

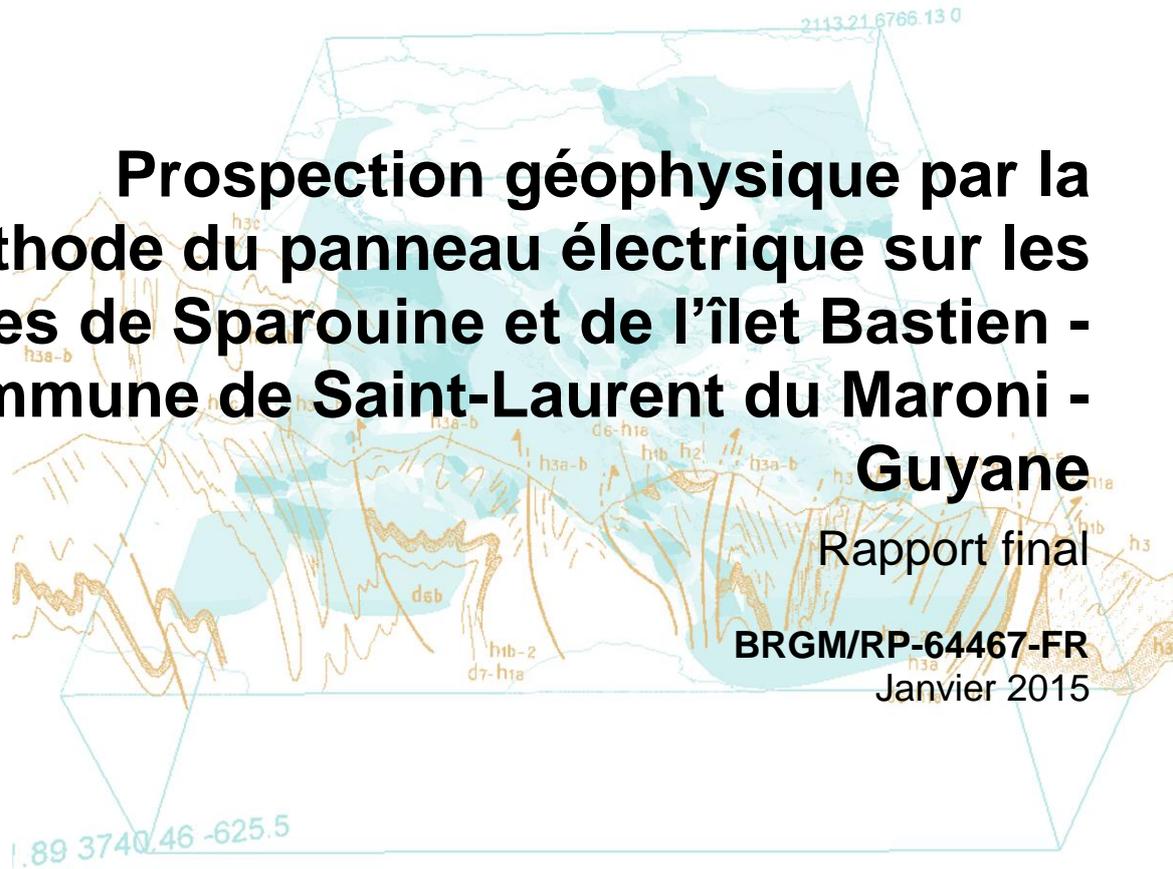


# Prospection géophysique par la méthode du panneau électrique sur les sites de Sparouine et de l'îlet Bastien - commune de Saint-Laurent du Maroni - Guyane

Rapport final

BRGM/RP-64467-FR

Janvier 2015





# Prospection géophysique par la méthode du panneau électrique sur les sites de Sparouine et de l'îlet Bastien - commune de Saint-Laurent du Maroni Guyane

Rapport final

**BRGM/RP-64467-FR**

Janvier 2015

Étude réalisée dans le cadre des projets de Service public du BRGM PSP14GUY15

**F. Mathieu ; M. Baïssset**

Avec la collaboration de

**B. Joseph**

**Vérificateur :**

Nom : Gutierrez Alexis

Fonction : Hydrogéologue

Date : 17/02/2015

Signature :



**Approbateur :**

Nom : Mompelat Jean-Marc

Fonction : Directeur régional pi

Date : 25/02/2014

Signature :



Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.



**Mots-clés** : Géophysique, panneaux électriques, terrasses alluviales, aquifères de socle, néotectonique

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

F. Mathieu, M. Baïssset (2015) – Prospection géophysique par la méthode du panneau électrique sur les sites de Sparouine et de l'îlet Bastien - commune de Saint Laurent du Maroni - Guyane. Rapport final. BRGM/RP-64467-FR, 78p. 26ill. fig., 2ann. 1CD.

## Synthèse

La commune de Saint-Laurent du Maroni connaît actuellement une croissance démographique très importante (+5,1 % par an) et compte plus de 40 000 habitants. L'alimentation en eau potable des usagers est effectuée par le biais d'un captage d'eau de surface dans le Maroni. Cependant, du fait d'une grande dispersion des zones d'habitations sur le territoire, le réseau de conduites d'alimentation en eau de la commune ne permet pas de satisfaire l'ensemble des usagers. Ainsi, environ 29% de la population n'a pas accès à l'eau potable, 6 % disposent d'un accès de base via des bornes fontaines et 4 % bénéficient d'un accès intermédiaire (Livret AEP des sites isolés, données Office de l'Eau, 2014).

Face à la dispersion des zones d'habitations et aux coûts très élevés que représenteraient l'extension du réseau aux sites isolés, les eaux souterraines semblent être une solution pour répondre aux besoins en eau des zones éloignées du centre du bourg. La commune de Saint-Laurent du Maroni a donc sollicité le BRGM pour réaliser une étude bibliographique du potentiel en eau souterraine au niveau des sites isolés (Baïssset et Courbin, 2014). Cette dernière a permis de définir les cibles à prospector pour sécuriser l'alimentation en eau sur Saint Laurent du Maroni.

Ainsi, il a été préconisé de réaliser une prospection géophysique par la méthode du panneau électrique<sup>1</sup> au niveau du lieu-dit de Sparouine. Ce site isolé de la commune, abritant 782 habitants est actuellement alimenté par deux pompes à bras peu efficaces, et, suite à un projet d'électrification du bourg, la mairie souhaite y installer un réseau d'adduction d'eau. Des forages doivent donc être réalisés pour fournir des débits journaliers de 200m<sup>3</sup>/j.

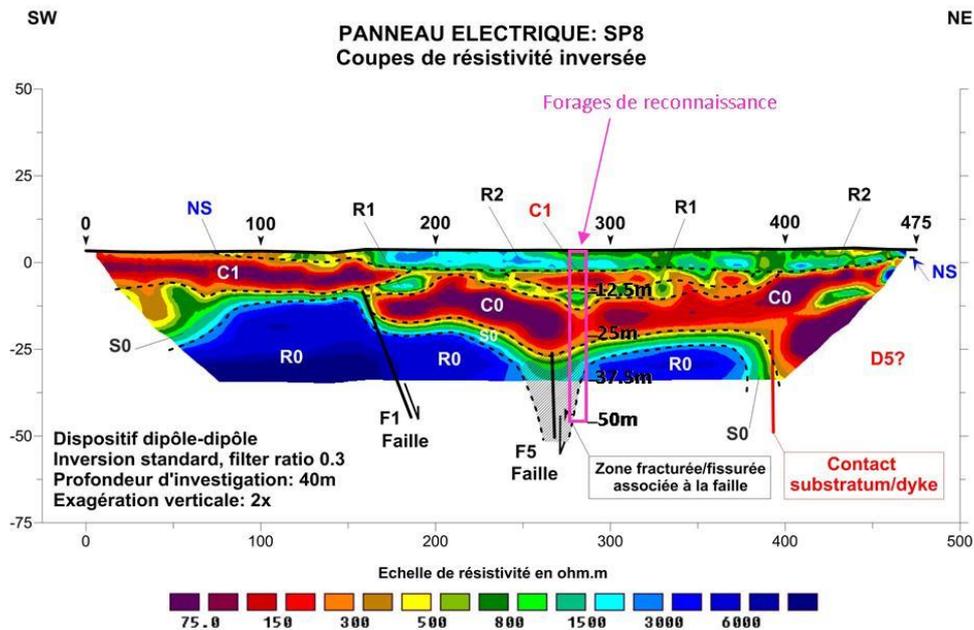
En novembre 2014, 4 panneaux électriques (1 de 1515 m, 3 de 475 m) réalisés au niveau de Sparouine ont permis :

- De déterminer la profondeur moyenne du toit du socle sain qui serait comprise entre 15 et 35 m au maximum. Celle-ci augmente en s'éloignant du fleuve ;
- De confirmer les faibles épaisseurs (4 à 6 m) de l'horizon fissuré ;
- De caractériser (épaisseur, résistivité) un horizon résistant qui correspondrait à des dépôts gravelo-sableux d'origine alluviale qui constitueraient une cible hydrogéologique ;
- De cartographier les extensions de cet horizon. La limite d'extension vers le SW pourrait être en relation avec la présence d'un petit vallon de direction NW-SE ;
- De mettre en évidence plusieurs structures d'origine tectonique (failles) ou intrusive (dyke) qui pourraient constituer des cibles hydrogéologiques de par la fracturation/fissuration induite au niveau du socle sain.

---

<sup>1</sup> Méthode de prospection qui permet d'obtenir une coupe géologique des formations du sous-sol, ici sur 80m de profondeur, tout au long d'un panneau (ligne d'une longueur fixée, ici de 475 m à 1515 m)

Suite à ces panneaux électriques, des propositions d'implantation de forages de reconnaissances sont discutées. L'option a été prise de réaliser des forages mixtes (même configuration que les forages FE4 et FE 5 de Grand Santi) afin de capter le niveau sédimentaire sablo-graveleux et le niveau de roche fissuré (profondeur de l'ouvrage : 50-60 m). Le premier forage de reconnaissance SR-SP8-280, situé à la station 280 du panneau électrique SP8, permettra de déterminer le potentiel aquifère du niveau sédimentaire et de l'aquifère de socle (ici micaschistes à staurotides), et orientera les implantations des autres forages afin d'atteindre les objectifs de débit de 200 m<sup>3</sup>/j.



*Forage de reconnaissance SR-SP8-280 sur le panneau électrique SP8*

De la même manière, sur l'Îlet Bastien, deux panneaux électriques ont été réalisés au niveau des principaux Kampou afin de densifier les pompes à bras sur l'île (passer de une à quatre pompes à bras). Des propositions d'implantations pour les futurs forages sont discutées afin de capter un niveau sablo-argileux sur 15 m.

## Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Rappel des objectifs.....</b>	<b>11</b>
2.1. CALENDRIER.....	11
2.2. PERSONNEL.....	11
2.3. EQUIPEMENT .....	11
2.4. TRAVAUX REALISES.....	12
2.4.1.Principe de la méthode du panneau électrique .....	12
2.4.2.Mise en place des électrodes sur les panneaux électriques.....	12
2.4.3.Panneaux électriques réalisés .....	12
2.4.4.Configuration d’acquisition des panneaux électriques.....	17
2.4.5.Paramètres d’acquisition.....	17
2.4.6.Positionnement des mesures.....	17
2.5. TRAITEMENT ET INVERSION .....	18
2.5.1.Analyse de la qualité des mesures.....	18
2.5.2.Traitement des mesures avec le logiciel X2IPI.....	18
2.5.3.Inversion des données avec le logiciel RES2DINV .....	20
<b>3. Interprétation et résultats .....</b>	<b>21</b>
3.1. CALAGE DE L’INTERPRÉTATION EN TERME DE GÉOLOGIE .....	21
3.2. PRÉSENTATION DES COUPES DE RESISTIVITE INTERPRETEES .....	25
3.3. SITE DE SPAROUINE .....	26
3.3.1.Panneau électrique SP1 .....	26
3.3.2.Panneau électrique SP7 .....	31
3.3.3.Panneau électrique SP8 .....	34
3.3.4.Panneau électrique SP9 .....	37
3.3.5.Interprétation structurale .....	40
3.3.6.Synthèse des résultats et propositions de sondages de reconnaissance	42
3.3.7.Priorisation des sondages de reconnaissance .....	46
3.4. SITE DE L’ILE BASTIEN.....	49
3.4.1.Panneau électrique BA10 .....	49
3.4.2.Panneau électrique BA11 .....	52
3.4.3.Interprétations structurales.....	55
3.4.4.Synthèse des résultats et propositions de sondages de reconnaissance	57
3.4.5.Priorisation des sondages de reconnaissance .....	58

<b>4. Conclusion .....</b>	<b>61</b>
<b>5. Bibliographie.....</b>	<b>63</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Localisation des panneaux électriques (traits rouges) sur fond orthophoto. ....	14
Illustration 2 : Localisation des panneaux électriques (traits rouges) sur fond de carte géologique (échelle : 1/100 000 <sup>ème</sup> ). Point rose = lieu où un échantillon de micachistes à Staurotides peu altéré a été prélevé (cf. Illustration 7) .....	15
Illustration 3 : Pseudo-coupe de résistivité apparente (panneau SP1, dispositif dipôle-dipôle) avant filtrage avec X2IPI .....	18
Illustration 4 : Première étape du filtrage .....	19
Illustration 5 : Deuxième étape du filtrage .....	19
Illustration 6 : Pseudo-coupe de résistivité apparente (panneau SP1, dispositif dipôle-dipôle) après filtrage avec X2IPI .....	20
Illustration 7 : Micaschiste à staurotides : roche métamorphique formée de quartz, de minces lits de micas (biotite, muscovite) et de porphyroblastes de staurotide .....	21
Illustration 8 : Calage de l'interprétation en termes de géologie à partir des investigations géophysiques effectuées sur le secteur de Grand-Santi .....	23
Illustration 9 : Coupe géologique conceptuelle de la vallée du fleuve Maroni (d'après Palvadeau, 1998). .....	24
Illustration 10 : Localisation du panneau électrique SP1 .....	28
Illustration 11 : Panneau électrique SP1 – Coupes de résistivité inversée avec interprétation en termes de géologie et de structurale.....	29
Illustration 12 : Localisation du panneau SP7 .....	32
Illustration 13 : Panneau électrique SP7 – Coupes de résistivité inversée avec interprétation en termes de géologie et de structurale.....	33
Illustration 14 : localisation du panneau SP8 .....	35
Illustration 15 : Panneau électrique SP8 – Coupes de résistivité inversée avec interprétation en termes de géologie et de structurale.....	36
Illustration 16 : Localisation du panneau SP9 .....	38
Illustration 17 : Panneau électrique SP9 – Coupes de résistivité inversée avec interprétation en termes de géologie et de structurale.....	39
Illustration 18 : Site de Sparouine – Synthèse des résultats. ....	42
Illustration 19 : Implantation du sondage de reconnaissance SR-SP8-280 sur le panneau électrique SP8. ....	44
Illustration 20 : Carte de localisation des forages de reconnaissance .....	47
Illustration 21 : Localisation du panneau électrique BA10.....	50
Illustration 22 : Panneau électrique BA10 – Coupes de résistivité inversée avec interprétation en termes de géologie et de structurale.....	51

Illustration 23 : Localisation du panneaux électrique BA11.....	53
Illustration 24 : Panneau électrique BA11 – Coupes de résistivité inversée avec interprétation en termes de géologie et de structurale. ....	54
Illustration 25 : Interprétations stucturales des panneaux électriques .....	56
Illustration 26 : Localisation des forages de reconnaissance sur l'île Bastien .....	58

## Liste des annexes

Annexe 1 : Principe de la méthode du panneau électrique.....	65
Annexe 2 : Paramètres d'inversion .....	73



# 1. Introduction

La commune de Saint-Laurent du Maroni connaît actuellement une croissance démographique très importante (+5,1 % par an) et compte plus de 40 000 habitants. L'alimentation en eau potable des usagers est effectuée par le biais d'un captage d'eau de surface dans le Maroni. Cependant, du fait d'une grande dispersion des zones d'habitations sur le territoire, le réseau de conduites d'alimentation en eau de la commune ne permet pas de satisfaire l'ensemble des usagers. Ainsi, environ 29% de la population n'a pas accès à l'eau potable, 6 % disposent d'un accès de base via des bornes fontaines et 4 % bénéficient d'un accès intermédiaire (Livret AEP des sites isolés, données Office de l'Eau, 2014).

