Resistivity Tomography) est une méthode géophysique permettant d'obtenir la distribution de la résistivité électrique des matériaux (roches ou structures) en profondeur (2D et 3D selon le dispositif d'acquisition mis en place) à partir de mesures de potentiel électrique en surface. Les termes «panneau électrique» ou «tomographie électrique» sont utilisés pour qualifier une prospection électrique (initialement basée sur quatre électrodes) automatisée le long d'un profil multi-électrodes (2D) ou sur une surface (3D). Ce type d'acquisition présente l'avantage de fournir des résultats fiables en 2D ou 3D, et d'être rapidement mis en œuvre.

Le principe de base de la prospection électrique est d'injecter dans le sol un courant électrique d'intensité I entre deux électrodes A et B et de mesurer la différence de potentiel ΔV induite entre une autre paire d'électrodes M et N (figure 1).

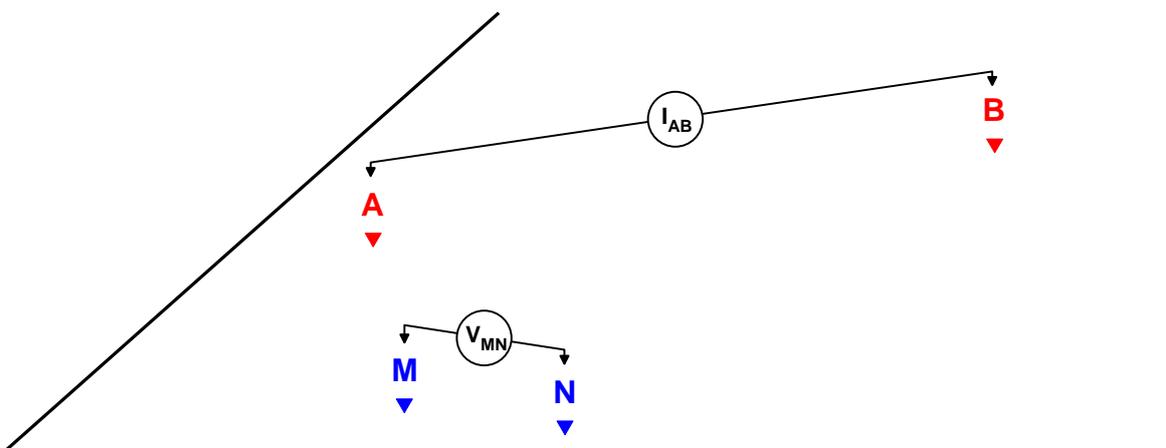


Figure 1 : Principe de la mesure en courant électrique continu

A partir de la valeur du courant injecté I , de la mesure de la différence de potentiel ΔV et de l'écartement entre les différentes électrodes, on peut déterminer la **résistivité électrique apparente** du sous-sol sur base de la loi d'Ohm :

$$\rho_{app} = K \times \frac{\Delta V}{I}$$

où K est un facteur dépendant de la géométrie du dispositif de mesure (figure 2) :

$$K = 2\pi \times \left[\frac{1}{r_{11}} - \frac{1}{r_{12}} - \frac{1}{r_{21}} + \frac{1}{r_{22}} \right]^{-1}$$

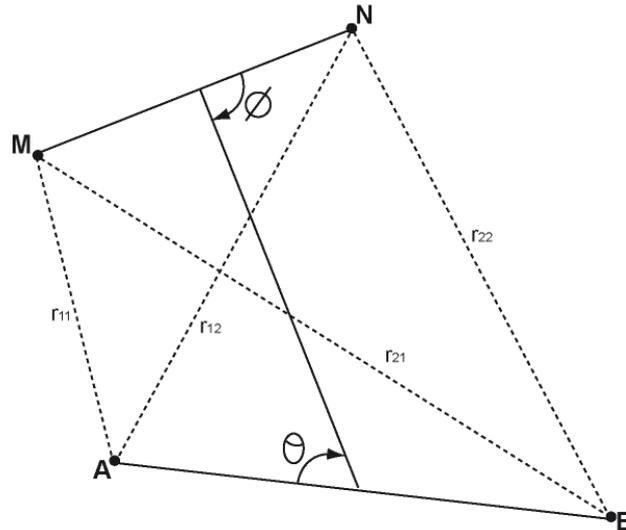


Figure 2 : Disposition générale d'électrodes où A et B sont les électrodes de courant, M et N, les électrodes de potentiel ($0 < \theta, \Phi < \pi$)

La résistivité apparente d'un terrain hétérogène correspond à la résistivité d'un terrain homogène qui, pour une configuration identique des électrodes et un même courant injecté, donnerait la même mesure ΔV . Elle est fonction de la résistivité, de la géométrie des diverses couches et de la disposition des électrodes. Il existe plusieurs dispositifs d'électrodes utilisés en pratique : Schlumberger, Wenner, dipôle-dipôle, pôle-pôle, etc.

Dispositifs d'électrodes / configurations d'acquisition

Une configuration d'acquisition est une manière d'agencer géométriquement les électrodes de courant (AB) et de potentiel (MN) (soit les quadripôles ABMN) en surface. Il en existe plusieurs, chacune présentant avantages et inconvénients. Les différences majeures entre ces configurations sont la distribution des lignes de courant électrique dans le sol et donc la forme des équipotentiels en surface ainsi que la valeur du coefficient géométrique K qui conditionnera les valeurs du courant minimal I à injecter pour mesurer un potentiel électrique minimal U fiable. Selon les équipements utilisés, certains dispositifs sont également plus rapides (dipôle-dipôle) à acquérir que d'autres (Schlumberger) grâce à des acquisitions multi-voies (plusieurs mesures de ΔV pour une injection de courant).

Pour la configuration Wenner, par exemple, la profondeur d'investigation est estimée égale à la moitié du plus grand écartement utilisé entre deux électrodes successives mais elle peut varier suivant la nature des terrains et leur résistivité. L'écartement entre électrodes détermine donc la profondeur d'investigation ainsi que les résolutions horizontale et verticale. Par rapport aux autres configurations, le dispositif Wenner rend les structures plus facilement reconnaissables sur la pseudo-section.

D'une manière générale, la mise en œuvre d'au moins deux configurations d'électrodes permet dans la plupart des contextes de mieux appréhender la géométrie des différents corps en présence. Ci-dessous sont présentées trois configurations souvent mises en œuvre avec les équipements automatisés actuels.

Le dispositif dipôle-dipôle donne une très bonne résolution des terrains de subsurface et pour les discontinuités verticales. Dans cette configuration, le rapport signal/bruit décroît rapidement et la profondeur d'investigation se réduit également (figure 3).

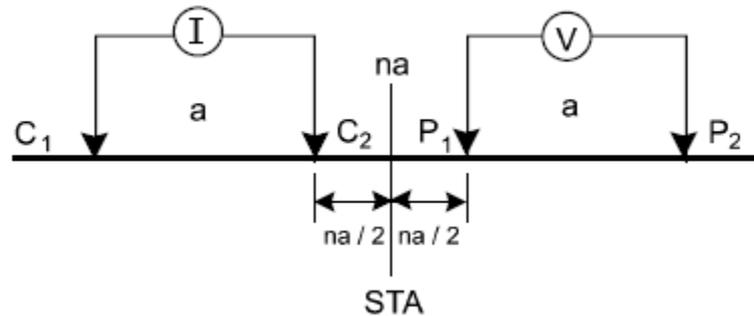


Figure 3 : Configuration dipôle-dipôle

Le dispositif Schlumberger est plus intégrant et, de ce fait, plus sensible aux effets latéraux. La résolution au niveau des horizons de sub-surface est moins bonne et celle des structures plus globale. Son intérêt majeur est la profondeur d'investigation atteinte (de l'ordre de 80 m) grâce à un meilleur rapport signal/bruit (figure 4).

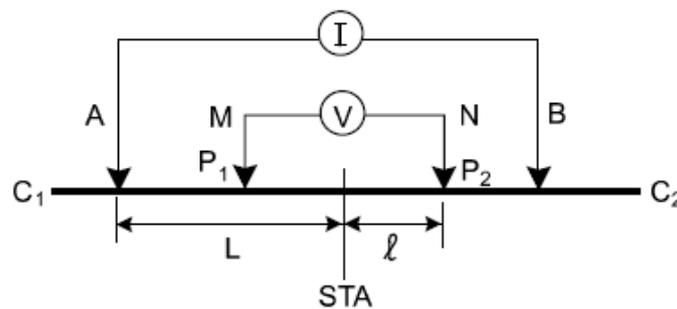


Figure 4 : Configuration de Schlumberger

Le dispositif Wenner est un dispositif présentant la particularité d'avoir trois espacements identiques entre les quatre électrodes. Avec ce dispositif, les résistivités apparentes sont moins affectées par les variations latérales superficielles (figure 5).

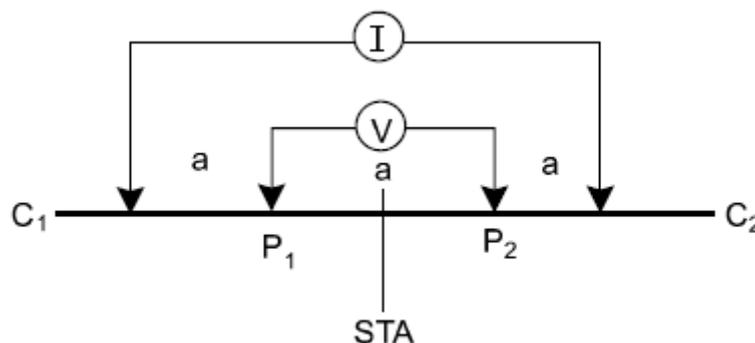


Figure 5 : Configuration de Wenner

Construction d'une pseudo-section de résistivité apparente

Après filtrage des données brutes de résistivité apparente (mesurées sur le terrain) sur la base de critère de qualité, de courant émis ou de potentiel mesuré (logiciels Iris Instruments et X2ipi), celles-ci sont agencées de manière à obtenir une coupe (pseudo-section) de résistivité apparente du sous-sol. Cette dernière est construite (automatiquement) en reportant la valeur de la résistivité apparente mesurée au centre du dispositif et à une profondeur dépendant de l'écartement entre les électrodes. Cette représentation conduit à une image pour laquelle les valeurs de résistivité (puisqu'apparentes) et celles de profondeur ne sont pas correctes (figure 6).

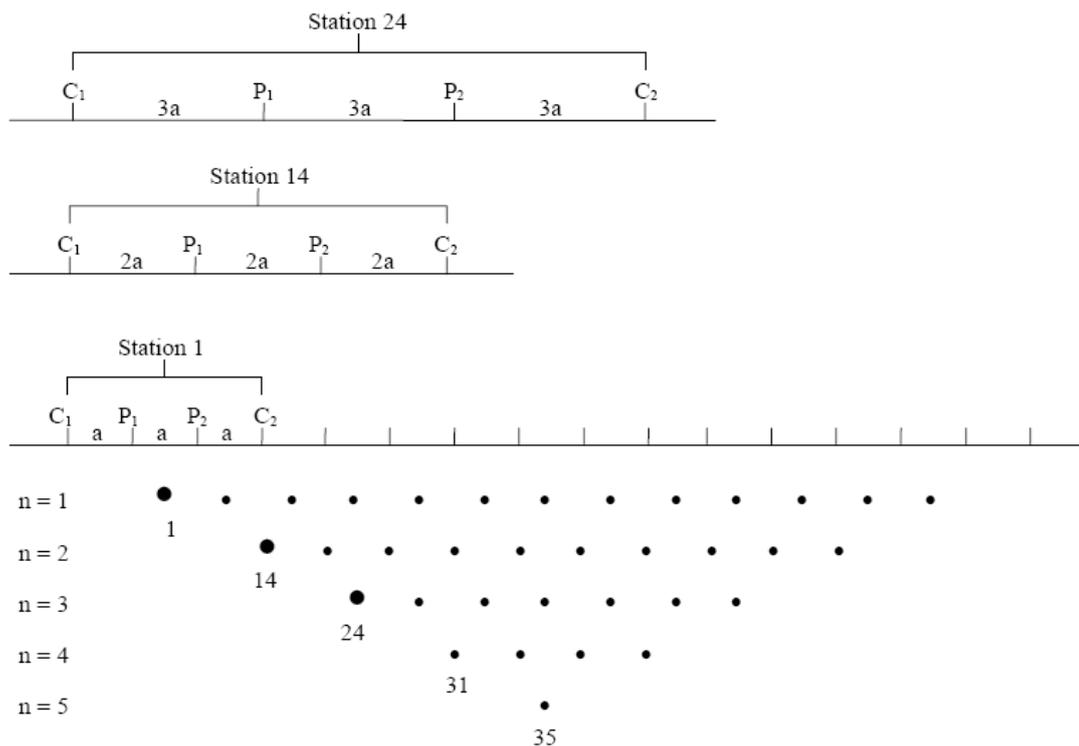


Figure 6 : Principe de construction d'une pseudo-section pour un dispositif Wenner

Traitement et inversion des données

Afin d'obtenir une image quantitative représentant les variations de résistivité réelle (et non apparente) en fonction de la vraie profondeur, il est nécessaire d'inverser la pseudo-section (figure 7). Cette étape est réalisée à l'aide du logiciel Res2DInv (Loke & Barker). Cette inversion des données est réalisée suivant un processus itératif qui tente de minimiser l'écart entre la pseudo-section de résistivités apparentes mesurées et une pseudo-section recalculée à partir d'un modèle de résistivité électrique. Ce modèle est modifié à chaque itération jusqu'à ce que les données mesurées et calculées atteignent une concordance acceptable ou jusqu'à ce qu'aucune nouvelle amélioration ne soit possible. Afin de prendre en compte les morphologies rencontrées, la topographie de chaque profil est incluse lors de l'inversion (figure 8).

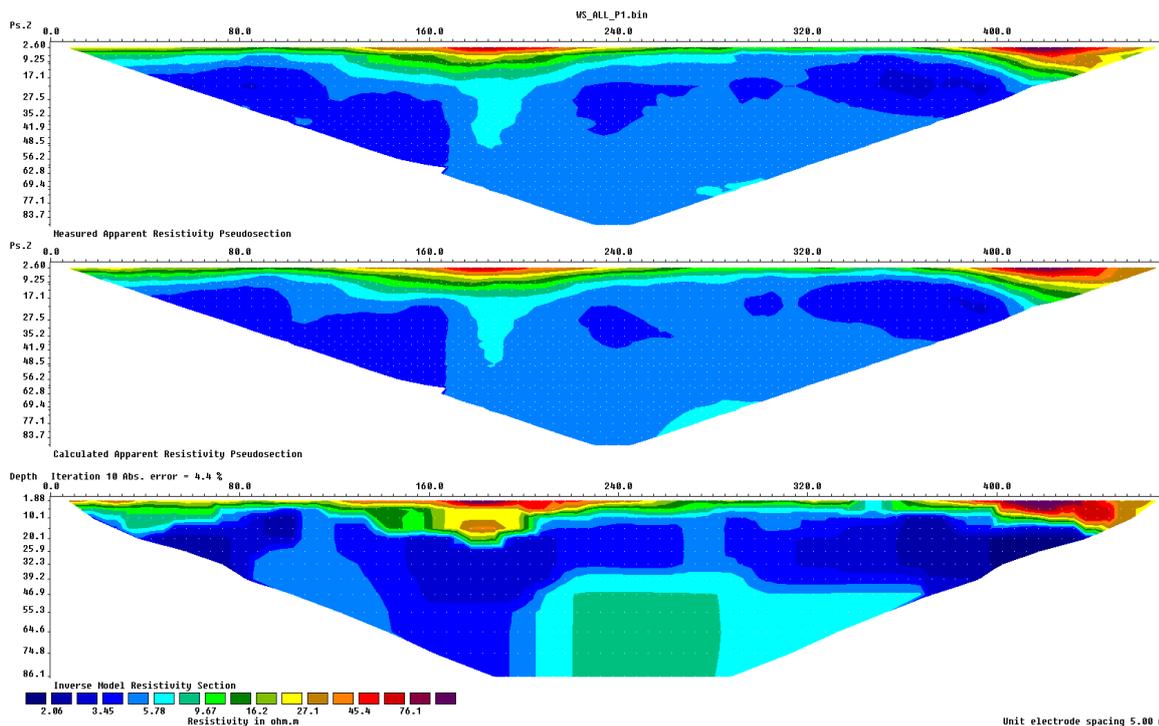


Figure 7: Résultats complets (en images) d'une inversion. En haut la pseudo-section de résistivité apparente mesurées. En bas, le modèle de résistivité issu de l'inversion. Au centre, la pseudo-section de résistivité calculée sur la base du modèle de résistivité. L'erreur (RMS) constitue la différence entre les deux premières pseudo-sections (ici 4.4%).

La pseudo-section de résistivité « vraie » (illustration du bas de la figure 7), résultat de l'inversion, sera ensuite utilisée pour l'interprétation. Elle fournit des informations quantitatives permettant de caractériser l'origine des différentes anomalies mises en évidence : résistivité, géométrie des horizons, profondeur, pendage. Les résultats de l'inversion sont présentés sous forme d'une coupe (pseudo-section) semblable à celle de résistivité apparente présentant la distribution des résistivités calculées le long du profil en fonction de la profondeur. Cela pour les différentes configurations d'acquisition choisies.

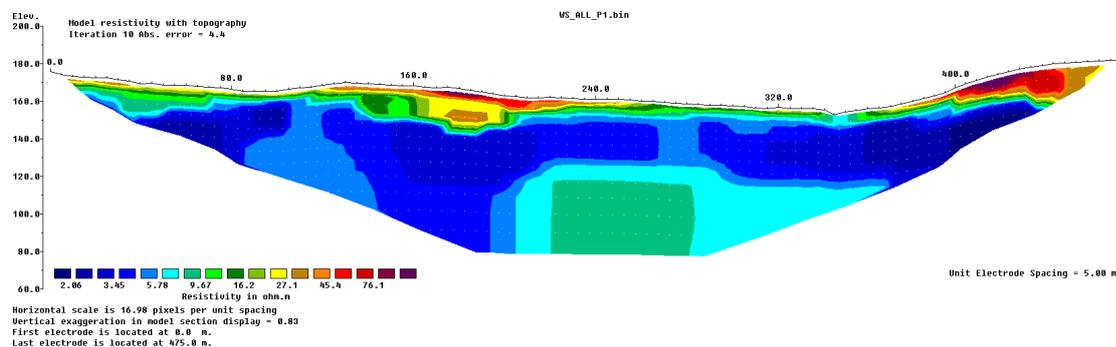


Figure 8: Résultat de l'inversion de la figure 7 avec la topographie.

Pour chaque cas, des paramètres d'inversion sont choisis de manière à optimiser la réponse du modèle en incluant une information « à priori ».

Quelles que soient les performances des algorithmes de convergence, en l'absence d'étalonnage (résistivité étalonnée, profondeur des interfaces géoélectriques) les paramètres fournis par l'inversion ne sont pas définis de manière univoque (il y a plusieurs solutions satisfaisant au même jeu de données) et sont soumis à des principes d'équivalence. Cette indétermination ne peut être évaluée qu'en testant différentes solutions ou en contraignant l'inversion au moyen de paramètres (résistivités, épaisseurs, profondeurs) obtenus par d'autres moyens (autre méthode géophysique, diagraphies, forages, observations de terrain).

Applications

La tomographie électrique proche surface (< 100m) s'applique globalement à toutes les sciences environnementales dans des domaines divers et variés.

- Hydrogéologie (épaisseur d'aquifère), profondeur du substratum, identification d'invasions salines en milieu côtier ;
- Volcanologie : identification des zones de fortes altérations hydrothermales ;
- Géologie : identification de contact géologique ou tectonique ;
- Environnement : suivi de panache de contamination dans le sol ou dans un aquifère ;
- Risques naturels : délimitation de la base de glissements de terrain ;
- Dans le domaine minier (associée à des mesures de polarisation provoquée (PP), pour mettre en évidence des corps minéralisés ;
- En archéologie pour l'identification de structures enterrées ;
- Risques naturels : recherche de cavité en proche surface ;
- Géotechnique : qualité de fondations.

Annexe 2

Paramètres d'inversion utilisés dans Res2DInv

Pour les dispositifs dipôle-dipôle :

Inversion settings
 Initial damping factor (0.01 to 1.00)
 0.3000
 Minimum damping factor (0.001 to 0.75)
 0.1
 Line search option (0=Never, 1=Sometimes, 2=Always)
 2
 Convergence limit for relative change in RMS error in percent (0.1 to 20)
 1.0000
 Minimum change in RMS error for line search in percent (0.5 to 100)
 0.5000
 Number of iterations (1 to 30)
 10
 Vertical to horizontal flatness filter ratio (0.25 to 4.0)
 1.0000
 Model for increase in thickness of layers(0=default 10, 1=default 25, 2=user defined)
 2
 Number of nodes between adjacent electrodes (2 or 4)
 4
 Flatness filter type, Include smoothing of model resistivity (0=model changes only,1=directly on model)
 1
 Reduce number of topographical datum points? (0=No,1=Yes. Recommend leave at 0)
 0
 Carry out topography modeling? (0=No,1=Yes)
 1
 Type of topography trend removal (0=Average,1=Least-squares,2=End to end)
 1
 Type of Jacobian matrix calculation (0=Quasi-Newton, 1=Gauss-Newton, 2=Mixed)
 2
 Increase of damping factor with depth (1.0 to 2.0)
 1.0200
 Type of topographical modeling (0=None, 1=No longer supported so do not use, 2=uniform distorted FEM, 3=underwater, 4=damped FEM, 5=FEM with inverse Swartz-Christoffel)
 5
 Robust data constrain? (0=No, 1=Yes)
 1
 Cutoff factor for data constrain (0.0001 to 0.1)
 0.0100
 Robust model constrain? (0=No, 1=Yes)
 1
 Cutoff factor for model constrain (0.0001 to 1.0)
 0.0010
 Allow number of model parameters to exceed datum points? (0=No, 1=Yes)
 1
 Use extended model? (0=No, 1=Yes)
 0
 Reduce effect of side blocks? (0=No, 1=Slight, 2=Severe, 3=Very Severe)
 2
 Type of mesh (0=Normal,1=Fine,2=Finest)
 2
 Optimise damping factor? (0=No, 1=Yes)
 1
 Time-lapse inversion constrain (0=None,1=Least-squares,2=Smooth,3=Robust)
 0
 Type of time-lapse inversion method (0=Simultaneous,1=Sequential)
 0
 Thickness of first layer (0.25 to 1.0)
 0.7500
 Factor to increase thickness layer with depth (1.0 to 1.25)
 1.0500
 USE FINITE ELEMENT METHOD (YES=1,NO=0)
 1
 WIDTH OF BLOCKS (1=NORMAL WIDTH, 2=DOUBLE, 3=TRIPLE, 4=QUADRUPLE, 5=QUINTIPLE)
 1
 MAKE SURE BLOCKS HAVE THE SAME WIDTH (YES=1,NO=0)
 1
 RMS CONVERGENCE LIMIT (IN PERCENT)
 1.000

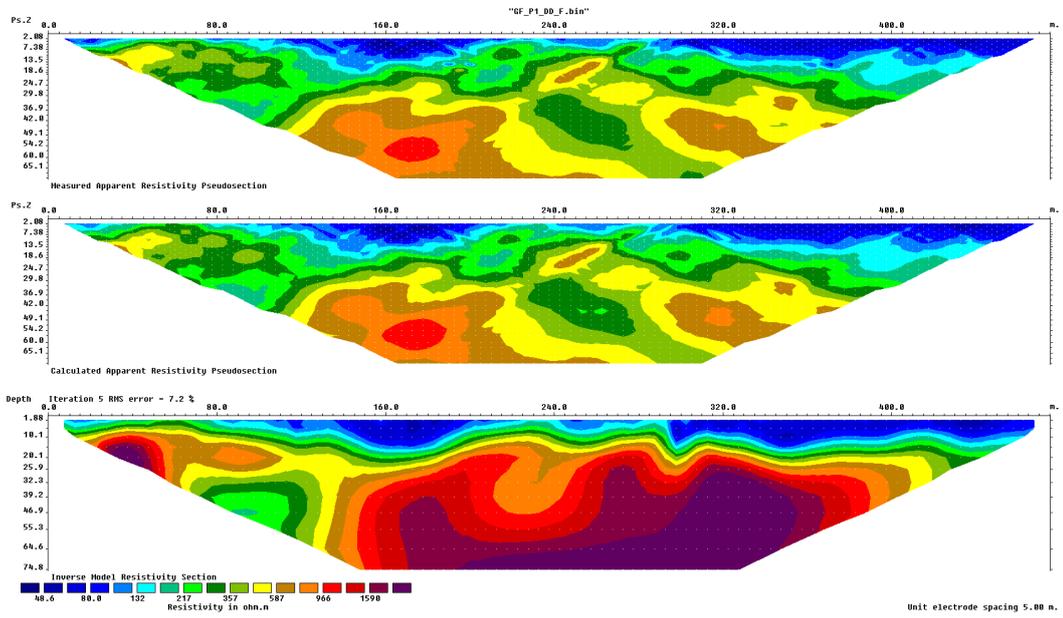
USE LOGARITHM OF APPARENT RESISTIVITY (0=USE LOG OF APPARENT RESISTIVITY, 1=USE RESISTANCE VALUES, 2=USE APPARENT RESISTIVITY)
0
TYPE OF IP INVERSION METHOD (0=CONCURRENT,1=SEQUENTIAL)
0
PROCEED AUTOMATICALLY FOR SEQUENTIAL METHOD (1=YES,0=NO)
0
IP DAMPING FACTOR (0.01 to 1.0)
0.150
USE AUTOMATIC IP DAMPING FACTOR (YES=1,NO=0)
0
CUTOFF FACTOR FOR BOREHOLE DATA (0.0005 to 0.02)
0.00100
TYPE OF CROSS-BOREHOLE MODEL (0=normal,1=halfsize)
0
LIMIT RESISTIVITY VALUES(0=No,1=Yes)
1
Upper limit factor (10-50)
40.000
Lower limit factor (0.02 to 0.1)
0.025
Type of reference resistivity (0=average,1=first iteration)
0
Model refinement (1.0=Normal,0.5=Half-width cells)
1.00
Combined Combined Marquardt and Occam inversion (0=Not used,1=used)
0
Type of optimisation method (0=Gauss-Newton,2=Incomplete GN)
2
Convergence limit for Incomplete Gauss-Newton method (0.005 to 0.05)
0.010
Use data compression with Incomplete Gauss-Newton (0=No,1=Yes)
0
Use reference model in inversion (0=No,1=Yes)
0
Damping factor for reference model (0.0 to 0.3)
0.05000
Use fast method to calculate Jacobian matrix. (0=No,1=Yes)
1
Use higher damping for first layer? (0=No,1=Yes)
0
Extra damping factor for first layer (1.0 to 100.0)
2.50000
Type of finite-element method (0=Triangular,1=Trapezoidal elements)
0
Factor to increase model depth range (1.0 to 5.0)
1.000
Reduce model variations near borehole (0=No, 1=Yes)
0
Factor to control the degree variations near the boreholes are reduced (2 to 100)
5.0
Factor to control variation of borehole damping factor with distance (0.5 to 5.0)
1.0
Floating electrodes survey inversion method (0=use fixed water layer, 1=Incorporate water layer into the model)
0
Resistivity variation within water layer (0=allow resistivity to vary freely,1=minimise variation)
1
Use sparse inversion method for very long survey lines (0=No, 1=Yes)
0
Optimize Jacobian matrix calculation (0=No, 1=Yes)
0
Automatically switch electrodes for negative geometric factor (0=No, 1=Yes)
1
Force resistance value to be consistant with the geometric factor (0=No, 1=Yes)
0
Shift the electrodes to round up positions of electrodes (0=No, 1=Yes)
0
Use difference of measurements in time-lapse inversion (0=No,1=Yes)
1
Use active constraint balancing (0=No,1=Yes)
0
Type of active constraints (0=Normal,1=Reverse)
0