Face à la dispersion des zones d'habitations et aux coûts trop importants que représenteraient l'extension du réseau aux sites isolés, les eaux souterraines sont la solution pour répondre aux besoins en eau des zones éloignées du centre du bourg. Ainsi, en 2014, la ville de Saint-Laurent du Maroni a sollicité le BRGM pour constituer l'inventaire des ressources en eaux souterraines présentes sur la commune et réaliser une prospection géophysique sur le site de Sparouine.

Basée sur l'ensemble des prospections hydrogéologiques réalisées sur la commune depuis 1962, des données de forages et la connaissance du potentiel en eau souterraine des différentes formations géologiques à l'échelle de la Guyane, cette étude a permis d'identifier et de décrire deux cibles hydrogéologiques principales au niveau de Sparouine et Bastien :

- les terrasses alluviales du Maroni
- les formations de socle fissuré (micaschistes à staurotide).

Afin de déterminer l'extension et la géométrie de ces aquifères, et dans l'optique de fournir des implantations pour de futurs forages de reconnaissance sur Sparouine et l'île Bastien, la réalisation et l'interprétation de 11 panneaux électriques sont ici détaillées. Ils permettront de guider l'implantation de forages de reconnaissance sur Sparouine afin d'atteindre les 200m<sup>3</sup>/h identifiés pour cette localité et d'installer trois pompes à bras sur l'île Bastien.



## 2. Rappel des objectifs

### 2.1. CALENDRIER

Les investigations géophysiques par la méthode du panneau électrique sur les sites de Sparouine et de l'île Bastien se sont déroulées du 03/11 au 12/11/2014, mise en place et replis de l'équipe compris.

### 2.2. PERSONNEL

L'équipe d'intervention était composée de :

- 1 ingénieur géophysicien spécialiste des méthodes électriques : F. Mathieu ;
- 1 technicien spécialiste de l'acquisition des données électriques : B. Joseph (du 03 au 07/11) ;
- 3 manœuvres pour le layonnage et pour la mise en place et le repli des dispositifs de mesures.

### 2.3. EQUIPEMENT

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 espacées de 5 mètres sur 475 m. L'énergie provenait d'une batterie externe. L'espacement inter-électrodes de 5 m a été choisi afin d'assurer à la fois une résolution acceptable des terrains de surface, et l'obtention d'une profondeur d'investigation maximale d'environ 80 m pour un dispositif de 475 m minimum.

Le matériel utilisé comprend :

- 1 SYSCAL Pro (convertisseur interne DC/DC de 250 W)
- 6 flûtes de 16 traces, intertrace de 5 m
- 96 électrodes
- 96 cordons
- 3 massettes
- 2 batteries de voiture 70 Ah
- 4 connecteurs de flûtes
- 1 télélaser Trupulse 360B
- 1 véhicule 4x4

## **2.4. TRAVAUX REALISES**

### **2.4.1. Principe de la méthode du panneau électrique**

Le principe de la méthode du panneau électrique est donné en Annexe 1.

### **2.4.2. Mise en place des électrodes sur les panneaux électriques**

La mise en place de chaque électrode (tige en inox de 30 cm ou 80 cm de long) a été précédée de la réalisation d'un avant-trou, lequel a été copieusement arrosé avec de l'eau salée (250g/l).

Cette procédure a permis d'avoir des résistances de prise qui sur l'ensemble des profils sont inférieures à 4 kohm (en moyenne 2 kohm) alors qu'au départ elles étaient comprises entre 10 et 15 kohm.

### **2.4.3. Panneaux électriques réalisés**

Dans l'optique d'implanter des forages de reconnaissance sur le site de Sparouine, 9 panneaux électriques de 475 m ont été réalisés. Afin d'appréhender la géométrie des terrasses alluviales et des formations de socle sous-jacentes, un grand panneau de 1515 m sub-perpendiculaire au Maroni a été effectué.

Puis en fonction des résultats de ce panneau principal, 3 panneaux supplémentaires de 475 m y ont été implantés perpendiculairement, afin d'obtenir l'extension des formations géologiques dans les trois dimensions, sur une superficie totale de 4 km<sup>2</sup> (Illustration 1 et Illustration 2).

Sur l'île Bastien, deux panneaux électriques de 475 m ont été réalisés au sein des principaux Kampou<sup>2</sup> de l'île, dans l'optique d'y installer des pompes à bras (Illustration 1 et Illustration 2).

Les caractéristiques des différents panneaux électriques sont résumées dans le Tableau 1.

---

<sup>2</sup> Kampou : sur le Maroni, nom donné pour désigner un groupement d'habitations.

Profil	Orientation	Dispositif	Date d'acquisition	Longueur (m)	Nombre de mesures avant filtrage	Nombre de mesures après filtrage (%)	V (mV)	Q (%)	Imin (mA)	Imax (mA)
SP1	NW-SE	DD	04/11/2014	475	2350	2334 (99%)	> 1.1	< 2.4	60	400
		WS	04/11/2014	475	1537	1533 (99%)	> 18	< 0.5	60	400
SP2	NW-SE	DD	04/11/2014	475	2350	2339 (99%)	> 1.3	< 1.9	80	500
		WS	04/11/2014	475	1537	1524 (99%)	> 21	< 0.5	80	500
SP3	NW-SE	DD	05/11/2014	475	2350	2310 (98%)	> 1.2	< 2.5	80	700
SP4	NW-SE	DD	05/11/2014	475	2350	2323 (99%)	> 1.1	< 2.2	90	500
SP5	NW-SE	DD	05/11/2014	475	2350	2321 (99%)	> 0.9	< 2.7	40	500
SP6	NW-SE	DD	06/11/2014	475	2350	2340 (99%)	> 1.3	< 2.3	100	600
SP7	SW-NE	DD	06/11/2014	475	2350	2298 (98%)	> 0.5	< 2.9	50	450
SP8	SW-NE	DD	07/11/2014	475	2350	2317 (99%)	> 2.9	< 2.9	60	700
		WS	07/11/2014	475	1537	1532 (99%)	> 18	< 0.7	60	700
SP9	SW-NE	DD	10/11/2014	475	2350	2329 (99%)	> 1.0	< 2.9	70	400
BA10	NW-SE	DD	11/11/2014	475	2350	2325 (99%)	> 0.8	< 2.8	70	800
BA11	SW-NE	DD	12/11/2014	475	2350	2322 (99%)	> 0.8	< 2.9	70	800

Tableau 1 : Caractéristiques des différents panneaux électriques

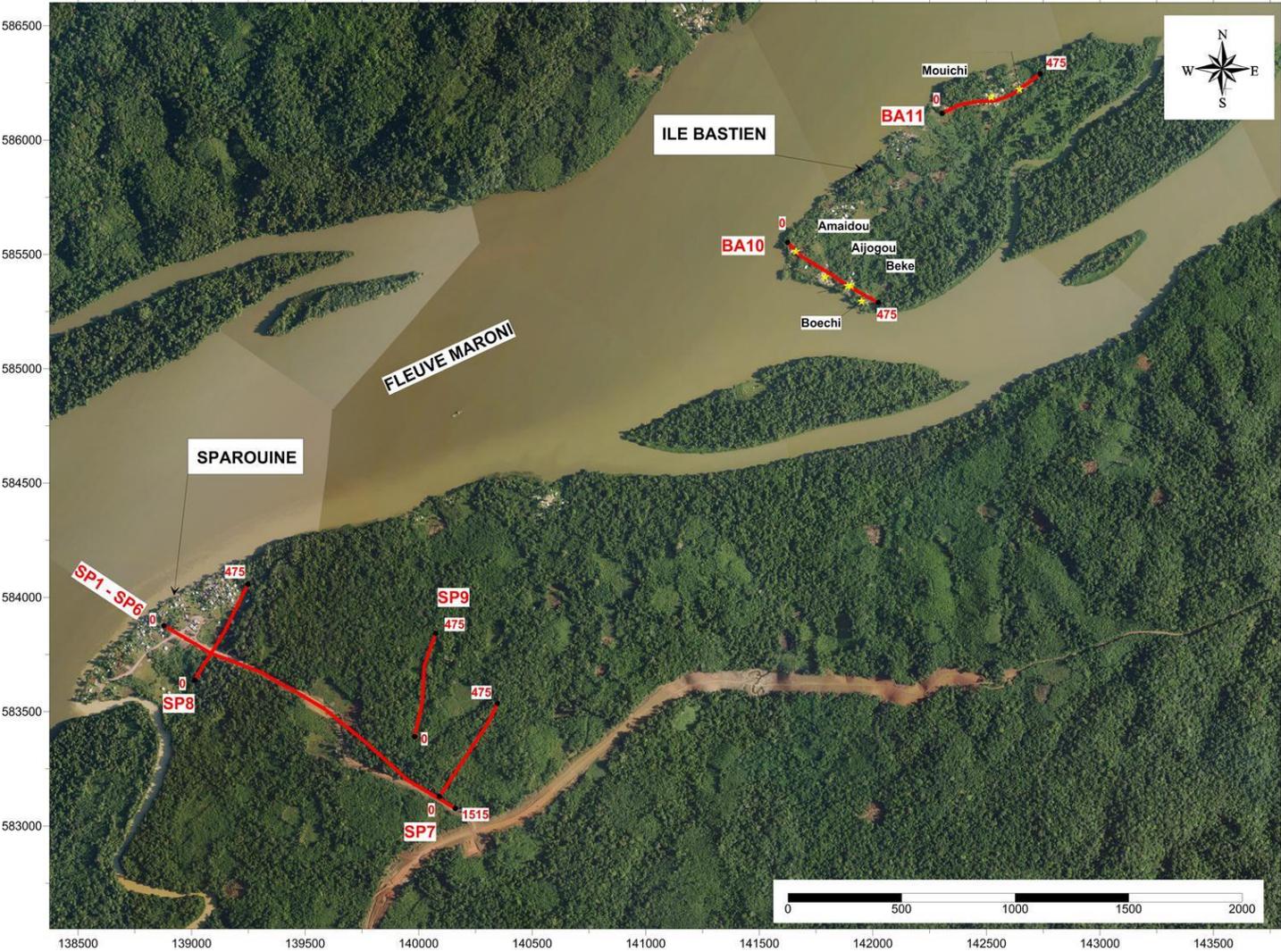


Illustration 1 : Localisation des panneaux électriques (traits rouges) sur fond orthophoto.