Lower damping factor limit for active constraints
0.4000
Upper damping factor limit for active constraints
2.5000
Water resistivity variation damping factor
4.0000

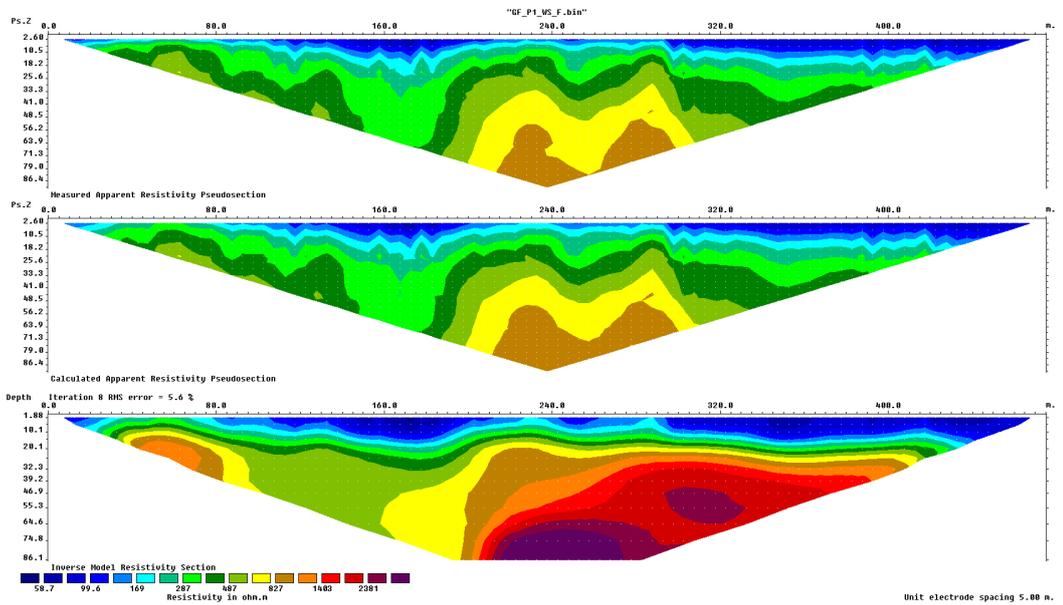
Annexe 3

Résultats complets des inversions des 12 panneaux électriques

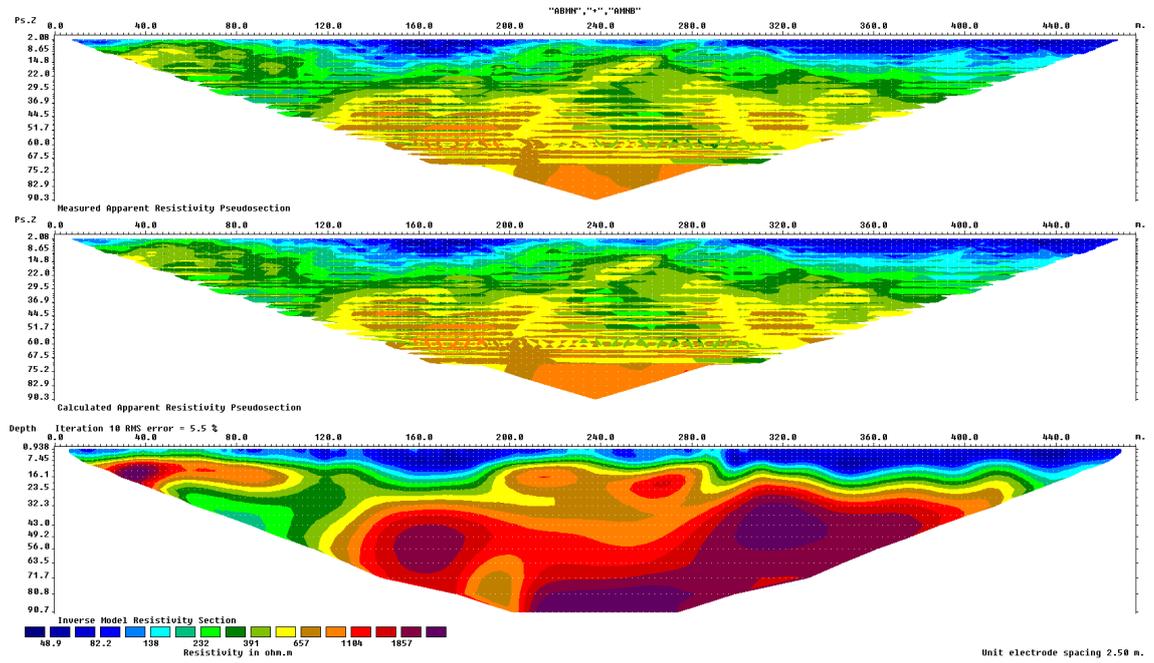
GDFD_P1 - Dipôle-dipôle



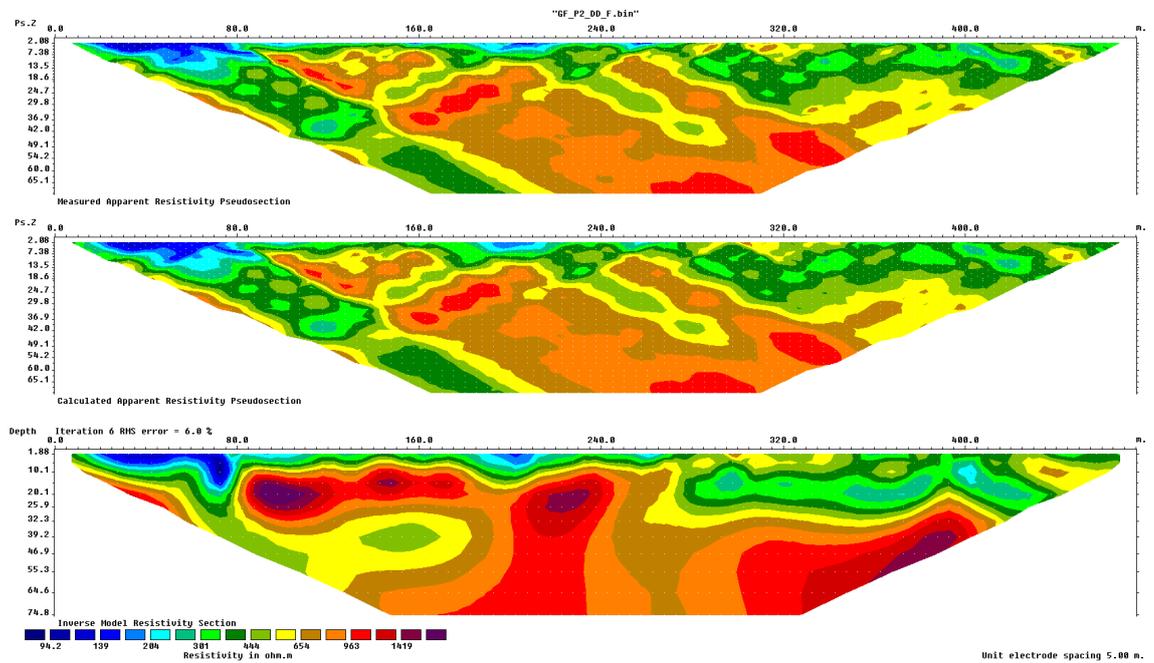
GDFD_P1 – Wenner-Schlumberger



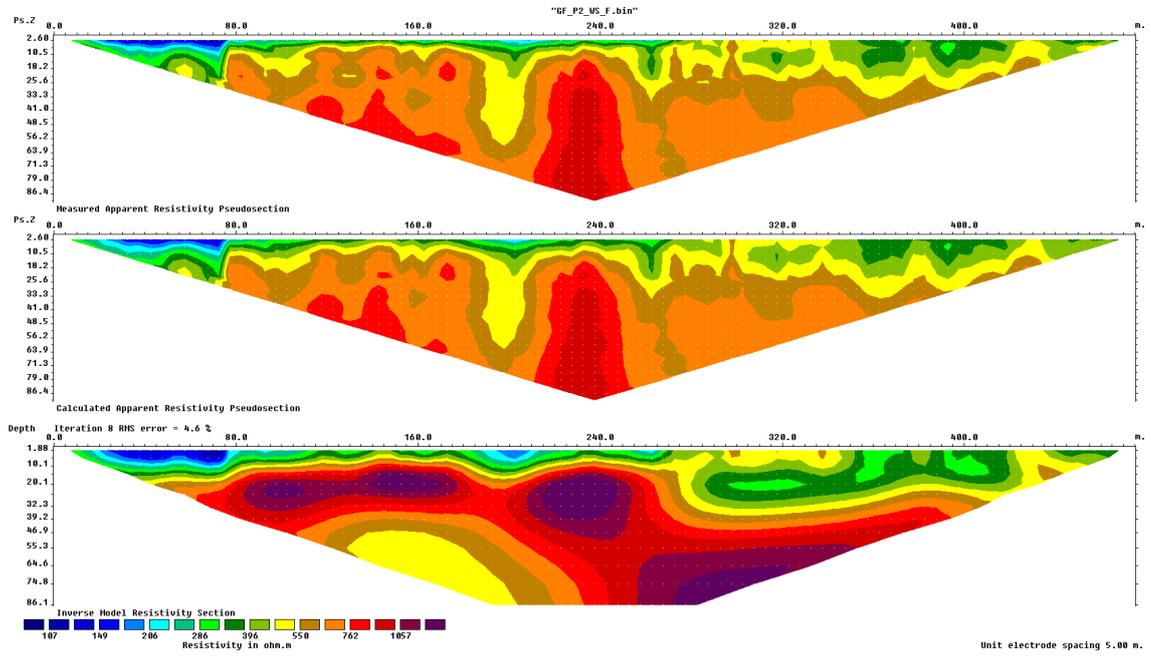
GDFD_P1 – Wenner-Schlumberger + Dipôle-dipôle



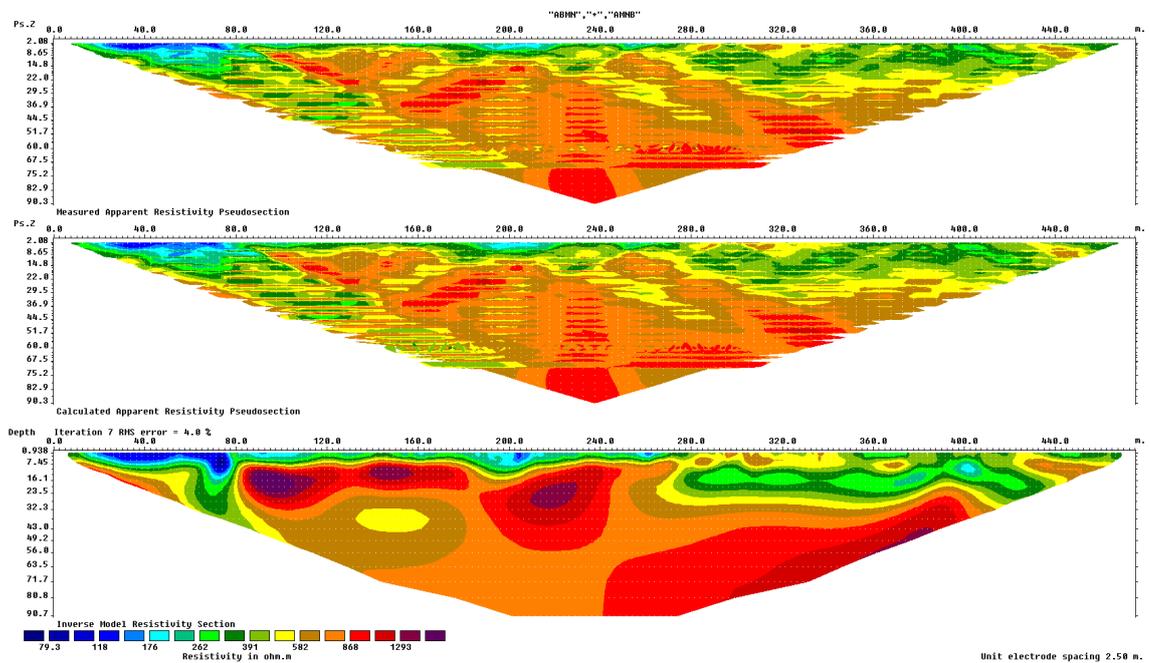
GDFD_P2 - Dipôle-dipôle



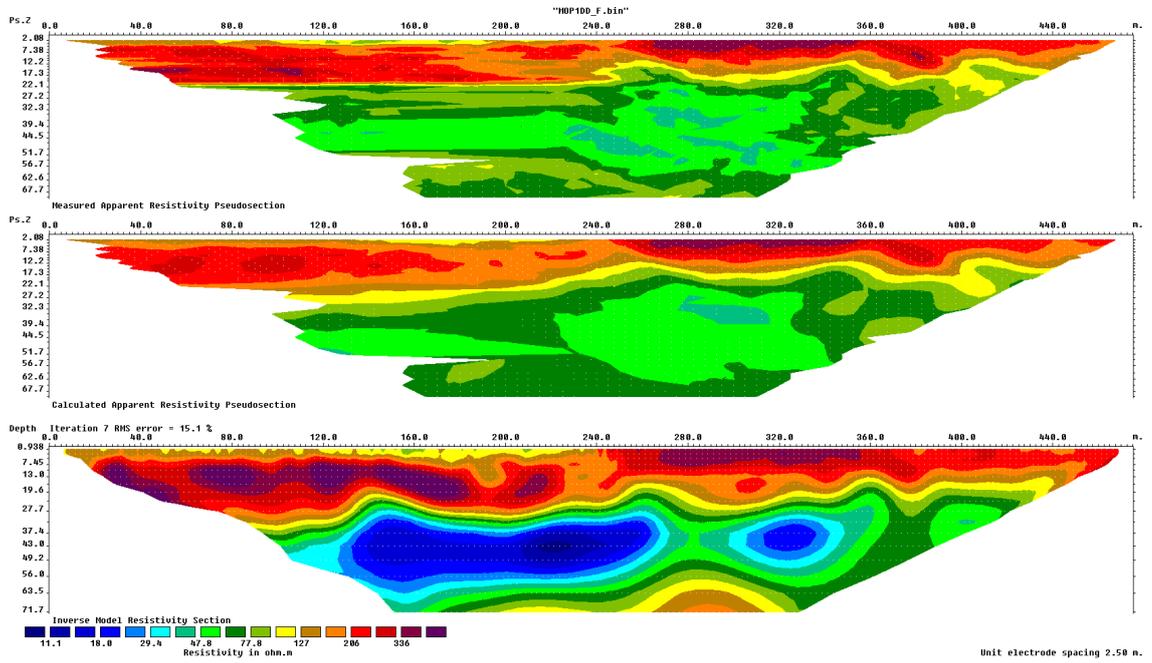
GDFD_P2 – Wenner-Schlumberger



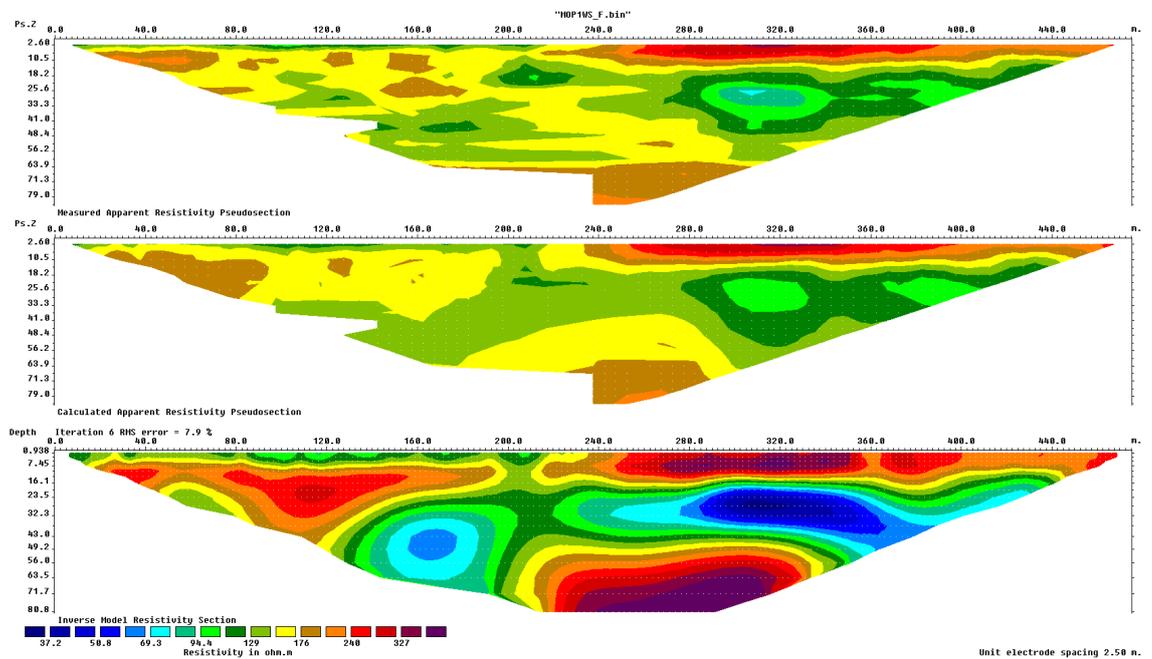
GDFD_P2 – Wenner-Schlumberger + Dipôle-dipôle



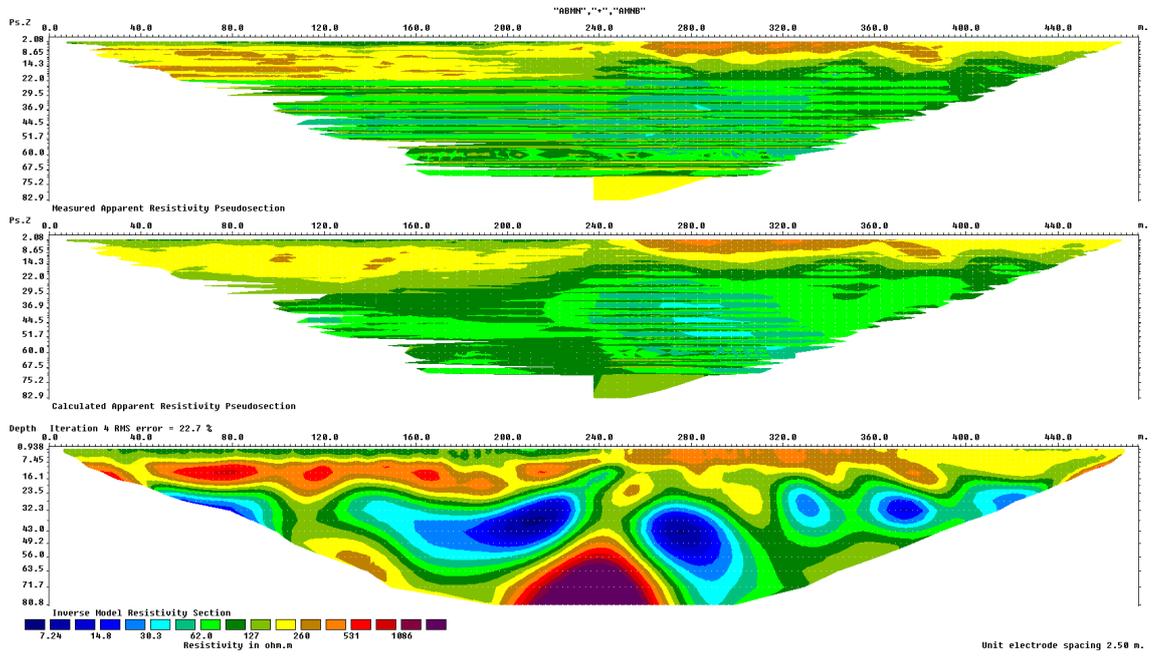
MOSC_P1 - Dipôle-dipôle



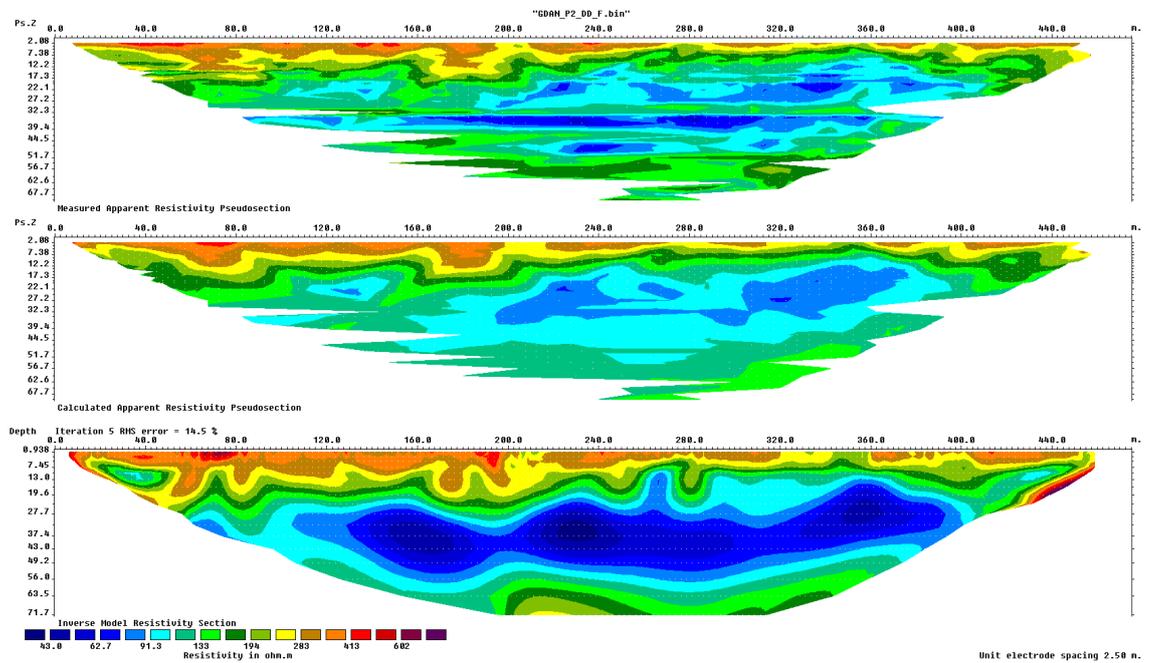
MOSC_P1 – Wenner-Schlumberger



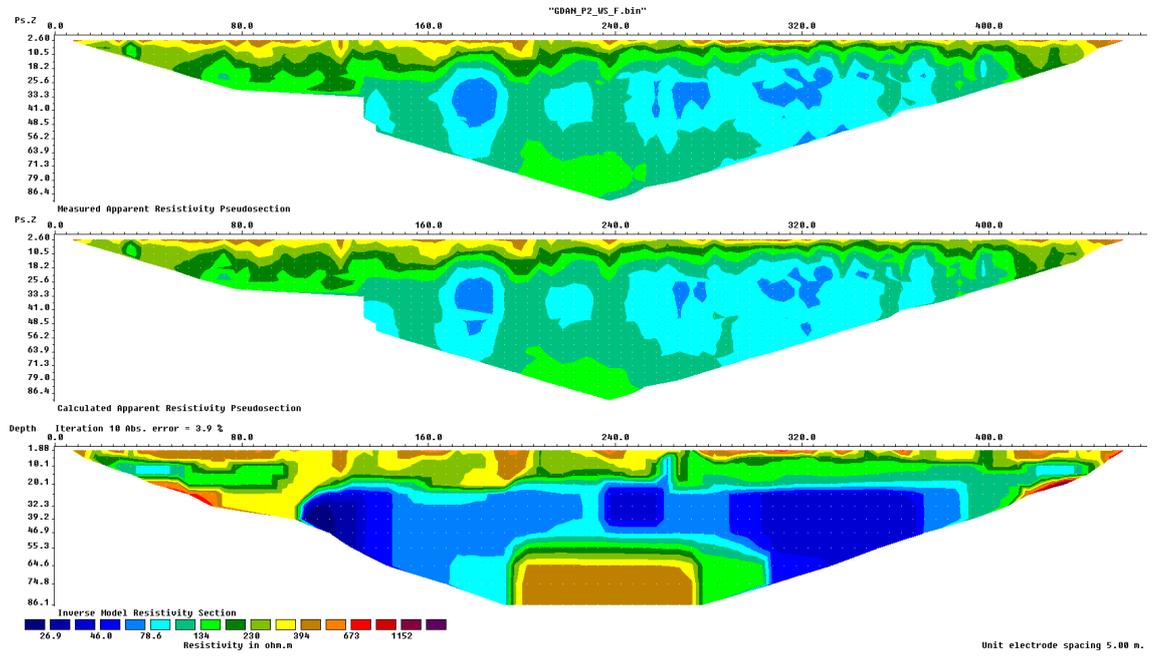
MOSC_P1 – Wenner-Schlumberger + Dipôle-dipôle