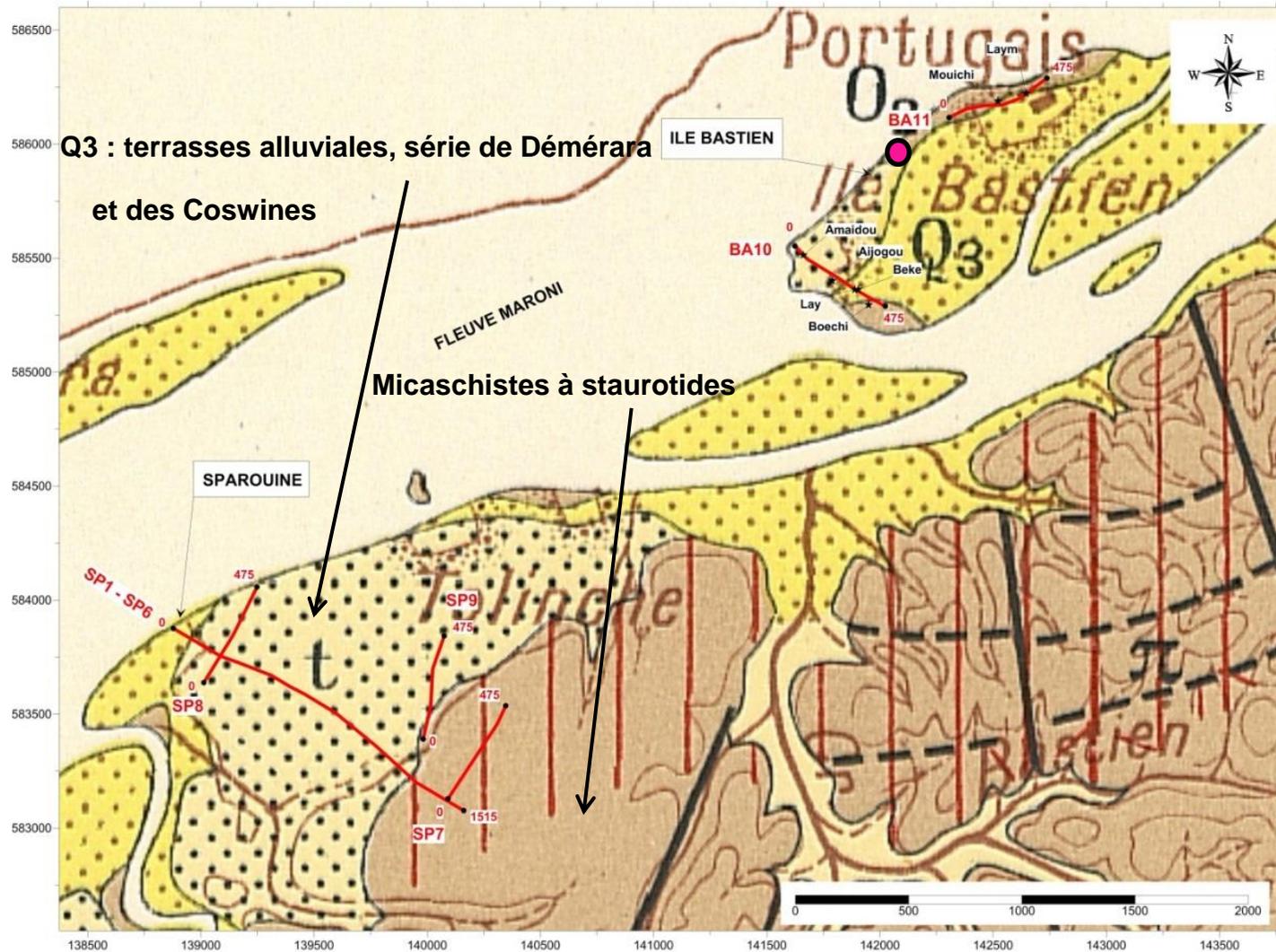


Illustration 2 : Localisation des panneaux électriques (traits rouges) sur fond de carte géologique (échelle : 1/100 000<sup>ème</sup>). Point rose = lieu où un échantillon de micachistes à Staurotides peu altéré a été prélevé (cf. Illustration 7)



#### 2.4.4. Configuration d'acquisition des panneaux électriques

Une configuration d'acquisition 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 ce qui concerne l'amplitude du signal, la profondeur d'investigation et la résolution.

**Le dispositif pôle-dipôle** consiste à n'avoir qu'un seul pôle d'injection de courant sur le profil, l'autre étant positionné « à l'infini », c'est-à-dire une distance suffisante pour ne pas affecter la distribution des lignes de courant au voisinage du pôle d'injection situé sur le profil. Il fournit en général plus de signal que le dispositif dipôle-dipôle et permet d'atteindre de plus grandes profondeurs d'investigation. Les acquisitions, pour chaque panneau électrique, sont réalisées en configuration pôle-dipôle forward (pôle d'injection à gauche) et reverse (pôle d'injection à droite).

**Le dispositif dipôle-dipôle** donne une très bonne résolution des terrains de sub-surface et pour les discontinuités verticales. Il est moins sensible aux effets latéraux (structures parallèles au profil, ravines ou crêtes parallèles au profil) que le dispositif Wenner-Schlumberger. Par contre, le rapport signal/bruit décroît rapidement et la profondeur d'investigation peut être moins importante que celle atteinte par le dispositif Wenner-Schlumberger.

**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 grâce à un meilleur rapport signal/bruit.

Les premières investigations effectuées avec les dispositifs dipôle-dipôle et Wenner-Schlumberger ont montré que la profondeur d'investigation contractuelle (75 m) était atteinte avec le dispositif dipôle-dipôle et que la qualité des mesures était excellente. Les acquisitions avec le dispositif Wenner-Schlumberger ont donc été abandonnées.

#### 2.4.5. Paramètres d'acquisition

Pour les acquisitions en configuration dipôle-dipôle, les paramètres d'acquisition ont été les suivants :

- Durée des créneaux d'injection : 0.5 s
- Nombre de cycle de mesures : 3 à 6 (3 si  $Q < 0.5\%$ , 6 si  $Q > 0.5\%$ )
- Déviation standard :  $Q < 0.5\%$
- Voltage d'injection : 400 V

#### 2.4.6. Positionnement des mesures

Les panneaux électriques ont été positionnés (coordonnées X, Y dans le système WGS84 UTM zone 21N) avec un GPS de poche Garmin 60CSx. La précision qui est fonction de la couverture végétale et du relief peut être estimée à 2 ou 3 m en zone dégagée et à 5 m en zone couverte.

Les levés altimétriques ont été effectués sur chaque profil avec un télémètre laser muni d'une fonction inclinométrique (TruPulse 360B). Le pas de mesure est d'environ 20 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 de référence, correspondant au niveau d'eau du fleuve Maroni, a été prise égale à 1m. Ce procédé évite des calages de bases longs et fastidieux en zone isolée tout en donnant une précision en adéquation avec les objectifs.

## 2.5. TRAITEMENT ET INVERSION

### 2.5.1. Analyse de la qualité des mesures

Comme indiqué dans le Tableau 1, la qualité des mesures peut être considérée comme étant très satisfaisante. En règle générale, plus de 90% des mesures présentent un signal (V) supérieur à 0.5 mV et un coefficient de qualité (précision sur le rapport V/I) inférieur à 3%.

### 2.5.2. Traitement des mesures avec le logiciel X2IPI

Le logiciel X2IPI (Bobachev Alexey, Moscow University) permet d'atténuer les artéfacts dus aux à-coups de prise. Toutes les pseudo-coups de résistivité apparente ont été traitées avec ce logiciel suivant une procédure explicitée sur les 4 illustrations suivantes.

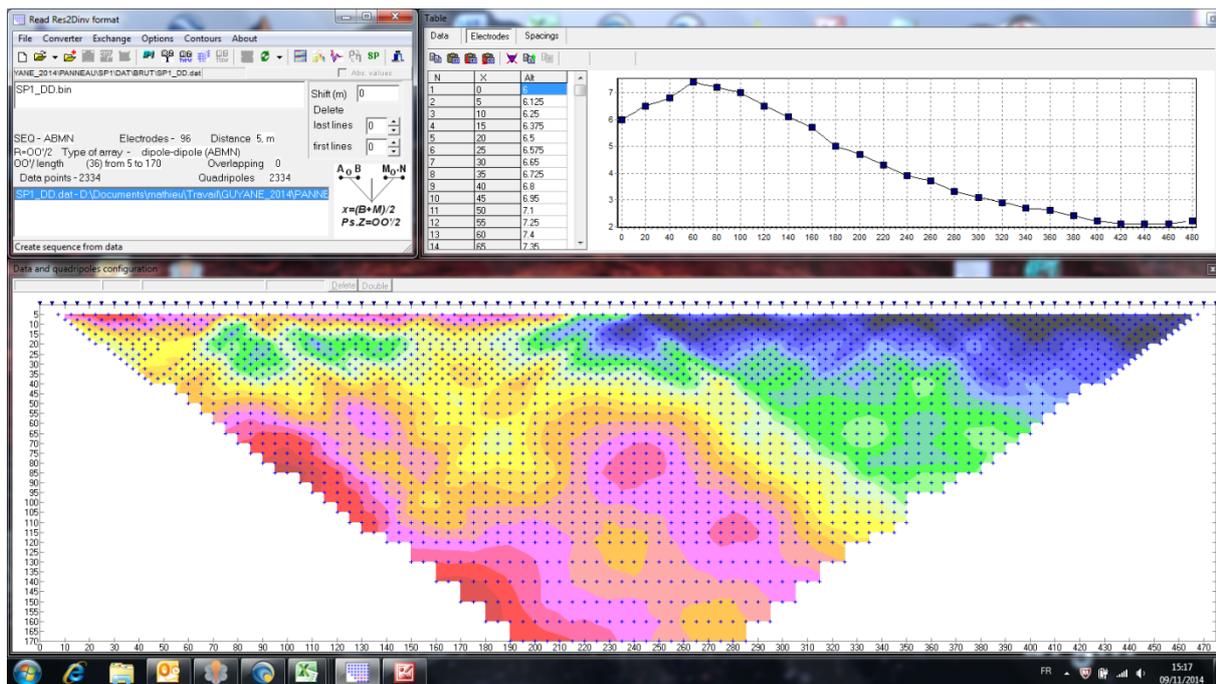


Illustration 3\_: Pseudo-coupe de résistivité apparente (panneau SP1, dispositif dipôle-dipôle) avant filtrage avec X2IPI

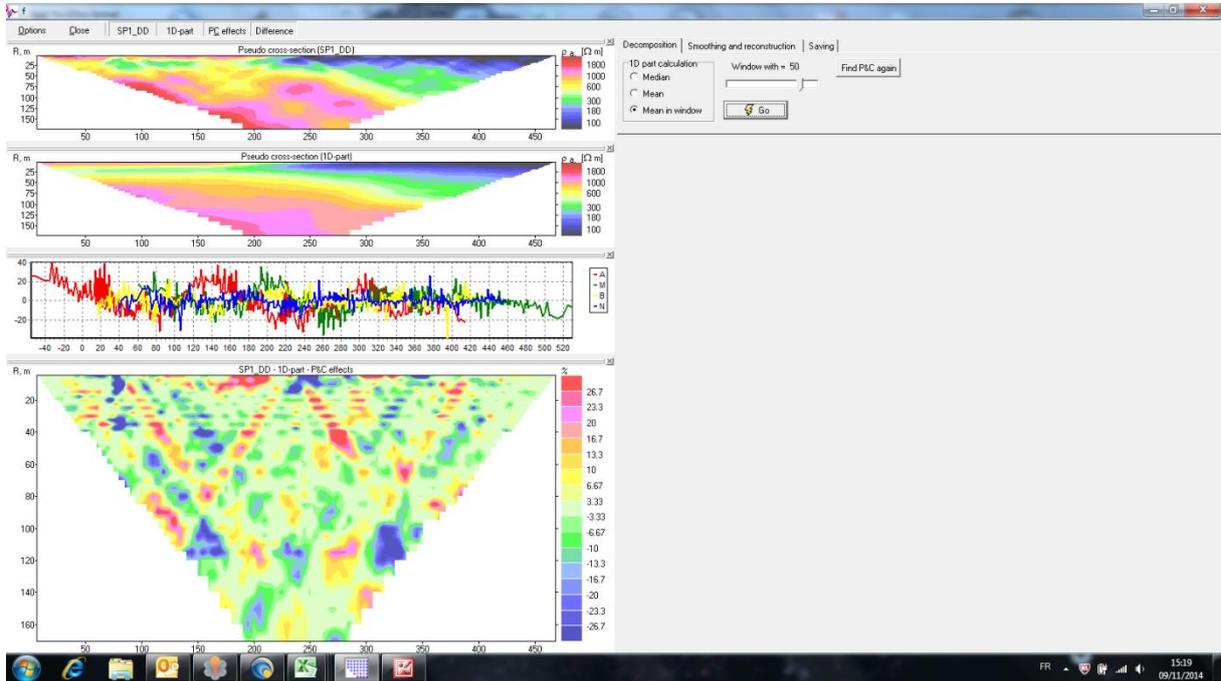


Illustration 4 : Première étape du filtrage

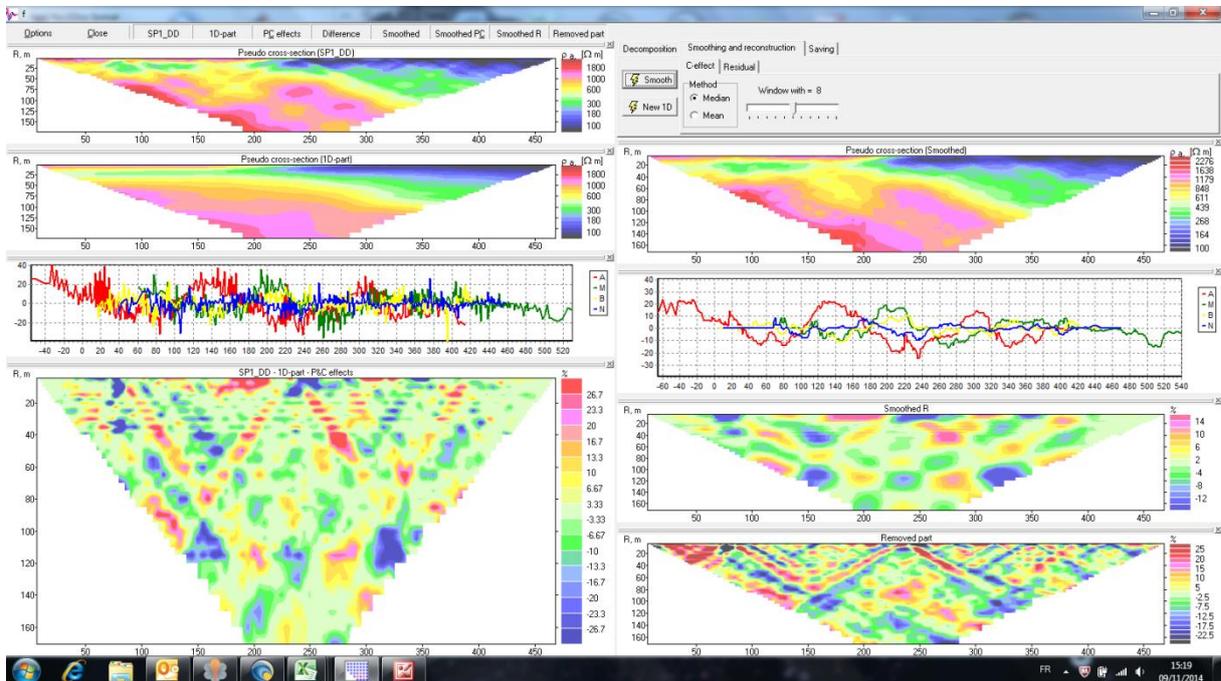


Illustration 5 : Deuxième étape du filtrage

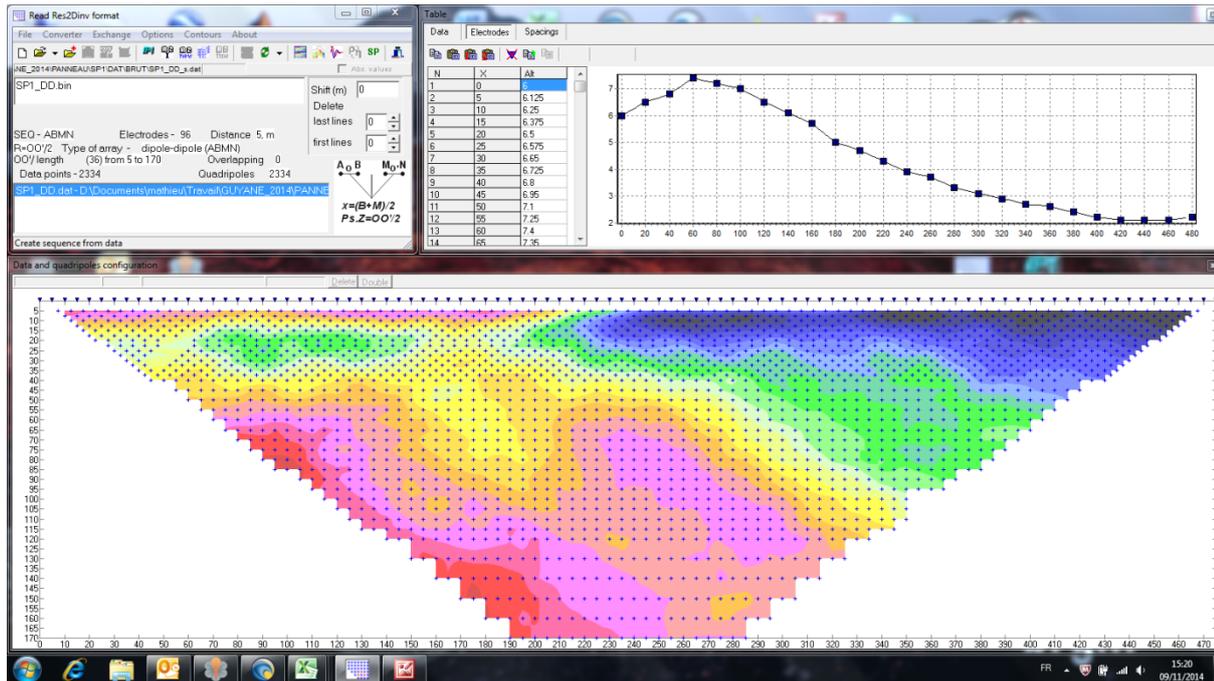


Illustration 6 : Pseudo-coupe de résistivité apparente (panneau SP1, dispositif dipôle-dipôle) après filtrage avec X2IPI

### 2.5.3. Inversion des données avec le logiciel RES2DINV

Après filtrage des données avec le logiciel PROSYS et traitement de ces données filtrées avec le logiciel X2IPI, toutes les pseudo-coupe de résistivité apparente ont été inversées avec le logiciel Res2DInv (Loke & Barker 1996).

Les sections de résistivité « vraie » (3<sup>ème</sup> image (en bas) des figures présentées en Annexe X), résultats de l'inversion, seront ensuite utilisées pour l'interprétation en termes de géologie et de structurale. Elles fournissent 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 présentant la distribution des résistivités calculées le long du profil en fonction de la profondeur (les profils de topographie sont inclus lors des inversions de chaque pseudo-coupe de résistivité apparente).

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...).

Pour chaque dispositif, des paramètres d'inversion ont été testés de manière à optimiser la réponse du modèle. Les résultats de ces tests ont permis de sélectionner 3 sets de paramètres.

## 3. Interprétation et résultats

### 3.1. CALAGE DE L'INTERPRÉTATION EN TERME DE GÉOLOGIE

Les informations géologiques disponibles sur les secteurs de Sparouine et de l'île Bastien sont :

- La carte géologique au 1/100 000<sup>ème</sup> (Illustration 2) qui donne les informations suivantes :
  - Présence, sur les bords du fleuve Maroni et sur l'île Bastien, de dépôts fluviaux appartenant aux séries de Demara et de Coswine ;
  - Le socle est représenté par les schistes de l'Orapu, ici des micaschistes à staurotides;
  - Les principales directions de la fracturation sont NNE-SSW et WNW-ESE ;
  - D'après le levé aéromagnétique, les dykes seraient principalement orientés NNW-SSE.
- Les sondages de reconnaissance effectués pour l'installation de 2 pompes à bras et pour un suivi piézométrique. La profondeur atteinte par ces sondages est inférieure à 10 m sauf au niveau du P03 où cette profondeur est de 15 m. Le sondage P03 a recoupé 15 m d'une alternance d'horizons argilo-sableux probablement d'origine fluviale. Le socle schisteux n'a pas été atteint
- Des reconnaissances de terrain où les micaschistes à staurotides peu altérés ont pu être prélevés sur l'île Bastien (cf. Illustration 2 et Illustration 7 )



*Illustration 7 : Micaschiste à staurotides : roche métamorphique formée de quartz, de minces lits de mica (biotite, muscovite) et de porphyroblastes de staurotide*

Compte tenu du peu d'informations géologiques disponibles sur la zone d'étude, le calage de l'interprétation des 6 coupes de résistivité (4 sur Sparouine et 2 sur l'île Bastien) en termes de géologie s'est appuyé sur les résultats des investigations géophysiques effectuées sur le secteur de Grand-Santi (Illustration 8) et sur la coupe géologique conceptuelle de la vallée du fleuve Maroni d'après Palvadeau (Illustration 9) reprise et expliquée dans le rapport de synthèse bibliographique des prospections hydrogéologiques menées de 1960 à 2014 sur la commune de Saint Laurent du Maroni (Baïssset et Courbin, 2014)

Sur le secteur de Grand-Santi, qui est situé dans un contexte géologique et géomorphologique relativement identique à celui des sites de Sparouine et de l'île Bastien, le calage des coupes de résistivité sur les forages de reconnaissance donne les résultats suivants :

- Un socle sain (migmatites à Grand-Santi) dont la résistivité est supérieure à 3000 ohm.m. Les schistes de l'Orapu présents sur Sparouine ont une résistivité identique ;
- Un horizon fissuré de très faible épaisseur (0 à 5 m) caractérisé par une résistivité intermédiaire comprise entre 500 et 3000 ohm.m ;
- Une couche conductrice (résistivité 75 à 200 ohm.m) reposant directement sur l'horizon fissuré. Ce conducteur dont la puissance est assez conséquente (10 à 15 m) correspondrait d'après le modèle conceptuel de Palvadeau et d'après les logs géologiques des forages SR1 à SR3, à des dépôts argilo-sableux d'origine fluviale. Les altérites du socle auraient été entièrement érodées;
- Un niveau d'alluvions grossières (plus ou moins argileuses ou sableuses) caractérisé par un horizon résistant (résistivité comprise entre 500 et 3000 ohm.m). Ce dépôt correspondrait aux séquences conglomératiques identifiées au niveau des terrasses T1, T2 et T3 du modèle conceptuel de Palvadeau ;
- Une alternance d'horizons argilo-sableux ou sablo-argileux plus ou moins conducteurs ou résistants suivant qu'ils sont saturés ou non

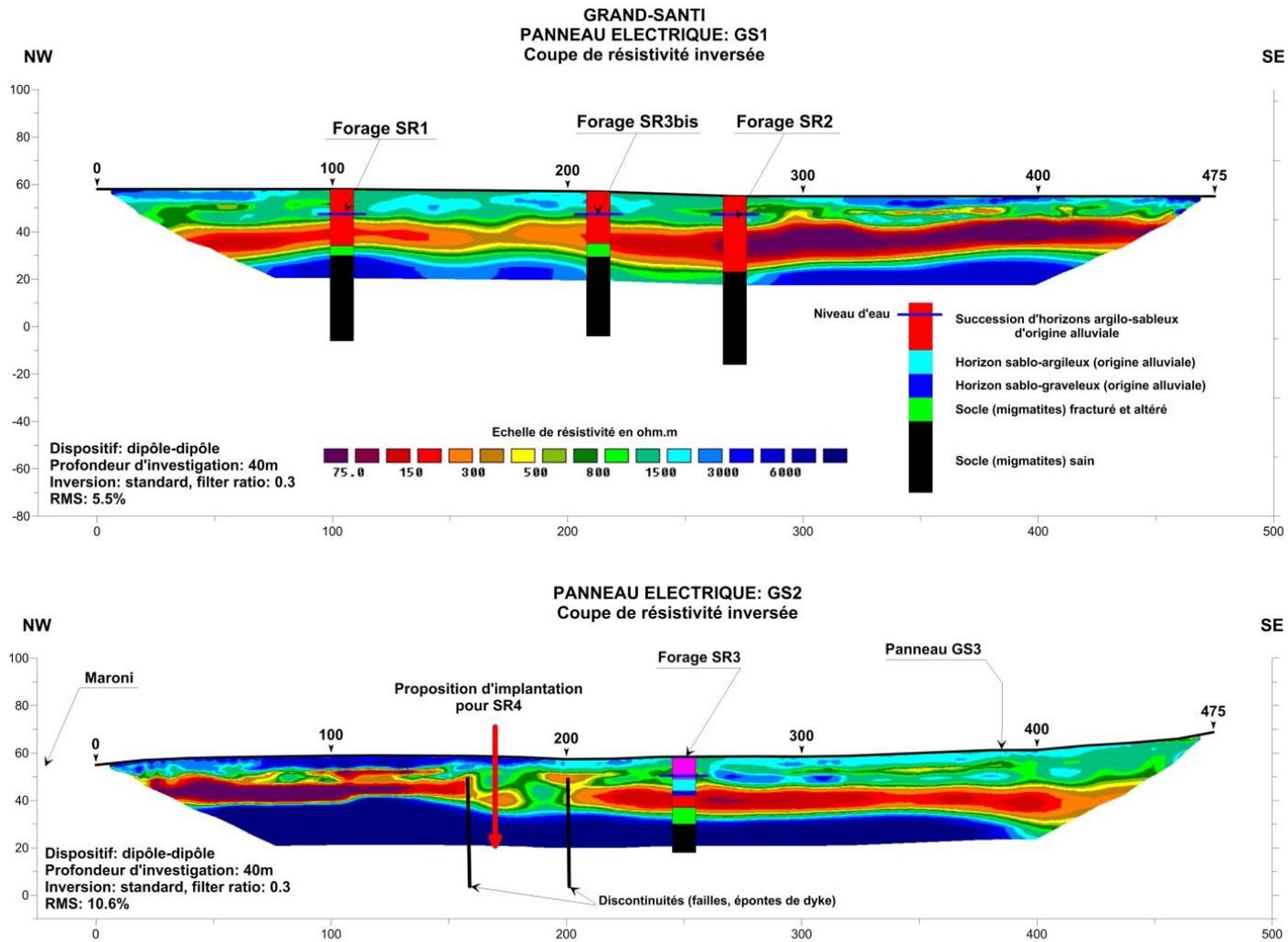


Illustration 8 : Calage de l'interprétation en termes de géologie à partir des investigations géophysiques effectuées sur le secteur de Grand-Santi

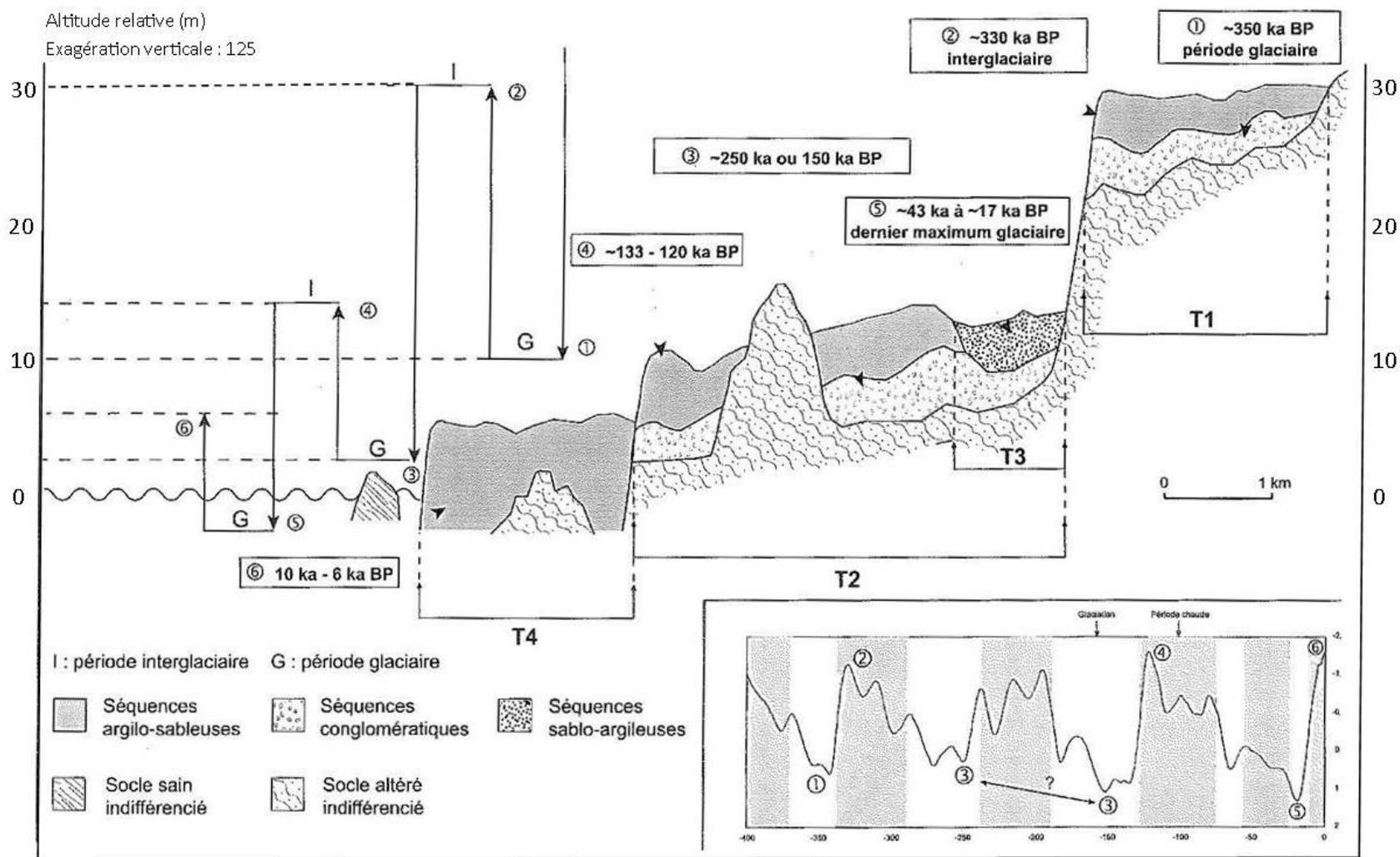


Illustration 9 : Coupe géologique conceptuelle de la vallée du fleuve Maroni (d'après Palvadeau, 1998).