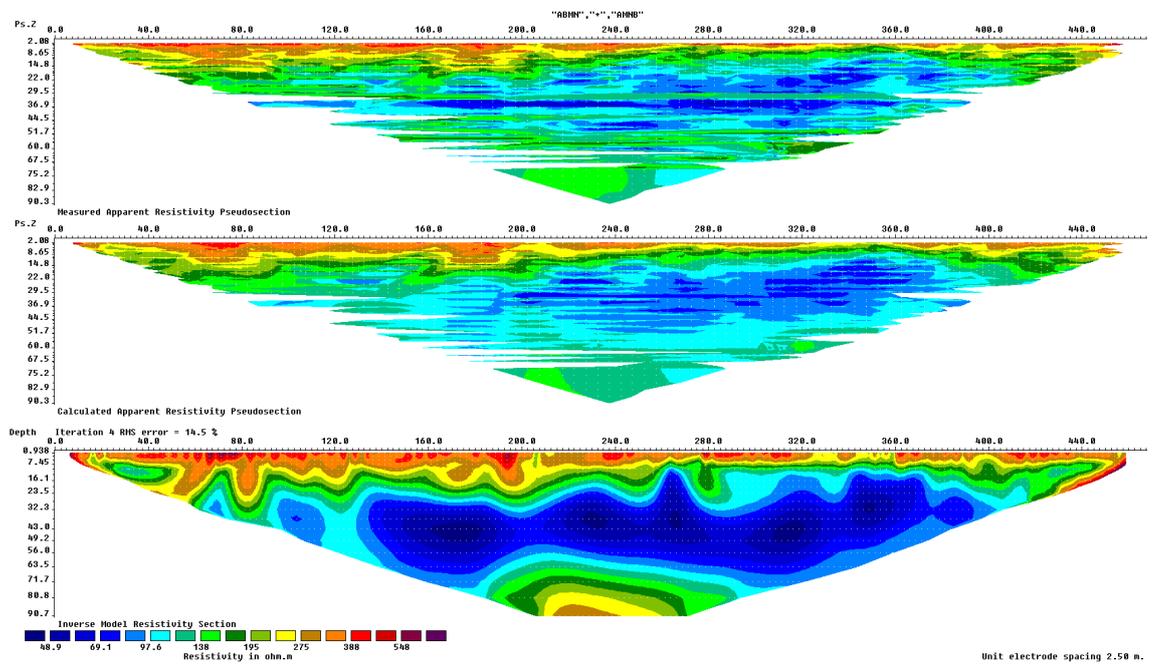
MOSC_P2 - Dipôle-dipôle



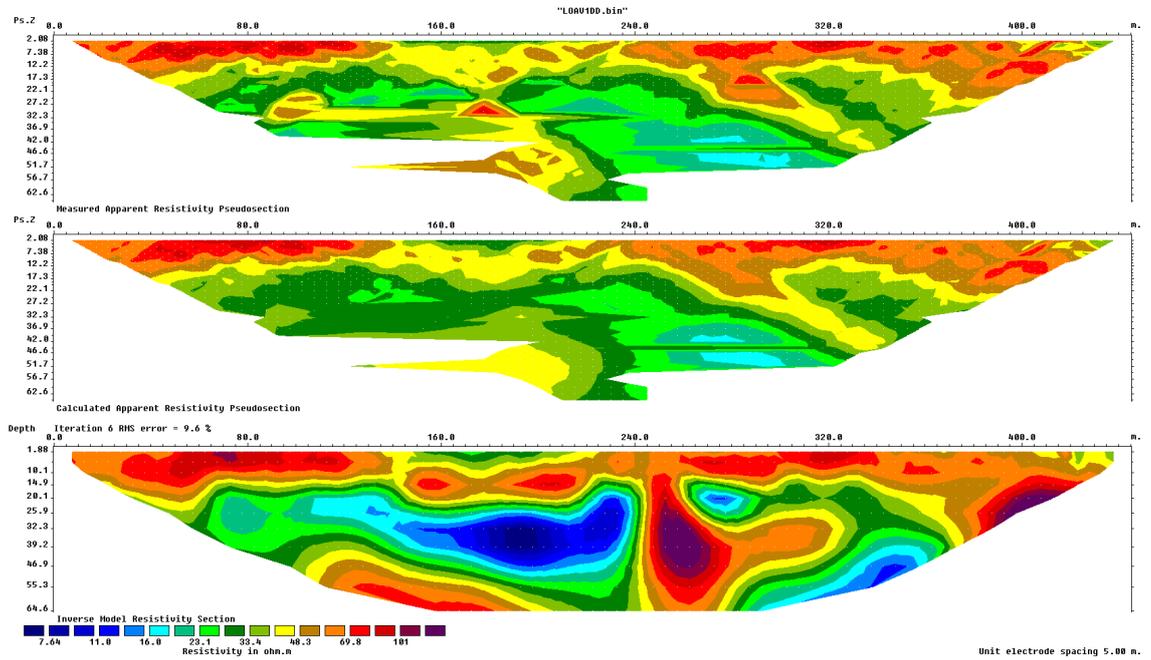
MOSC_P2 – Wenner-Schlumberger



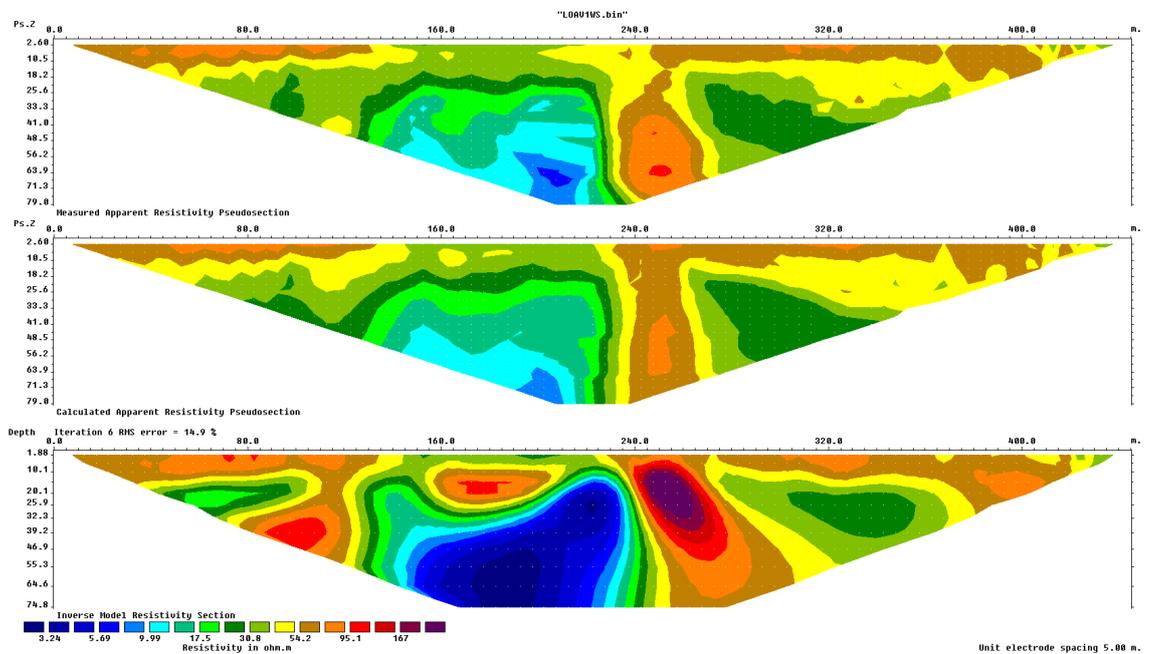
MOSC_P2 – Wenner-Schlumberger + Dipôle-dipôle



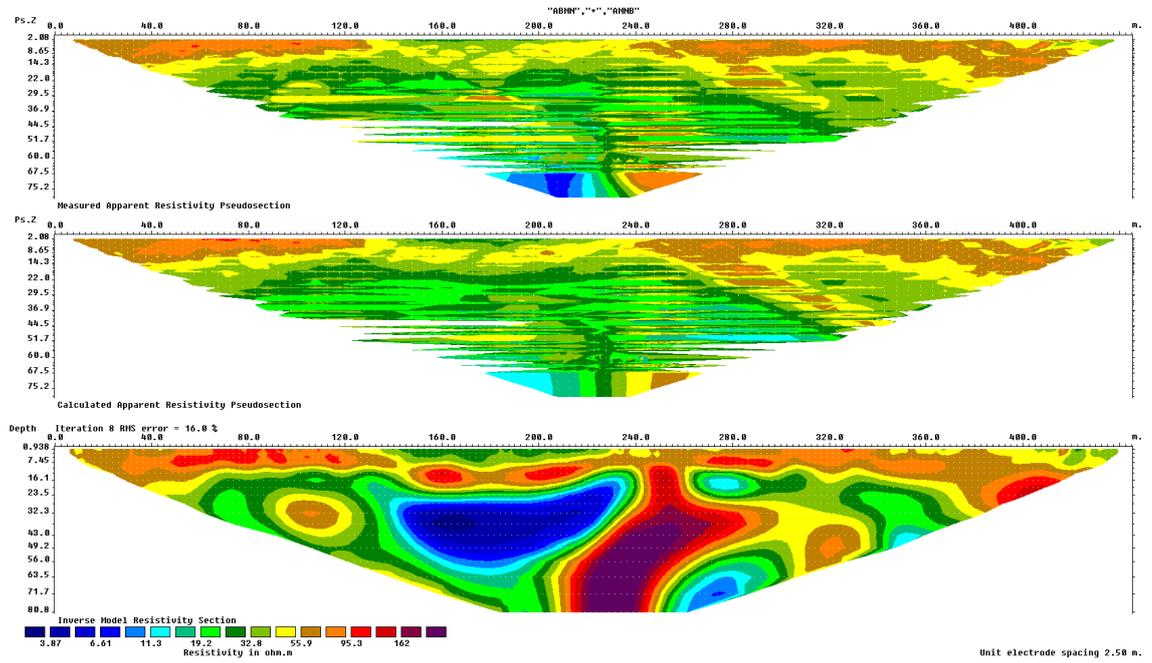
LOAV_P1 - Dipôle-dipôle



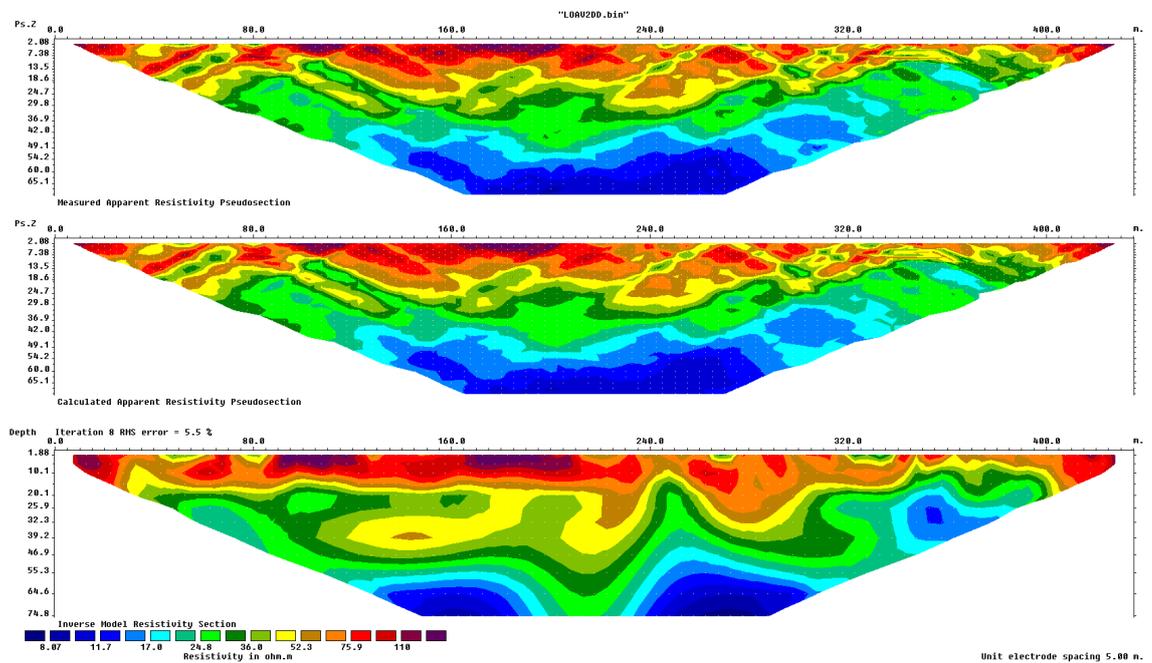
LOAV_P1 – Wenner-Schlumberger



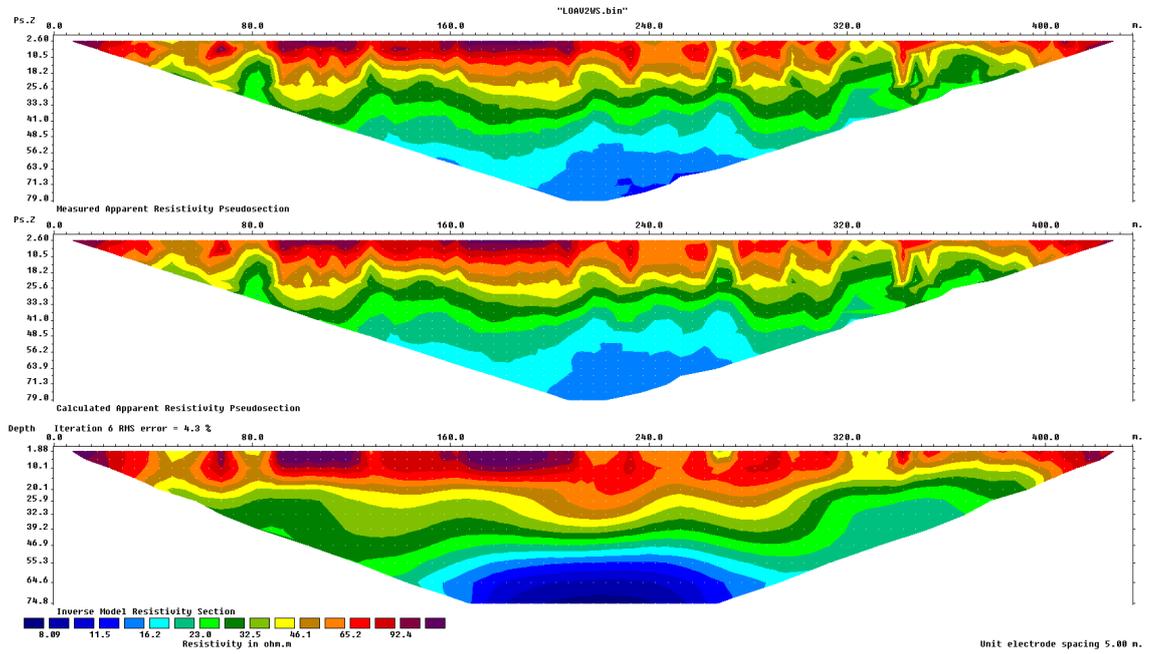
LOAV_P1 – Wenner-Schlumberger + Dipôle-dipôle