### 3.2. PRÉSENTATION DES COUPES DE RESISTIVITE INTERPRETEES

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

- La première illustration (celle du haut) montre le résultat de l'inversion des données acquises selon le dispositif dipôle-dipôle et inversées avec des paramètres standards et une horizontalisation (filter ratio : 0.3). Pour assurer une bonne résolution des horizons les plus superficiels et pour atténuer l'influence des effets latéraux, seule la tranche de terrain 0 à 40 m a été prise en considération. Y figurent également les interprétations géologiques et structurales. Les horizons ou structures géoélectriques identifiés sont notés :
  - **C** pour conducteur ;
  - **R** pour résistant ;
  - **S** pour les terrains de résistivité intermédiaire ;
  - **F** pour discontinuité (il peut s'agir d'une faille ou un brusque changement de lithologie) ;
  - **D** pour un dyke, un filon ou une intrusion ;
  - Les chiffres **0, 1, 2** identifient des horizons différents et/ou sont en relation, si possible, avec la notion de superposition de différents terrains (0 étant le terrain le plus profond).
- La seconde illustration montre le résultat de l'inversion des données acquises selon le dispositif dipôle-dipôle, pour une tranche de terrain de 80 m et inversées avec des paramètres robustes (filter ratio : 1) Les structures et les discontinuités subverticales ont également été reportées sur cette coupe.
- La troisième illustration (celle du bas) montre l'inversion des données acquises selon le dispositif dipôle-dipôle, pour une tranche de terrain de 80 m et inversées avec des paramètres standards.
- D'une manière générale, la résistivité des terrains rencontrés durant cette étude correspond globalement à des terrains résistants (>75  $\Omega.m$ ) par rapport à la gamme générale des résistivités des formations du sous-sol (0.1 – 10 000  $\Omega.m$ ). Compte tenu de la gamme de résistivité (75-6000  $\Omega.m$ ), la catégorisation sera la suivante :

- ✓ Terrains résistants (vert, bleu) → Résistivité > 3000  $\Omega$ .m ou comprise entre 500 et 3000  $\Omega$ .m et horizon bien individualisé ;
- ✓ Terrains conducteurs (violet, rouge à jaune) → Résistivité comprise entre 75 et 500  $\Omega$ .m ;
- ✓ Terrain de résistivité intermédiaire → Résistivité comprise entre 500 et 3000  $\Omega$ .m et horizon non individualisé (dans un gradient de résistivité).

### 3.3. SITE DE SPAROUINE

#### 3.3.1. Panneau électrique SP1

Le panneau électrique SP1 de direction NW-SE est implanté sub-perpendiculairement au fleuve Maroni avec pour objectif de recouper les différentes générations de terrasses alluviales (Illustration 10).

Les horizons géoélectriques observés sur le panneau électrique SP1 sont, de bas en haut, les suivants (Illustration 11) :

- Un premier terrain résistant **R0**, présent sur l'ensemble de la coupe. Sa résistivité est supérieure à 3000 ohm.m. Il correspond au substratum sain représenté sur ce secteur par les schistes de l'Orapu. La profondeur du toit de ce substratum sain varie d'une dizaine de mètres au NW à plus de 30 m au SE. Ces variations de profondeur sont contrôlées par un certain nombre de discontinuités (failles et/ou dykes) qui entraînent un approfondissement du socle vers le SE, c'est-à-dire en s'éloignant du fleuve Maroni ;
- Un deuxième horizon de résistivité intermédiaire **S0** dont la résistivité serait comprise entre 500 et 3000 ohm.m. Cet horizon, dont la caractérisation (résistivité, épaisseur) est issue du calage effectué sur le secteur de Grand-Santi, serait présent sur l'ensemble de la coupe avec une puissance relativement constante comprise entre 4 et 6 m. Cette épaisseur peut être plus importante et présenter une morphologie en forme de cône au niveau des discontinuités ( failles ou dykes) affectant le socle. Cet horizon géoélectrique représenterait la frange fissurée du socle ;
- Un troisième terrain conducteur **C0** dont la résistivité est comprise entre 75 et 200 ohm.m. Il n'est présent qu'au SE du dyke D1 (abscisse 360 m) et son épaisseur est de l'ordre de 15 à 25 m. Deux hypothèse sont possibles quant à son origine :

- Soit il correspond aux argiles d'altération du socle ;
  - Soit il correspond à des dépôts alluvionnaires argilo-sableux de type terrasse T4 et dépôts argileux des terrasses T3, T2, T1. Cette hypothèse est plus en accord avec les résultats obtenus sur Grand-Santi et avec le modèle conceptuel de Palvadeau (les argiles d'altérations ayant été érodées.)
- Un quatrième terrain résistant **R1** qui n'est présent que dans le compartiment situé au SE du dyke D1. Sa résistivité est comprise entre 500 et 3000 ohm.m et son épaisseur est de l'ordre de 2 à 6 m. comme sur Grand-Santi, cet horizon résistant pourrait correspondre à des dépôts gravelo-sableux qui constitueraient une cible hydrogéologique. Cet horizon est en accord avec la coupe conceptuelle de Palvadeau et peut être assimilé aux séquences conglomératiques des terrasses T2 et T1 ;
  - Un cinquième terrain conducteur **C1** dont la résistivité est comprise entre 75 et 500 ohm.m. Son épaisseur est décroissante du NW (une dizaine de mètres) vers le SE (environ 2 m). Entre les abscisses 240 et 560 m puis entre 700 et 800 m, il est en position subaffleurante et au NW du dyke D1, il repose directement sur l'horizon fissuré du socle alors que dans le compartiment SE, il est sus-jacent à l'horizon gravelo-sableux **R1**. D'après le modèle conceptuel de la vallée du Maroni, cet horizon conducteur correspondrait à des dépôts argilo-sableux constituant les terrasses;
  - Le dernier terrain résistant **R2** en position subaffleurante sur une grande partie de la coupe. Sa résistivité est comprise entre 500 et 3000 ohm.m et son épaisseur fluctue entre 0 et 10 m. Il correspondrait à la zone non saturée des dépôts alluvionnaires (sablo-argileux ou sablo-graveleux). Sur cette coupe, le niveau d'eau n'a pas été précisément mis en évidence

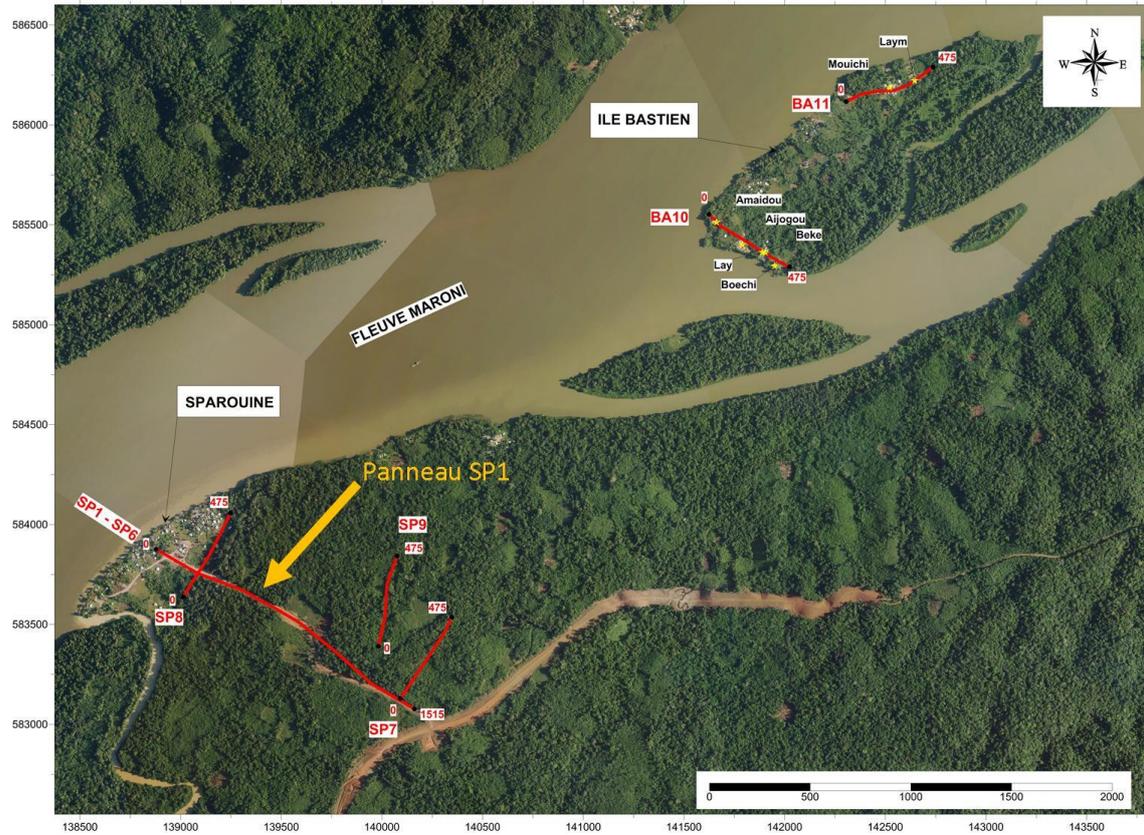


Illustration 10 : Localisation du panneau électrique SP1

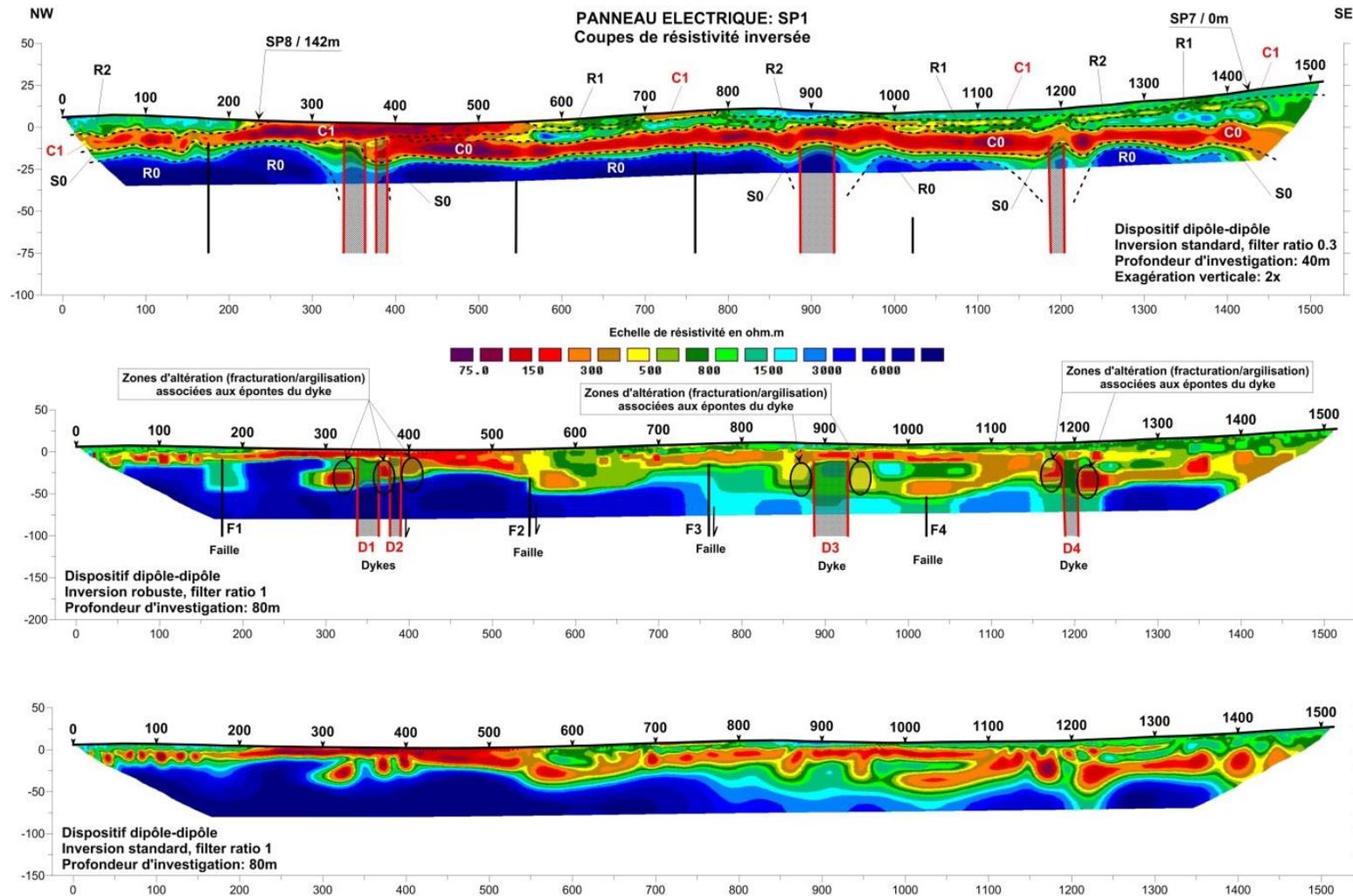


Illustration 11 : Panneau électrique SP1 – Coupes de résistivité inversée avec interprétation en termes de géologie et de structurale.



### 3.3.2. Panneau électrique SP7

Le panneau électrique SP7, de direction SW-NE, est implanté à plus de 1 km du fleuve Maroni et sur une hauteur topographique en bordure de la route St Laurent du Maroni-Apatou (Illustration 12).