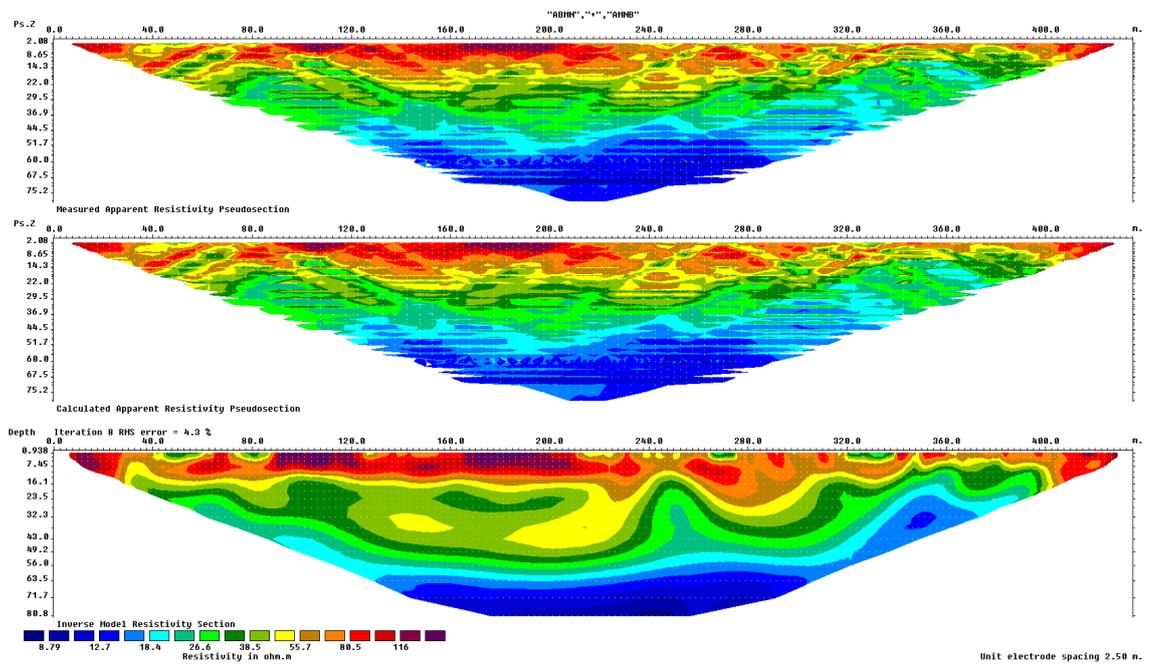
LOAV_P2 - Dipôle-dipôle



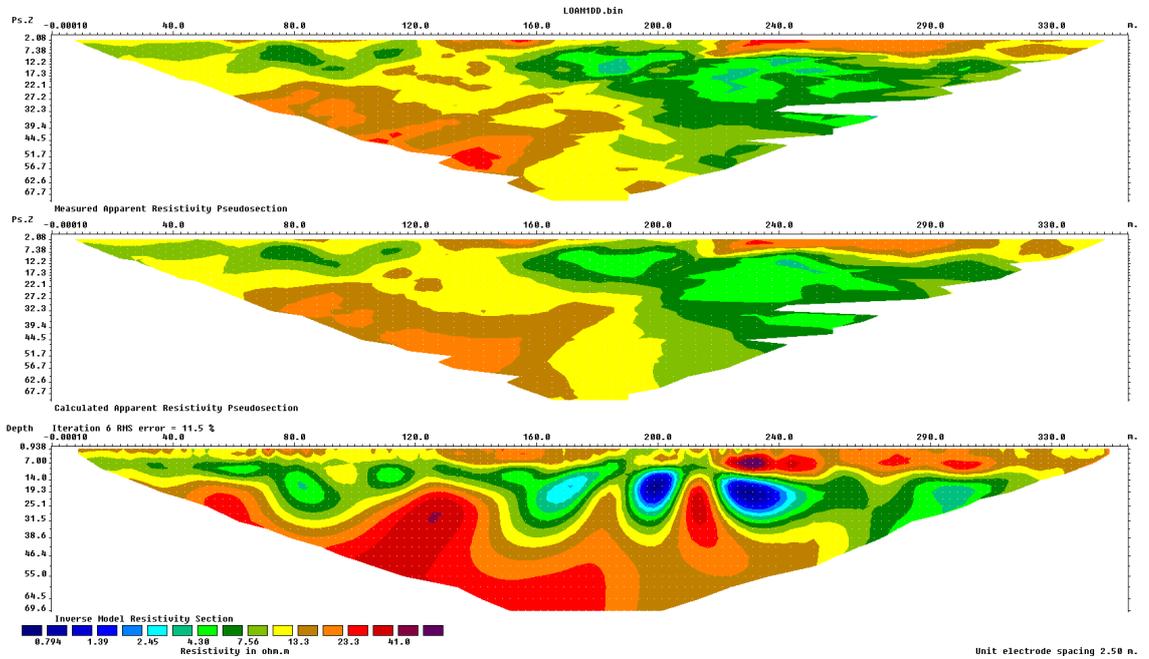
LOAV_P2 – Wenner-Schlumberger



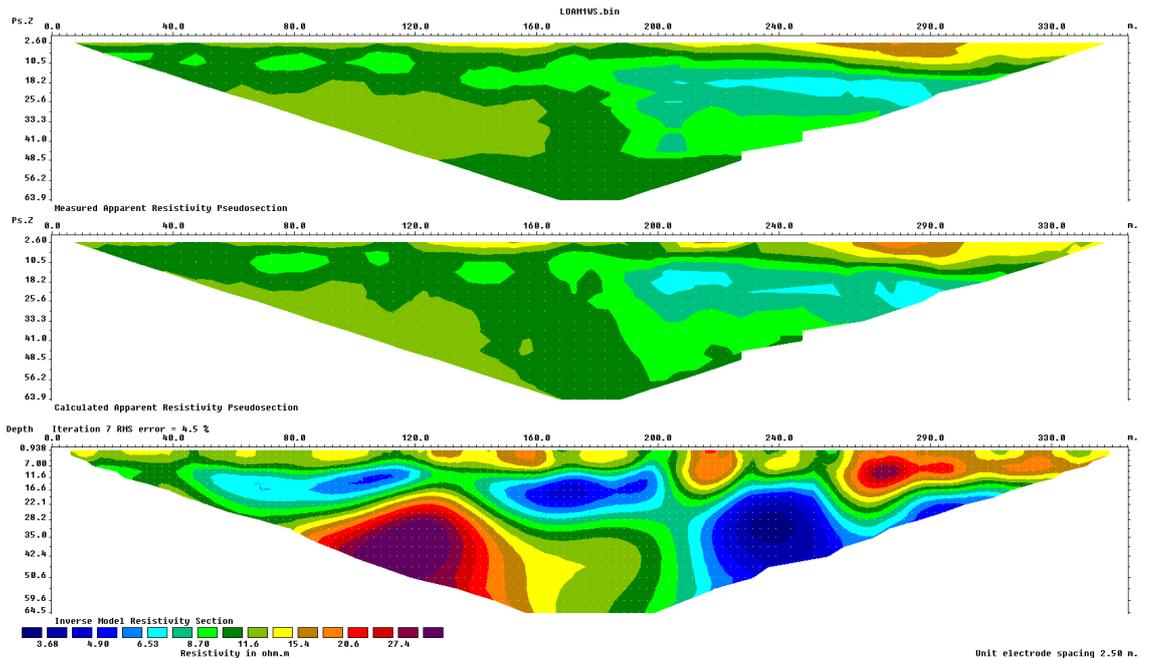
LOAV_P2 – Wenner-Schlumberger + Dipôle-dipôle



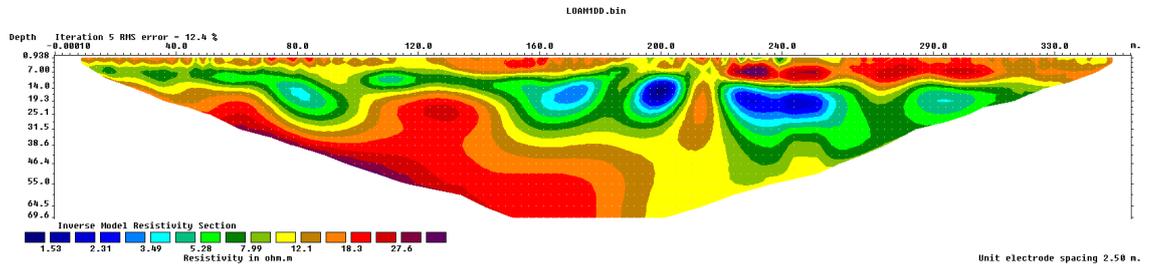
LOAM_P1 - Dipôle-dipôle



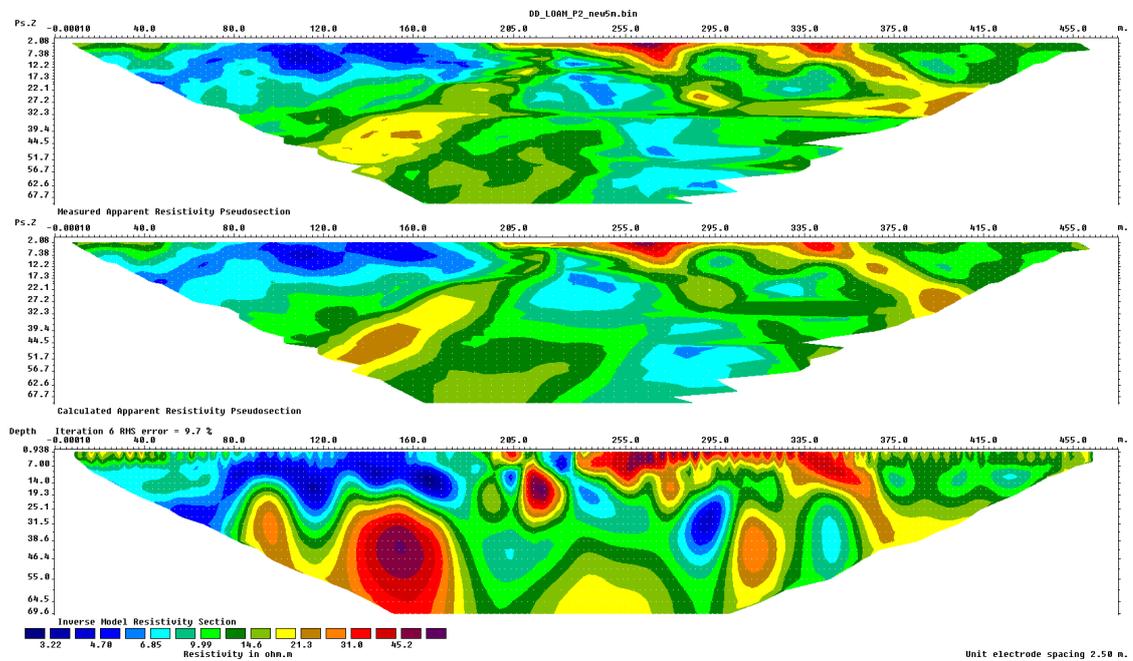
LOAM_P1 – Wenner-Schlumberger



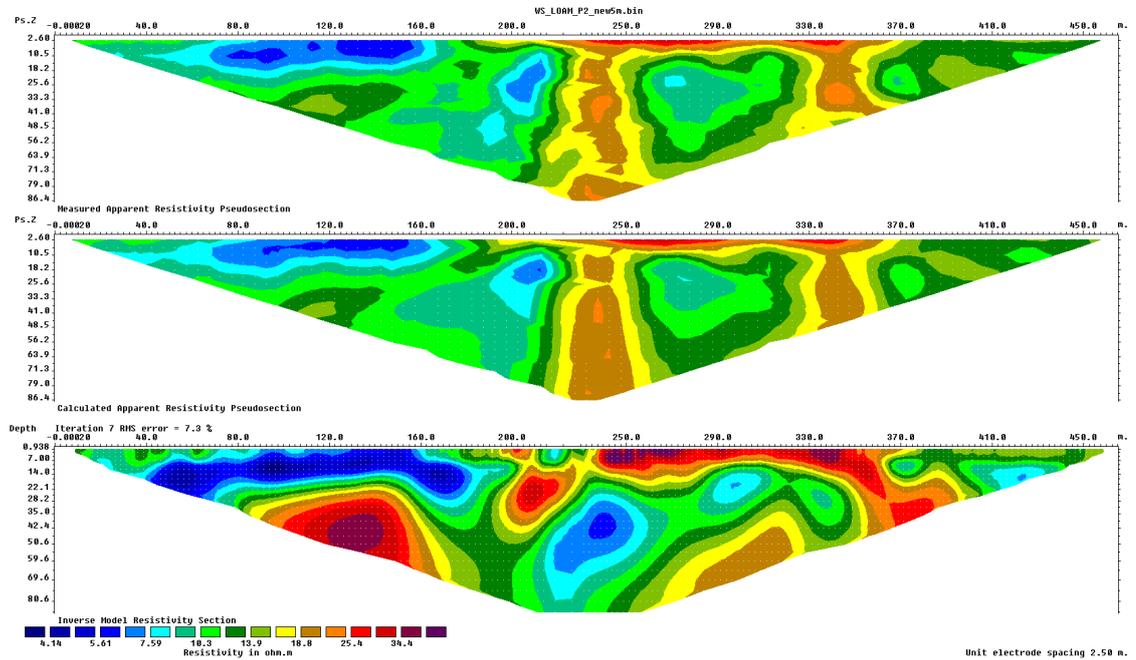
LOAM_P1 – Wenner-Schlumberger + Dipôle-dipôle



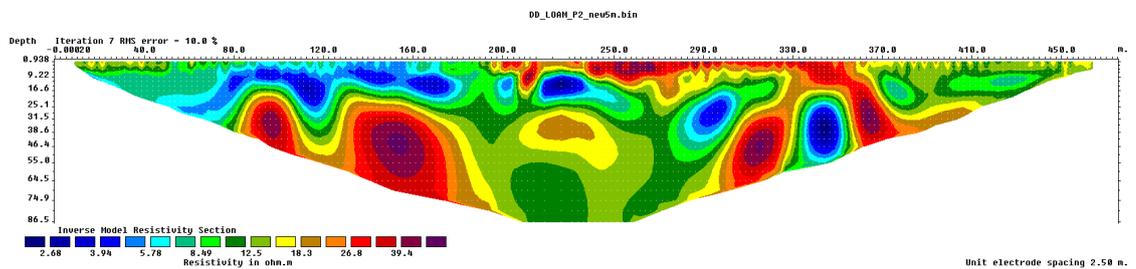
LOAM_P2 - Dipôle-dipôle



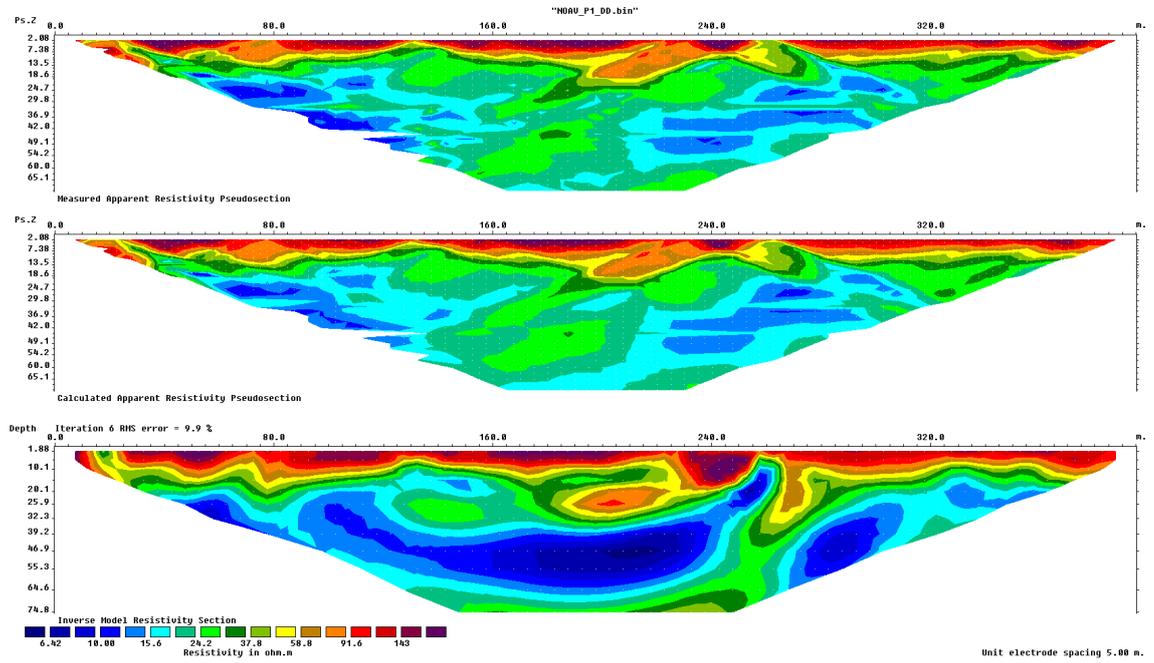
LOAM_P2 – Wenner-Schlumberger



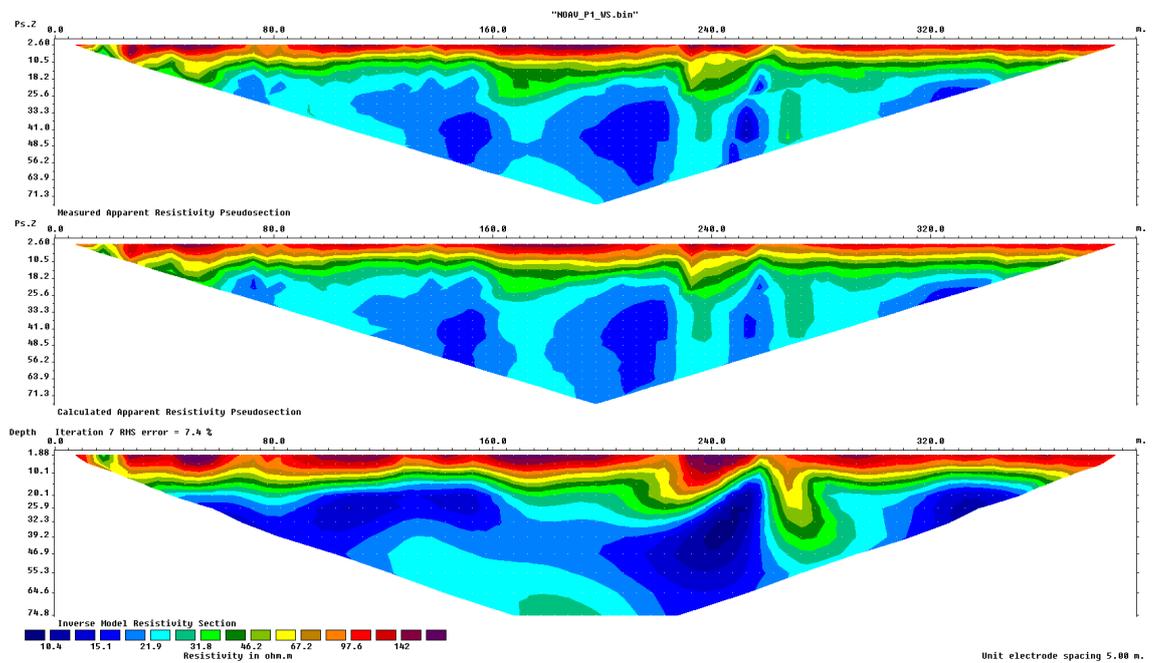
LOAM_P2 – Wenner-Schlumberger + Dipôle-dipôle



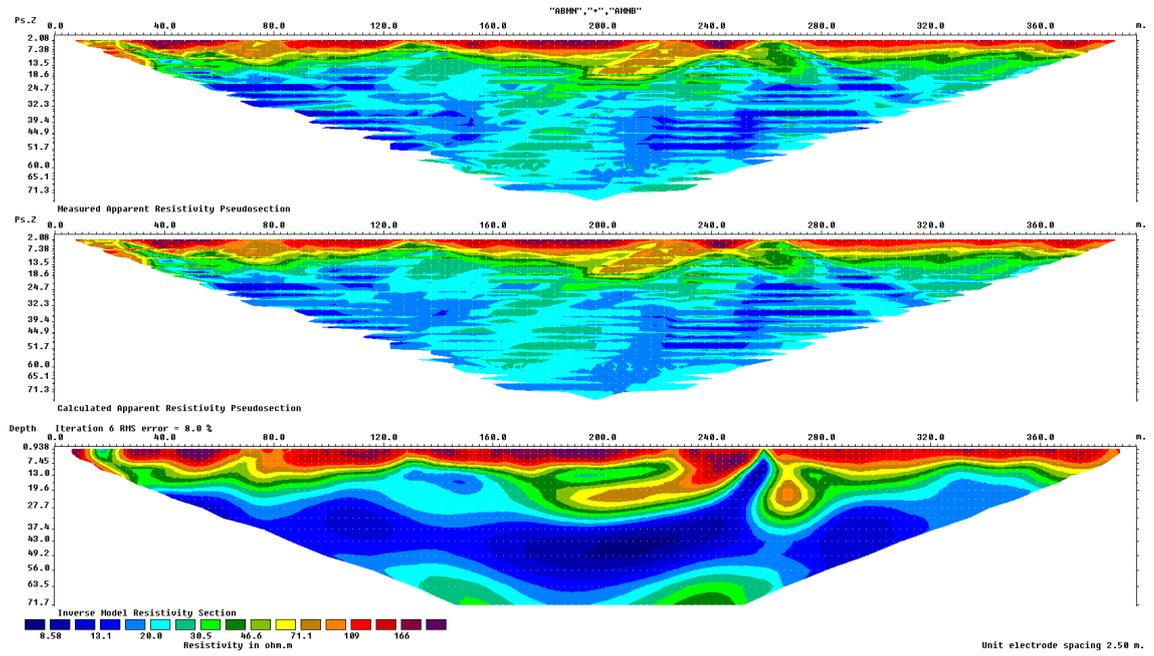
NOAV_P1 - Dipôle-dipôle



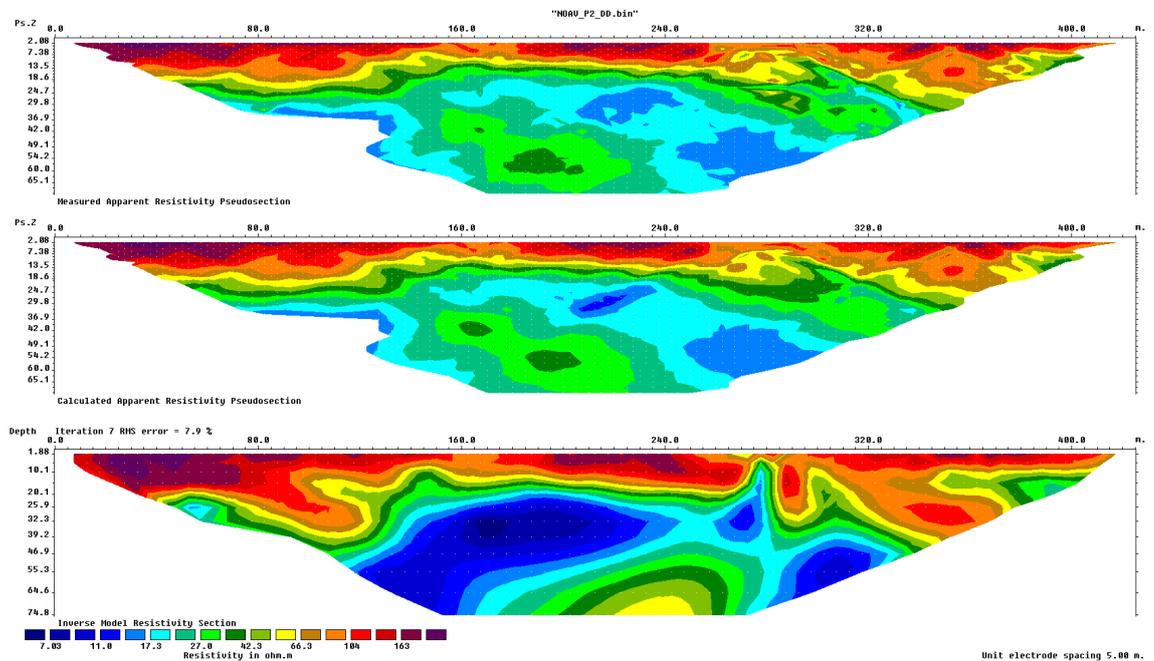
NOAV_P1 – Wenner-Schlumberger



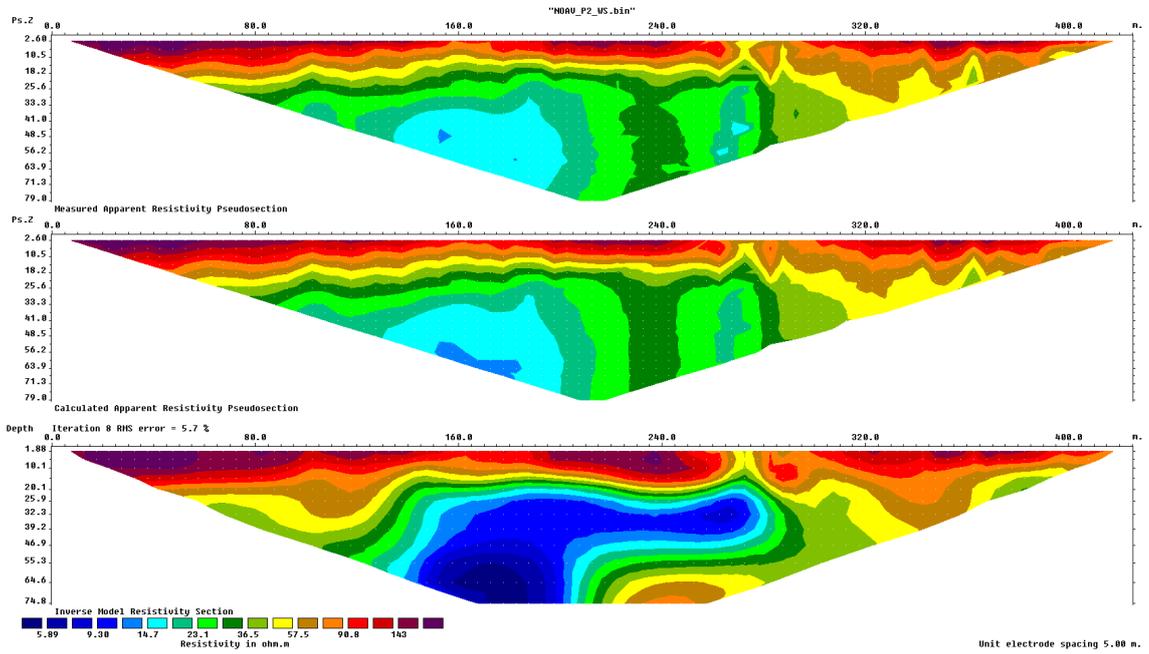
NOAV_P1 – Wenner-Schlumberger + Dipôle-dipôle