Les horizons géoélectriques observés sur le panneau électrique SP7 sont de bas en haut les suivants (Illustration 13):

- Un premier terrain résistant **R0** (résistivité supérieure à 3000 ohm.m) mis en évidence entre les abscisses 0 et 190 m puis entre 370 et 475 m. L'origine de la structure complexe D5 présente dans l'intervalle 190 – 370 m sera abordée ci-après dans le paragraphe concernant la structurale. Ce substratum résistant correspondrait aux schistes de l'Orapu ;
- Un deuxième terrain **S0** de résistivité intermédiaire (500 à 3000 ohm.m) assimilé à l'horizon fissuré du socle. Son épaisseur est en moyenne de 4 à 5 m sauf sur les bordures de la structure D5 où elle peut atteindre une vingtaine de mètres ;
- Un troisième terrain conducteur **C0** dont la résistivité est comprise entre 75 et 300 ohm.m. Son épaisseur est maximale dans l'axe du vallon (abscisse 80 m) et minimale au niveau de l'apex de la structure D5. Comme au niveau de SP1, cet horizon conducteur pourrait correspondre soit aux altérites du socle, soit à des dépôts argilo-sableux d'origine alluviale ;
- Un quatrième terrain résistant **R1** qui serait présent sur l'ensemble de la coupe avec une résistivité comprise entre 500 et 3000 ohm.m et une épaisseur de l'ordre de 6 m. Il est assimilé à un dépôt gravelo-sableux d'origine alluviale et constitue une des cibles hydrogéologiques ;
- Un cinquième terrain conducteur **C1** dont la résistivité est comprise entre 400 et 1000 ohm.m, c'est-à-dire nettement plus importante qu'au niveau des profils SP1 et SP8. Son épaisseur est de l'ordre de 2 à 5 m. Il n'a pas été mis en évidence à l'aplomb de la structure D5 (entre les abscisses 265 et 335 m). Il correspondrait à des dépôts argilo-sableux d'origine alluviale ;
- L'horizon résistant de subsurface **R2** (résistivité supérieure à 3000 ohm.m) pourrait avoir la même lithologie que C1 mais serait situé en zone non saturée. L'interface entre R2 et C1 marquerait la position du niveau d'eau.

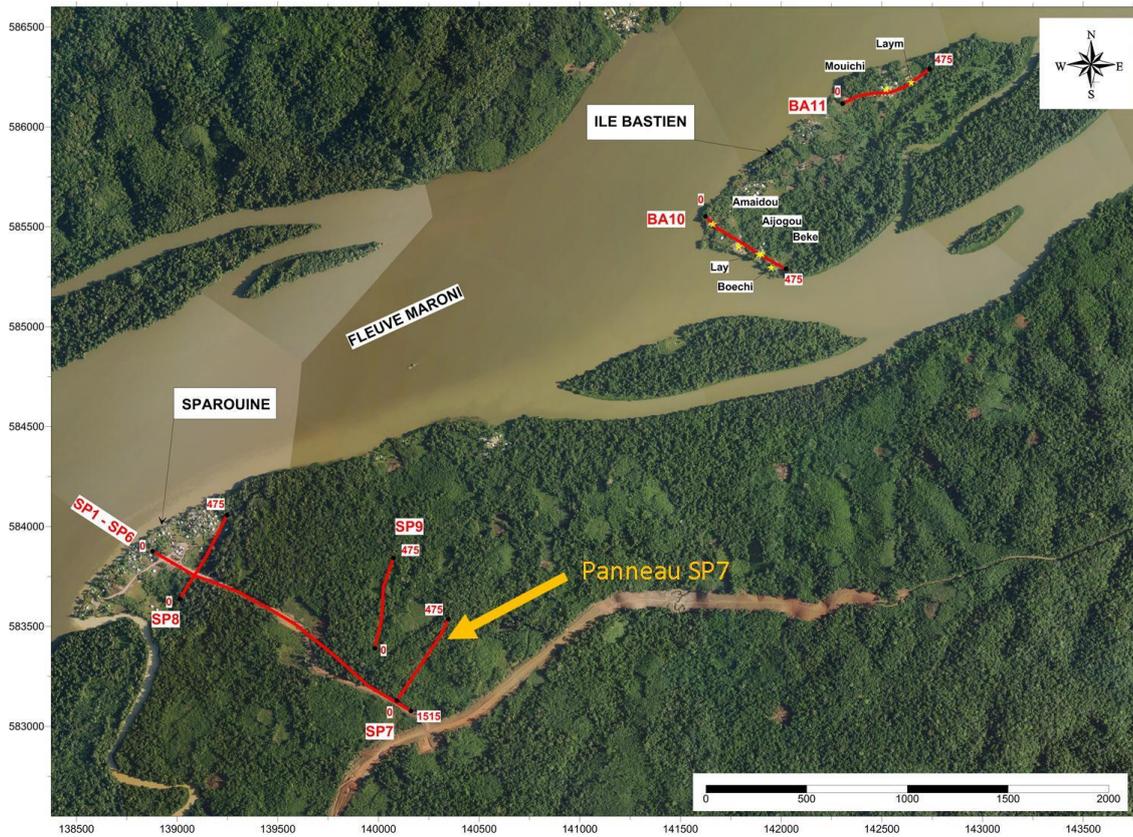


Illustration 12 : Localisation du panneau SP7

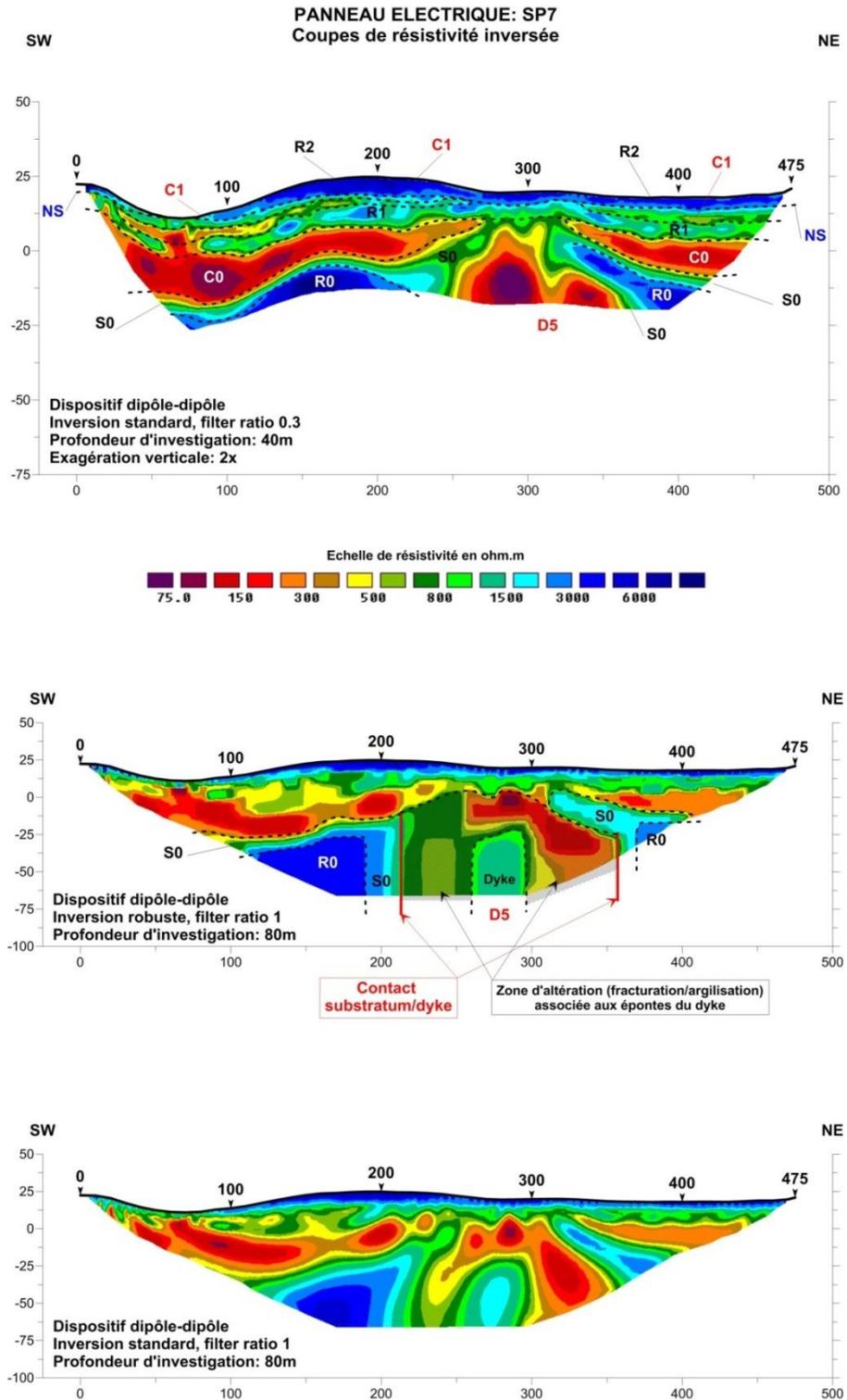


Illustration 13 : Panneau électrique SP7 – Coupes de résistivité inversée avec interprétation en termes de géologie et de structurale.

### 3.3.3. Panneau électrique SP8

Le panneau électrique SP8 de direction SW-NE, est implanté subparallèlement au fleuve Maroni, à une distance de l'ordre de 150 à 350 m (Illustration 14).

Les horizons géoélectriques observés sur le panneau électrique SP8 sont, de bas en haut, les suivants (Illustration 15) :

- Un premier terrain résistant **R0** dont la résistivité est supérieure à 3000 ohm.m. Il est assimilé au substratum schisteux sain. Il est affecté par au moins deux failles (F1 et F5) qui affaissent successivement le compartiment NE. Au SW la profondeur du toit du substratum sain serait d'environ 15 m alors qu'à l'extrémité NE du profil elle serait de l'ordre de 28 m ;
- Un deuxième terrain de résistivité intermédiaire **S0** (résistivité comprise entre 500 et 3000 ohm.m). Cette unité géoélectrique qui correspond à l'horizon fissuré a une épaisseur comprise entre 2 et 4 m sauf au niveau de la faille F5 et de la structure conductrice D5 où cette épaisseur est plus importante. La surépaisseur de l'horizon S0 mise en évidence à l'extrémité SW de la coupe est d'origine indéterminée (bordure de coupe) ;
- Un troisième terrain conducteur **C0** dont la résistivité est comprise entre 75 et 200 ohm.m. Il correspondrait soit aux altérites du socle, soit à des dépôts argilo-sableux d'origine fluviatile. Son épaisseur est de l'ordre de 10 à 20 m. Il n'est présent qu'au NE de la faille F1 ;
- Un quatrième terrain résistant **R1** présent entre les abscisses 160 et 400 m. Sa résistivité est comprise entre 300 et 1500 ohm.m et son épaisseur relativement constante est de l'ordre de 4 à 5 m. Il présente une morphologie de cuvette centrée sur l'abscisse 280 m. Il est assimilé à un dépôt gravelo-sableux d'origine fluviatile et constitue une cible hydrogéologique ;
- Un cinquième terrain conducteur **C1** dont la gamme de résistivité est identique à celle de C0. Il est présent en position subaffleurante entre les abscisses 0 et 185 m puis en profondeur entre les abscisses 240 et 380 m. Son épaisseur varie de 11 m dans le secteur SW à 5 -6 m dans le secteur NE. Il correspondrait à des dépôts argilo-sableux constituant les terrasses alluviales actuelles ;
- L'horizon résistant **R2** (résistivité comprise entre 500 et 3000 ohm.m pourrait correspondre au même type de dépôts que précédemment mais en zone non saturée. L'interface entre R2 et C1 caractériserait la position du niveau d'eau.

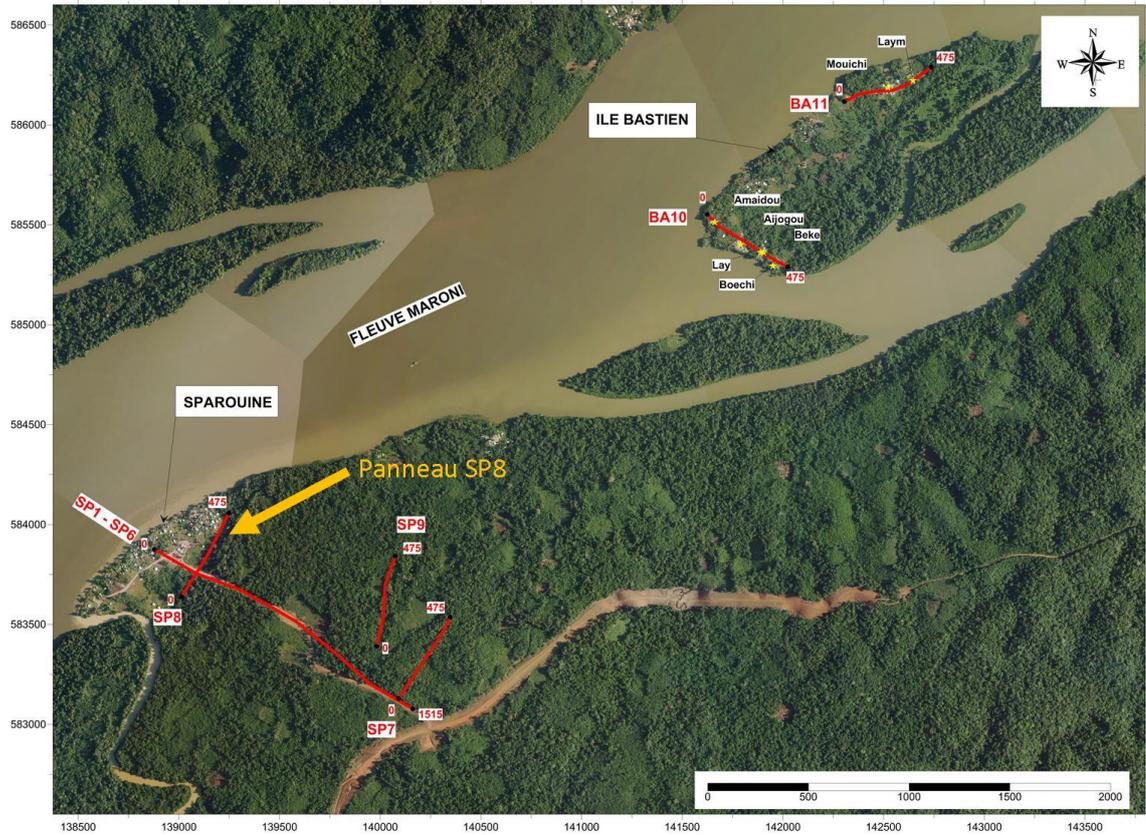


Illustration 14 : localisation du panneau SP8

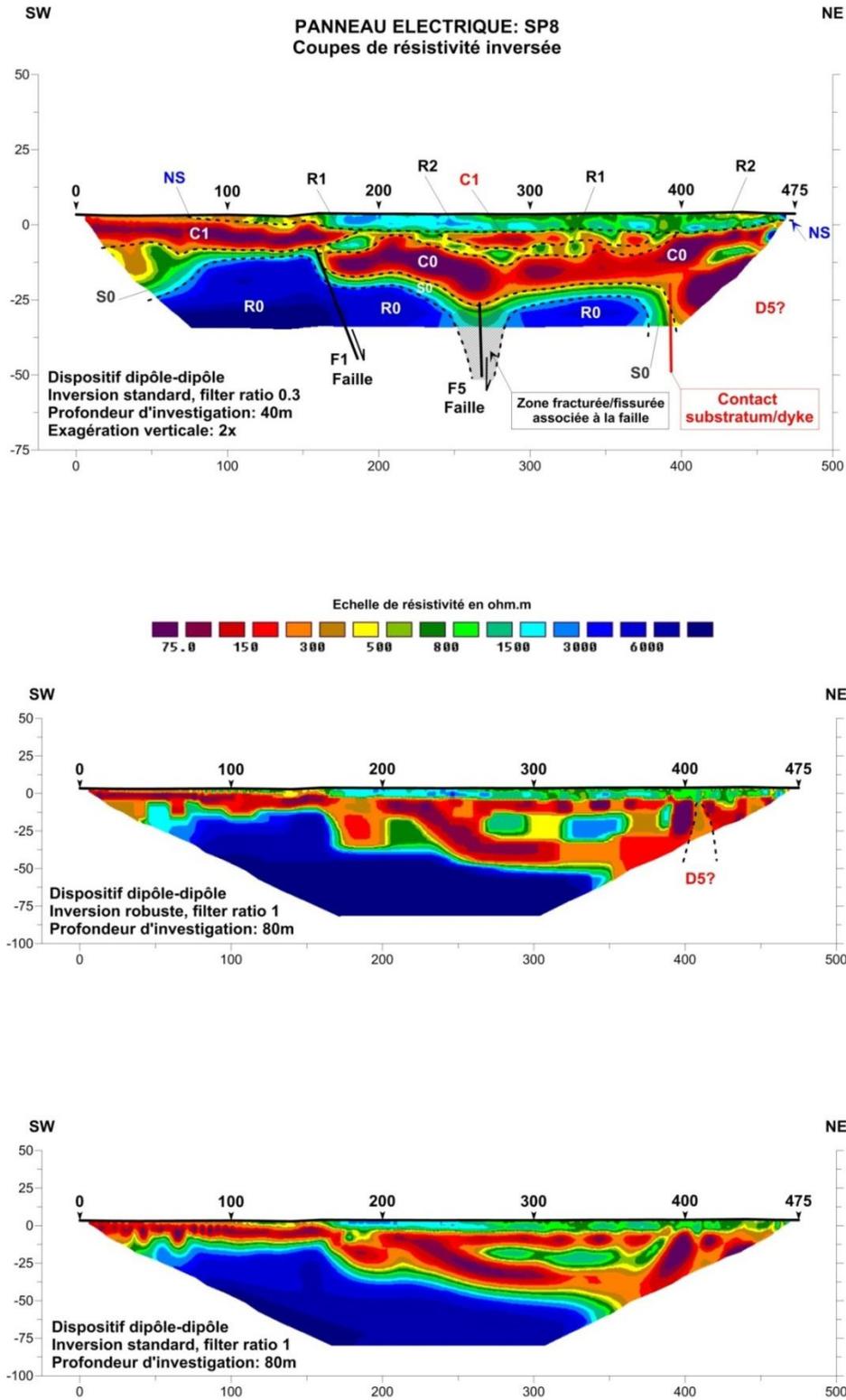


Illustration 15 : Panneau électrique SP8 – Coupes de résistivité inversée avec interprétation en termes de géologie et de structurale.

### 3.3.4. Panneau électrique SP9

Le panneau électrique SP9 de direction SSW- NNE a été implanté entre les panneaux SP7 et SP8 avec pour objectif de confirmer la continuité des différents horizons sédimentaires mis en évidence au niveau des autres panneaux notamment l'horizon gravelo-sableux R1 qui constitue une des principales cibles hydrogéologiques. Il avait également pour but de confirmer la présence de la structure D5 et de préciser ses caractéristiques (géométrie, direction) car cette structure peut avoir un rôle hydrogéologique important (drain, barrière étanche) (Illustration 16).

Les horizons géoélectriques observés sur le panneau électrique SP9 sont de bas en haut les suivants (Illustration 17):

- Un premier terrain résistant **R0** (résistivité supérieure à 3000 ohm.m) correspondant au socle sain. Entre les abscisses 110 et 170 m le socle est « intrudé » par la structure D5 qui pourrait être associée à une faille affaissant le compartiment NNE par rapport au compartiment SSW (rejet vertical de l'ordre de 5 à 10 m) ;
- Un deuxième terrain **S0** de résistivité intermédiaire (500 à 3000 ohm.m) assimilé à l'horizon fissuré de socle et aux zones de fracturation situées au contact entre le socle et l'intrusion D5. L'horizon géoélectrique **S0a** qui coiffe la structure D5 et dont la résistivité est comprise entre 500 et 1500 ohm.m pourrait également correspondre à du socle fissuré/altéré ;
- Un troisième terrain conducteur **C0** dont la résistivité est comprise entre 75 et 300 ohm.m. son épaisseur moyenne est de 8 à 10 m sur l'ensemble de la coupe par contre il serait absent entre les abscisses 155 et 170 m c'est-à-dire au niveau de l'apex de la structure D5. Comme au niveau des autres profils ce terrain pourrait correspondre soit aux altérites du socle soit à des dépôts argilo-sableux d'origine alluviale ;
- Un quatrième terrain résistant **R1** présent sur l'ensemble de la coupe avec une résistivité comprise entre 500 et 2000 ohm.m et une épaisseur moyenne de l'ordre de 5 à 7 m. Il représenterait le dépôt gravelo-sableux d'origine alluviale ;
- Un cinquième terrain conducteur **C1** qui n'a pas été mis en évidence entre les abscisses 110 et 190 m. Sa résistivité est comprise entre 400 et 1000 ohm.m et son épaisseur ne dépasse pas 4 m. Il correspondrait à des dépôts argilo-sableux d'origine alluviale ;

- L'horizon résistant de subsurface R2 (résistivité supérieure à 1500 ohm.m) pourrait avoir la même lithologie que C1 mais serait situé en zone non saturées. L'interface entre R2 et C1 caractériserait la position du niveau d'eau.

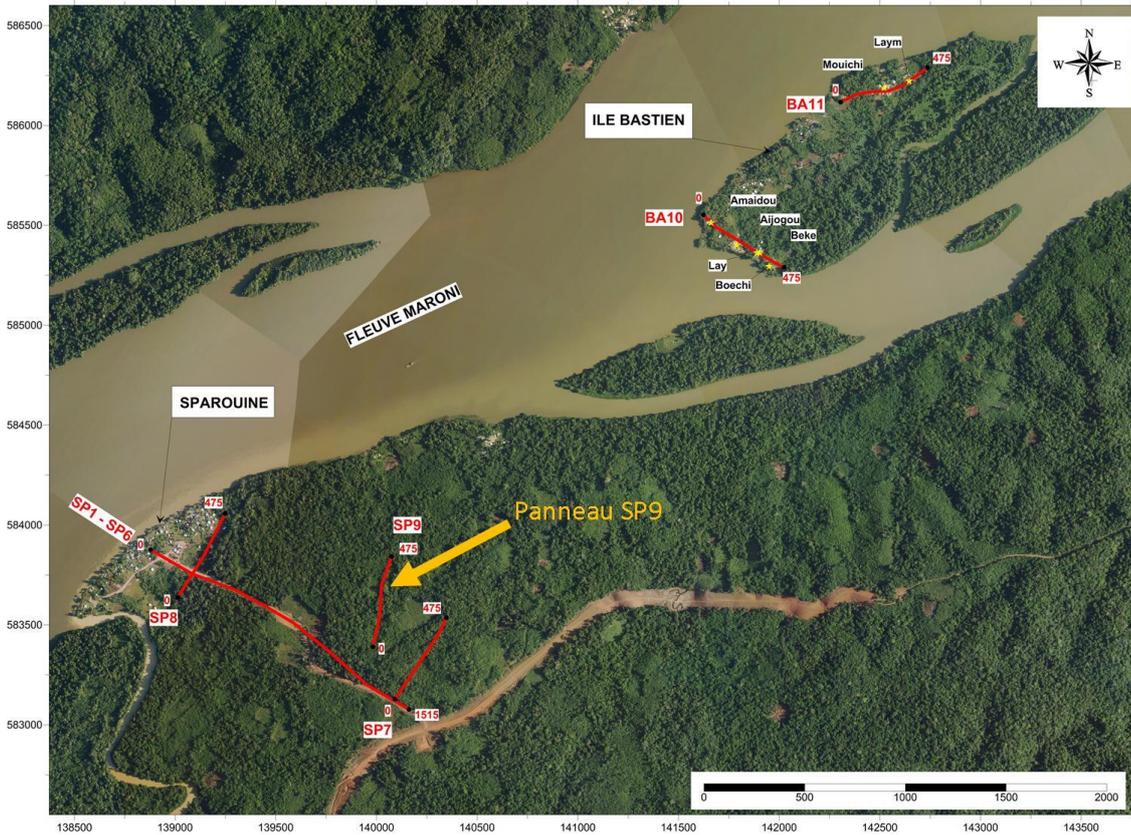


Illustration 16 : Localisation du panneau SP9

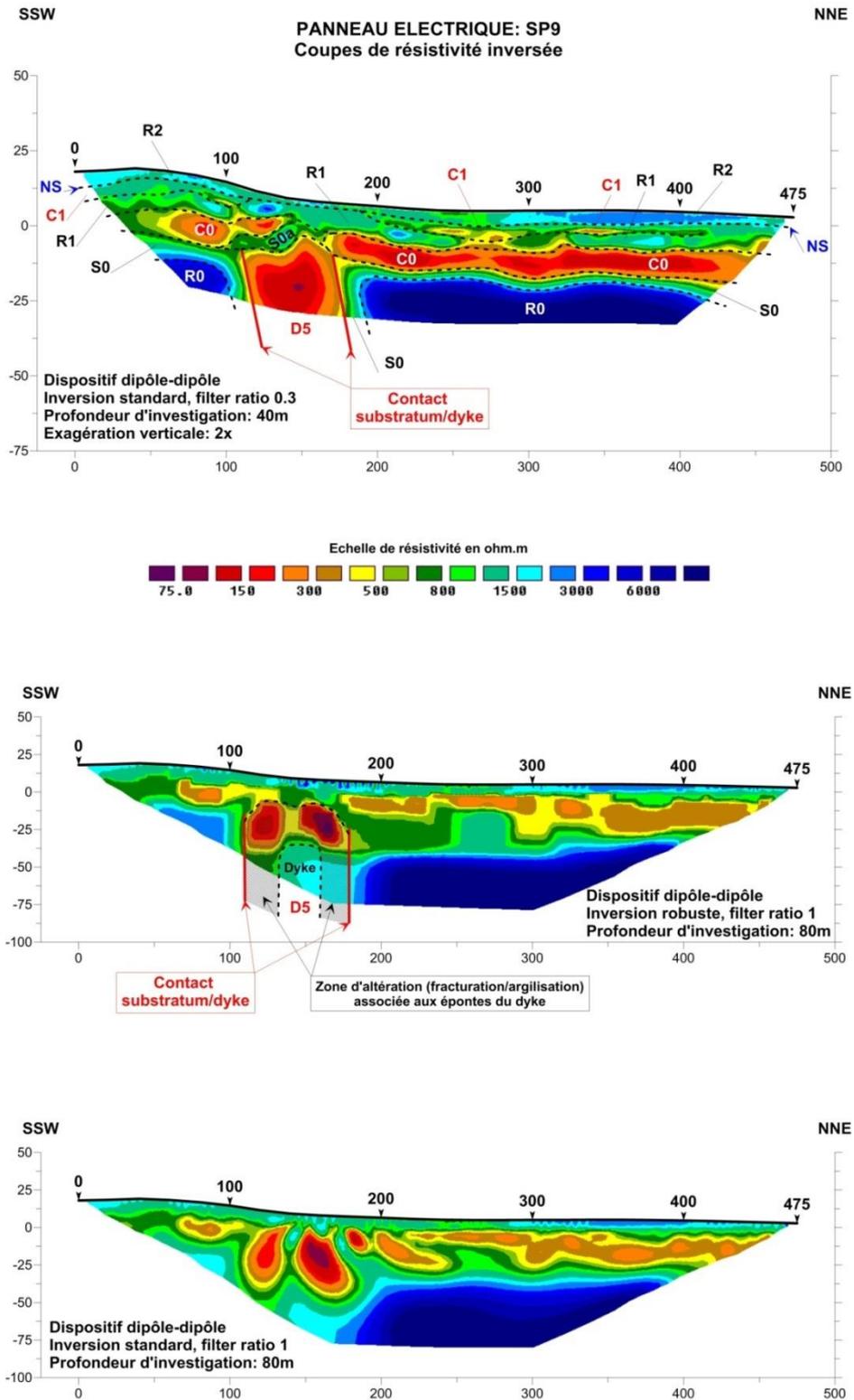


Illustration 17 : Panneau électrique SP9 – Coupes de résistivité inversée avec interprétation en termes de géologie et de structurale.

### 3.3.5. Interprétation structurale

Le panneau électrique SP1 intersecte 4 failles notées F1 à F4. Les caractéristiques de ces failles sont les suivantes (Illustration 18) :

- Elles sont à priori subverticales;
- Elles engendrent des décrochements de faible amplitude (rejets verticaux de quelques mètres) ;
- Globalement, elles affaissent successivement les compartiments SE provoquant ainsi un approfondissement du socle du NW vers le SE, c'est-à-dire du fleuve Maroni vers la route St Laurent du Maroni-Apatou ;
- Certaines de ces failles (F1, F3 et F4) sont accompagnées d'une zone d'altération (fracturation/argilisation) marquée par une baisse significative de la résistivité du socle. Au niveau de F2, aucune signature de ce type n'a été mise en évidence ;
- La faible densité des investigations géophysiques ne permet pas de déterminer la direction de ces failles sauf pour F1 qui aurait été également intersectée par le panneau SP8, ce qui conférerait à cette faille une direction WNW-ESE.