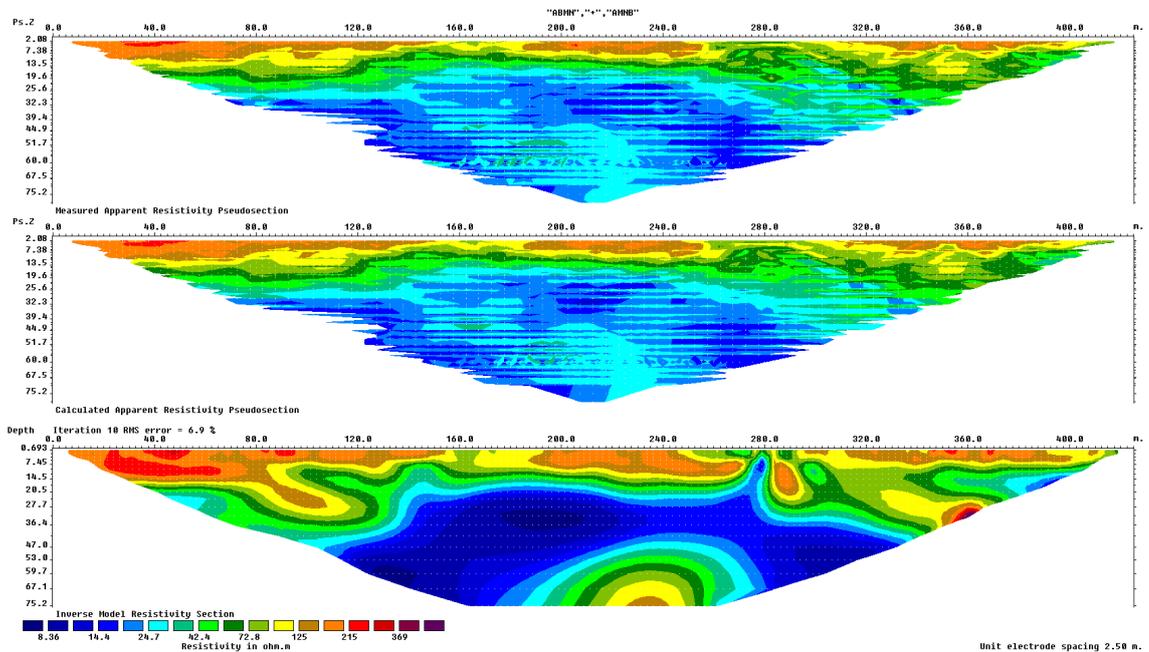
NOAV_P2 - Dipôle-dipôle



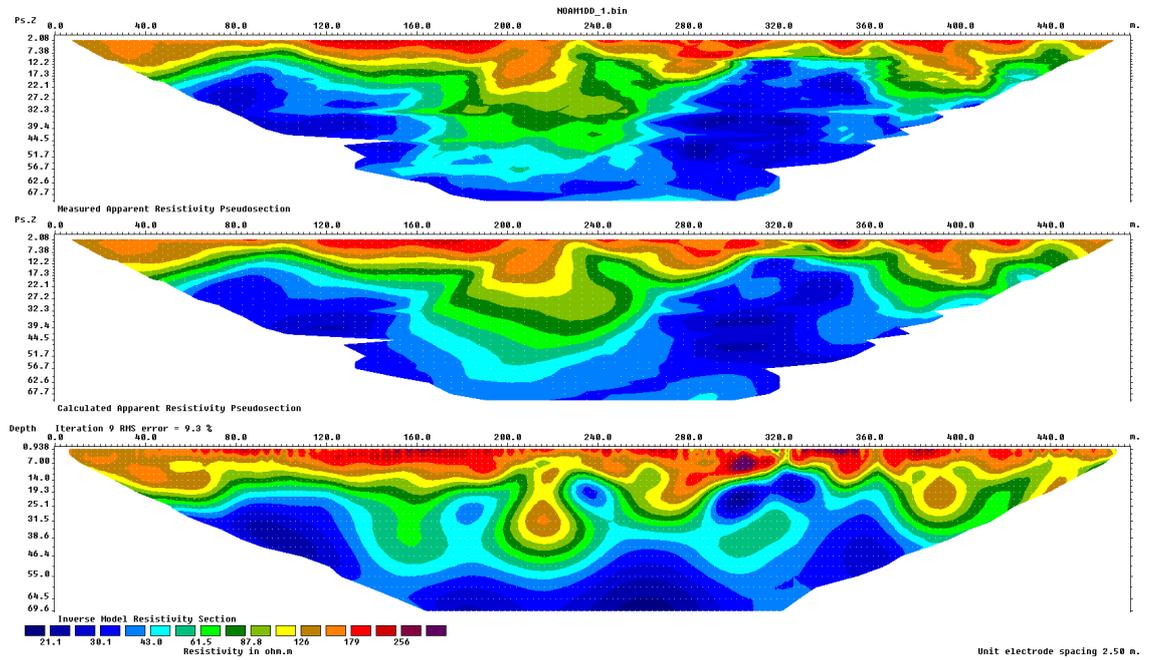
NOAV_P2 – Wenner-Schlumberger



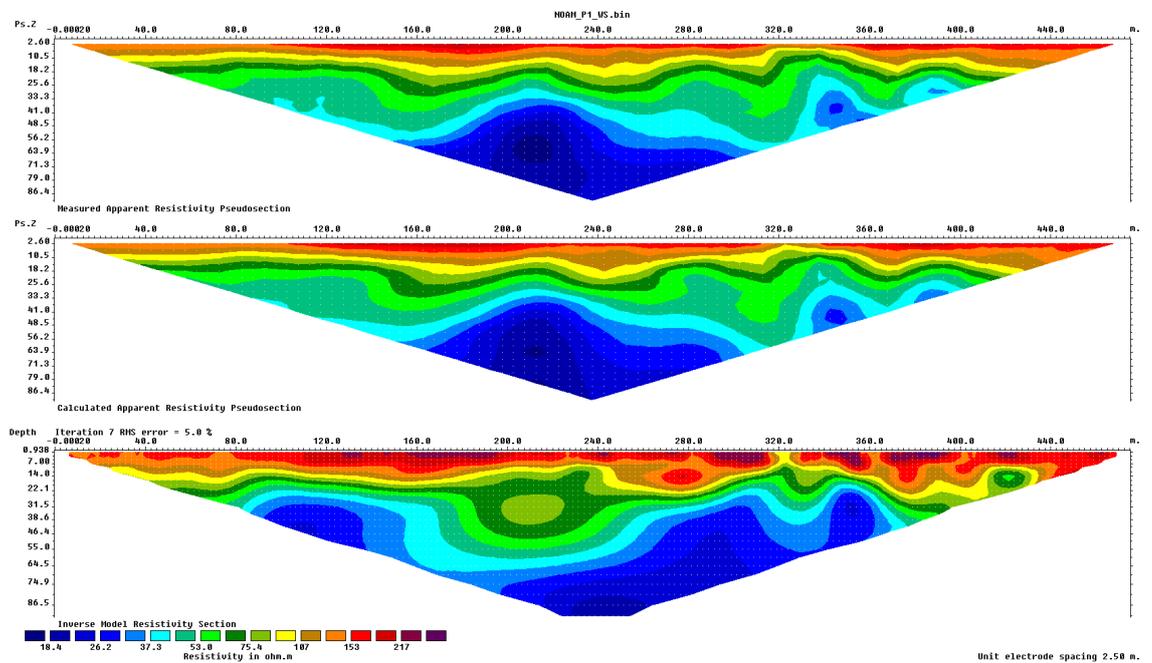
NOAV_P2 – Wenner-Schlumberger + Dipôle-dipôle



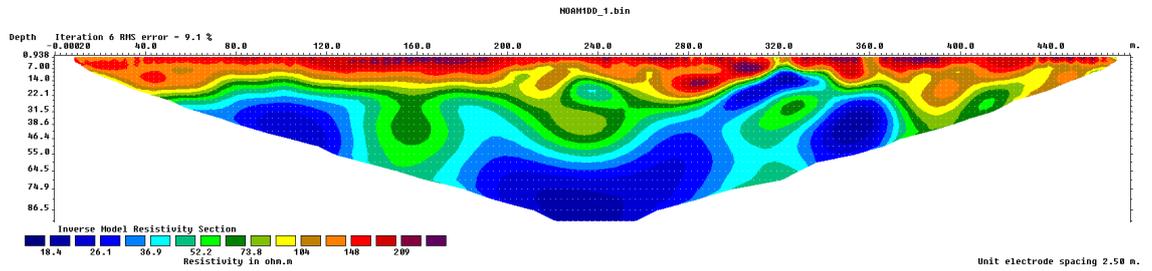
NOAM_P2 - Dipôle-dipôle



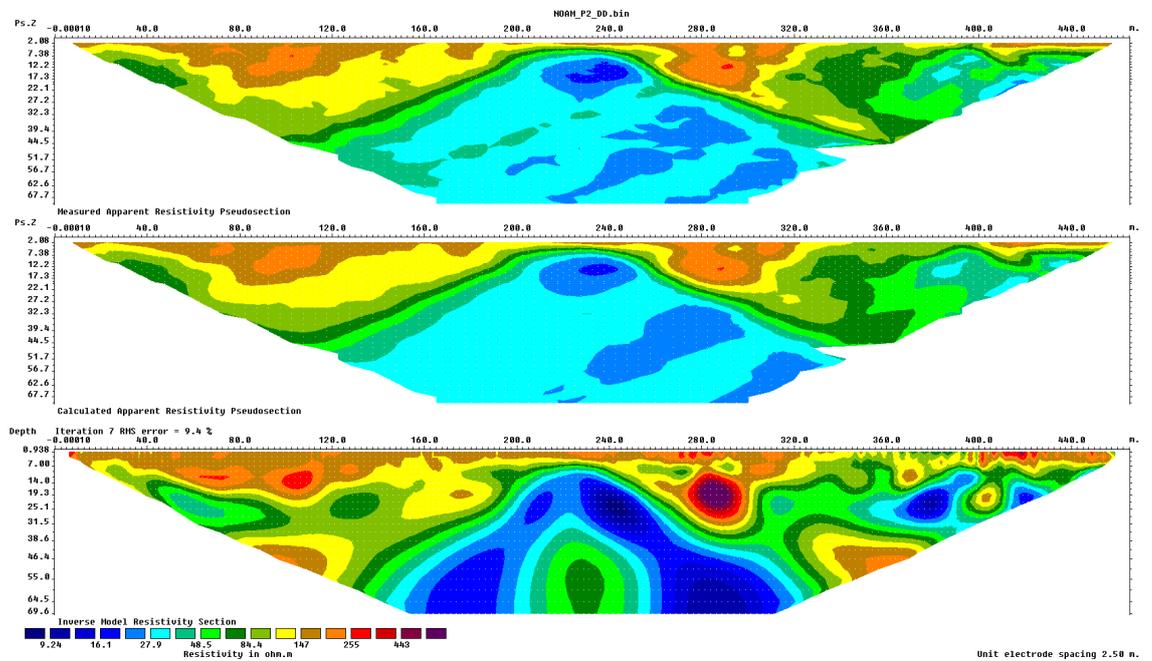
NOAM_P2 – Wenner-Schlumberger



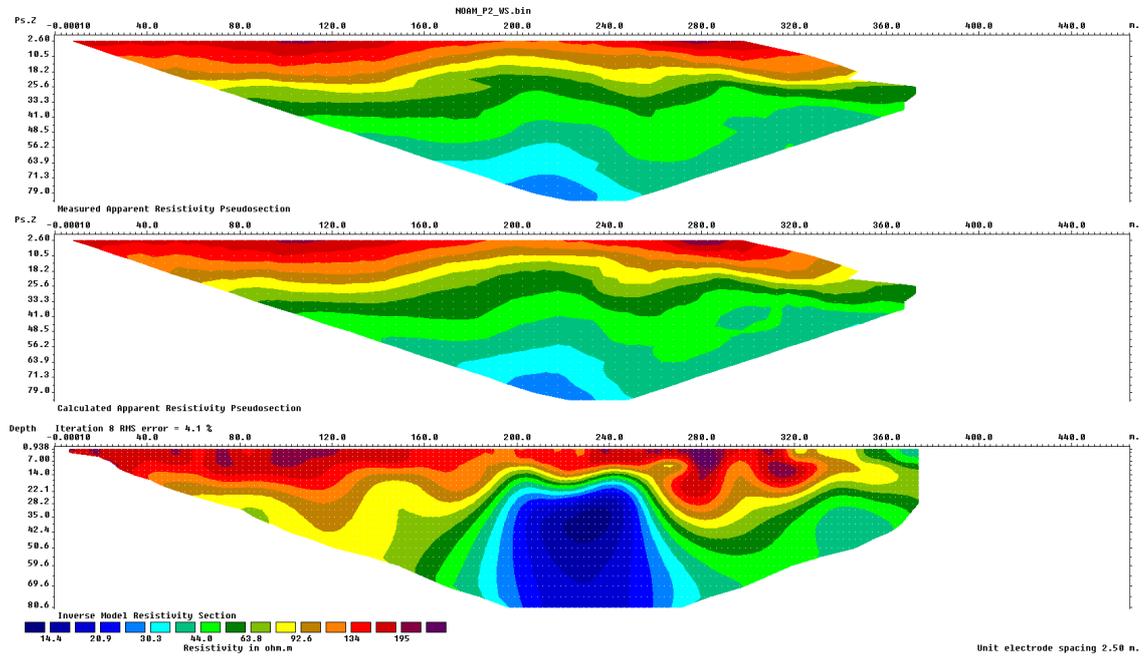
NOAM_P2 – Wenner-Schlumberger + Dipôle-dipôle



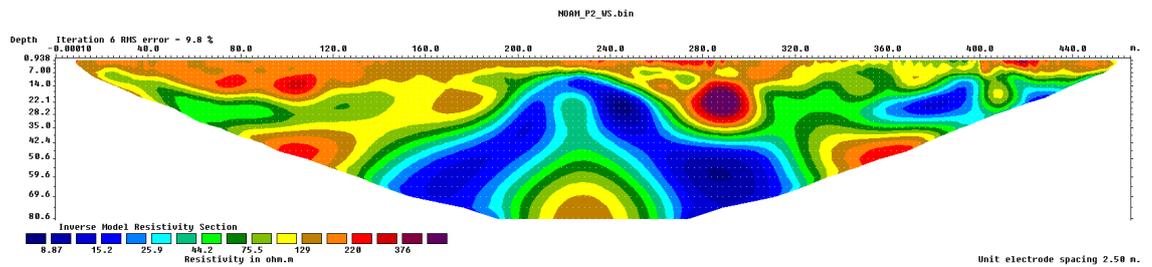
NOAM_P1 - Dipôle-dipôle



NOAM_P1 – Wenner-Schlumberger



NOAM_P1 – Wenner-Schlumberger + Dipôle-dipôle





Géosciences pour une Terre durable

brgm

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

BRGM Guadeloupe
Morne Houëlmont
Route de l'Observatoire
97113 – Gourbeyre - Guadeloupe
Tél. : 05 90 41 35 48