Ce panneau SP1 met également en évidence 4 structures résistantes, notées D1 à D4, qui pourraient correspondre à des dykes, filons ou intrusions. Les caractéristiques de ces structures sont les suivantes (Illustration 18) :

- Elles sont à priori subverticales ;
- La puissance de ces structure résistantes varie de 12 à 40 m, ce qui laisserait supposer qu'il s'agit plutôt de dykes ;
- Ces structures sont systématiquement encadrées au niveau de l'apex par des anomalies conductrices qui caractériseraient les zones d'altération (fracturation/argilisation) associées aux épontes du dyke ou de l'intrusion. Par contre, en profondeur les zones de contact entre socle et dyke présentent une résistivité intermédiaire identique à celle de l'horizon fissuré du socle.

Une importante structure notée **D5** a été intersectée par les 3 autres panneaux électriques (SP7, SP8 et SP9). Celle-ci correspondrait à un dyke. Les caractéristiques de cette structure, parfaitement mises en évidence sur la coupe SP7 (au niveau de SP8 et de SP9, elle est située en bordure de coupe et donc mal définie) sont les suivantes (Illustration 18) :

- Elle est subverticale ;
- La puissance de la partie saine (résistivité de 1000 à 2000 ohm.m) est de l'ordre de 30 à 40 m ;
- Les zones d'altération (fracturation/argilisation) associées aux épontes du dyke ou de l'intrusion sont marquées par de faibles résistivité (inférieure à 300 ohm.m) au niveau de l'apex de la structure saine et par des résistivité intermédiaires (de l'ordre de 800 ohm.m ) en profondeur ;
- La puissance de la zone d'altération associée à une éponte du dyke ou de l'intrusion est de l'ordre de 20 à 60 m suivant la localisation de cette structure ;
- La structure D5 aurait été intersectée par les 3 panneaux ce qui lui conférerait une direction NW-SE ;
- Le rôle hydrogéologique de D5 (drainant ou colmatant) reste indéterminé.

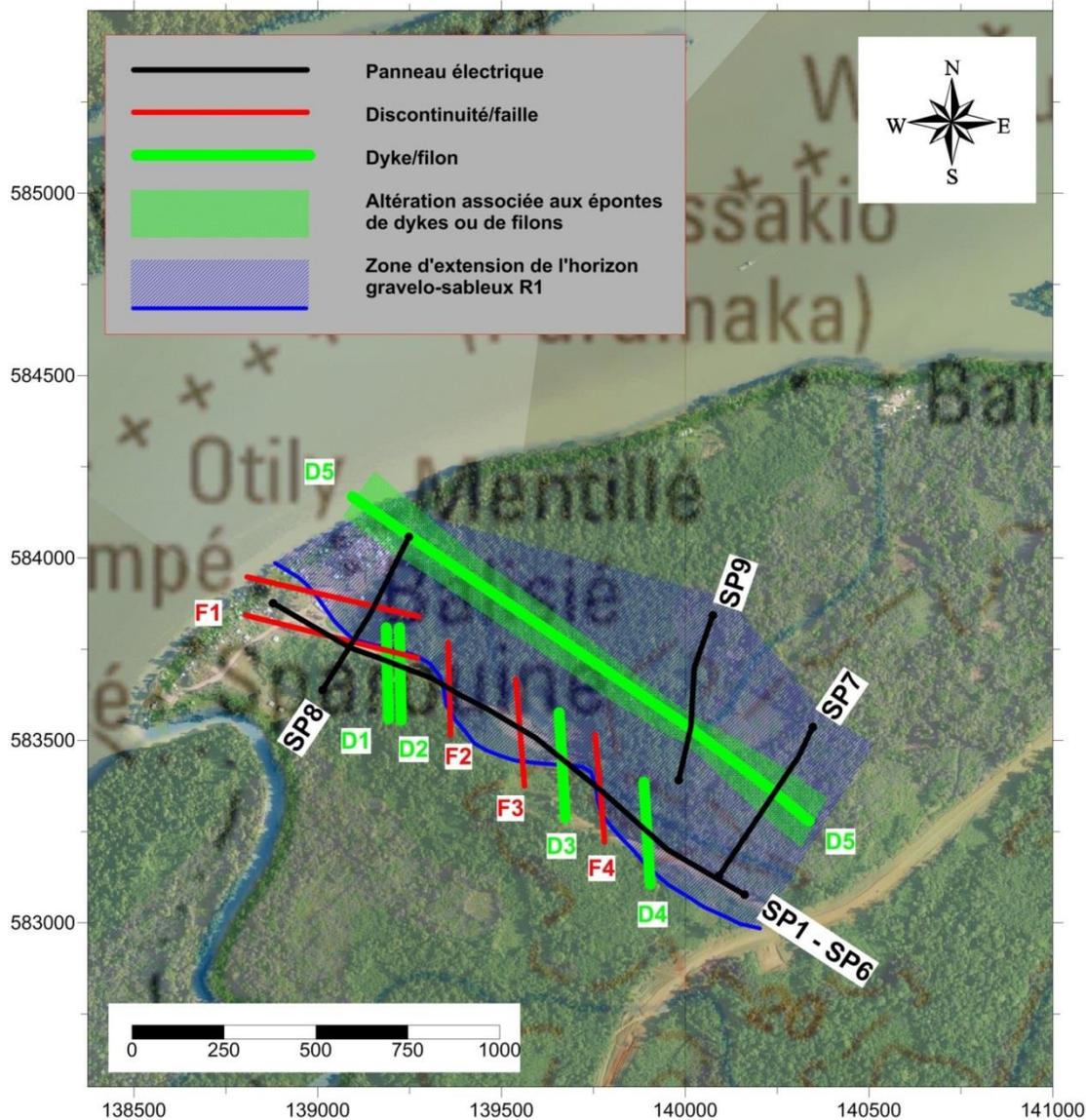


Illustration 18 : Site de Sparouine – Synthèse des résultats.

### 3.3.6. Synthèse des résultats et propositions de sondages de reconnaissance

Les panneaux électriques (4) effectués sur le site de Sparouine ont permis :

- De déterminer la profondeur moyenne du toit du socle sain qui serait comprise entre 15 et 35 m au maximum. Celle-ci augmente en s'éloignant du fleuve ;

- De confirmer les faibles épaisseurs (4 à 6 m) de l'horizon fissuré ;
- De caractériser (épaisseur, résistivité) un horizon résistant qui correspondrait à des dépôts gravelo-sableux d'origine alluviale qui constitueraient une cible hydrogéologique ;
- De cartographier les extensions de cet horizon. La limite d'extension vers le SW pourrait être en relation avec la présence d'un petit vallon de direction NW-SE ;
- De mettre en évidence plusieurs structures d'origine tectonique (failles) ou intrusive (dyke, intrusion granitique) qui pourraient constituer des cibles hydrogéologiques de par la fracturation/fissuration induite au niveau du socle sain.

Plusieurs implantations de sondages de reconnaissance sont proposées ci-dessous (Illustration 20). Ces propositions ne sont pas hiérarchisées et ne tiennent compte que de l'interprétation des panneaux électriques en termes de géologie et de structurale.

- **SR-SP8-280 sur SP8 abscisse 280m** (Illustration 19)
  - Objectifs : horizon gravelo-sableux R1, horizon fissuré S0 + zone de fracturation associée à la faille
  - Coupe prévisionnelle :
    - 0 – 6 m zone non saturée
    - 6 – 12 m alluvions argilo-sableuses saturées
    - 12 – 18 m alluvions gravelo-sableuses (cible hydrogéologique)
    - 18 – 28 m argiles d'origine fluviale ou argiles d'altération du socle
    - 28 – 45 ? m horizon fissuré du socle (2<sup>ième</sup> cible hydrogéologique)
    - 45 ? – socle sain
  - Profondeur du sondage de reconnaissance : **50-60 m**

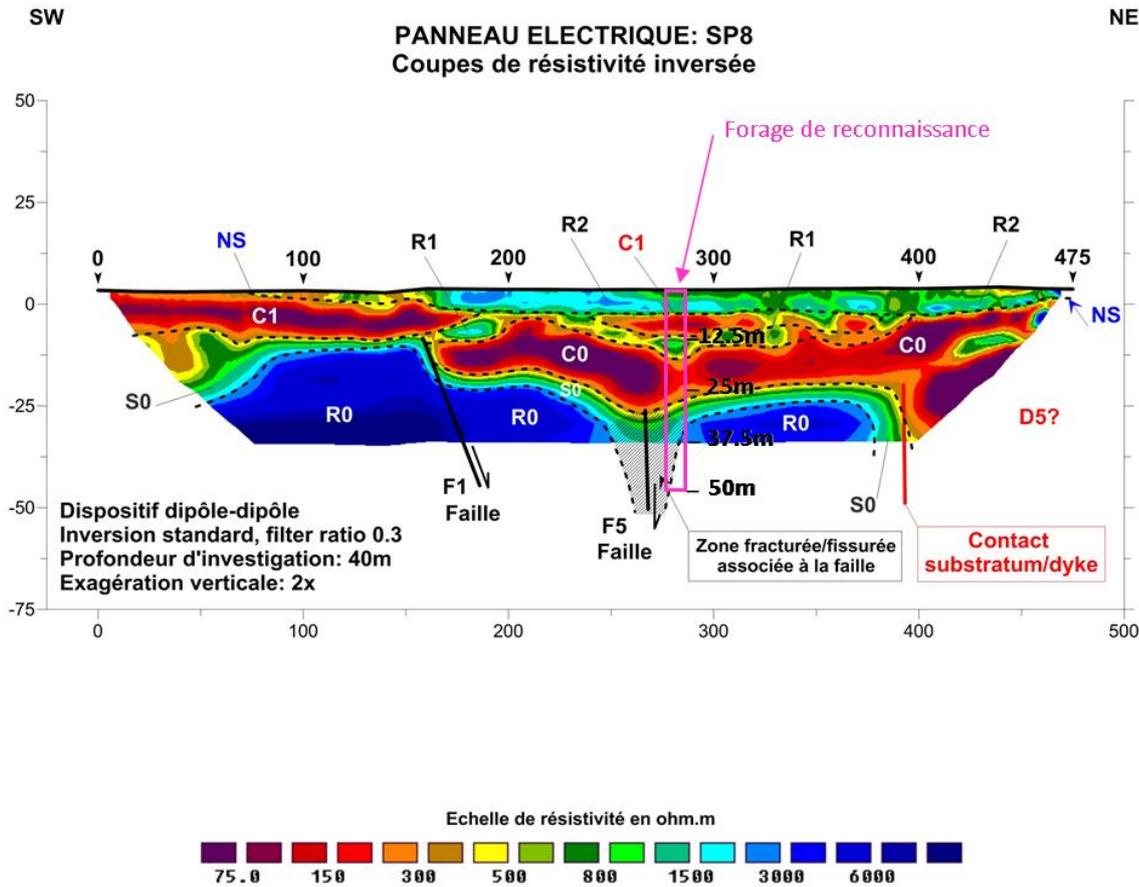


Illustration 19 : Implantation du sondage de reconnaissance SR-SP8-280 sur le panneau électrique SP8.

- **SR-SP8-190** : De la même manière, l'implantation d'un sondage de reconnaissance à l'abscisse 190m peut être envisagée avec une coupe géologique similaire à celle de l'abscisse 280.
- **SR-SP1-1227** SP1 abscisse 1227 m
  - Objectifs : horizon gravelo-sableux R1, horizon fissuré S0 + zone de fracturation associée au dyke
  - Coupe prévisionnelle :
    - 0 – 5 m zone non saturée
    - 5 – 10 m alluvions sableuses à argilo-sableuses saturées
    - 10 – 14 m alluvions gravelo-sableuses (cible hydrogéologique)
    - 14 – 29 m argiles d'origine fluviatile ou argiles d'altération du socle

- 29 – 45 ? m horizon fissuré du socle + fracturation associée au dyke (2<sup>ième</sup> cible hydrogéologique)
    - 45 ? – socle sain
  - Profondeur du sondage de reconnaissance : **50 - 60 m**
- **SR-SP7-280** SP7 abscisse 280
  - Objectif : Dyke D5, connaître le rôle hydrogéologique de ce Dyke, il peut s'agir d'un filon de Quartz fracturé qui peut être une excellente cible hydrogéologique.
  - Coupe prévisionnelle :
    - 0 – 23 m alluvions sableuses à argilo-sableuses
    - 23 – 35 m argiles d'altération
    - 35 – 80 m Dyke fracturé ?
  - Profondeur du sondage de reconnaissance : **80 m**
- 
- **SR-SP1-580** SP1 abscisse 580 m
  - Objectif : horizon gravelo-sableux R1
  - Coupe prévisionnelle :
    - 0 – 3.5 m zone non saturée
    - 3.5 – 6 m alluvions sableuses à argilo-sableuses saturées
    - 6 – 14 m alluvions gravelo-sableuses (cible hydrogéologique)
    - 14 – 20 m argiles d'origine fluviale ou argiles d'altération du socle
  - Profondeur du sondage de reconnaissance : **20 m**
- **SR-SP7-115** abscisse 115 m
  - Objectifs : horizon gravelo-sableux R1, horizon fissuré S0 + zone de fracturation associée à une faille probable dans le fond du vallon
  - Coupe prévisionnelle :
    - 0 – 4 m zone non saturée
    - 4 – 11 m alluvions argilo-sableuses saturées
    - 11 – 17 m alluvions gravelo-sableuses (cible hydrogéologique)
    - 17 – 29 m argiles d'origine fluviale ou argiles d'altération du socle
    - 29 – 36 ? m horizon fissuré du socle (2<sup>ième</sup> cible hydrogéologique)
    - 36 ? – socle sain
  - Profondeur du sondage de reconnaissance : **50 m**

### 3.3.7. Priorisation des sondages de reconnaissance

Plusieurs implantations ont été proposées en 3.3.6, cependant sans un premier calage par un premier sondage de reconnaissance, il est difficile de les hiérarchiser.

Dans tous les cas, les implantations proches du bourg seront privilégiées afin de garantir une meilleure saturation des niveaux perméables et de limiter le linéaire de conduites pour alimenter les habitations.

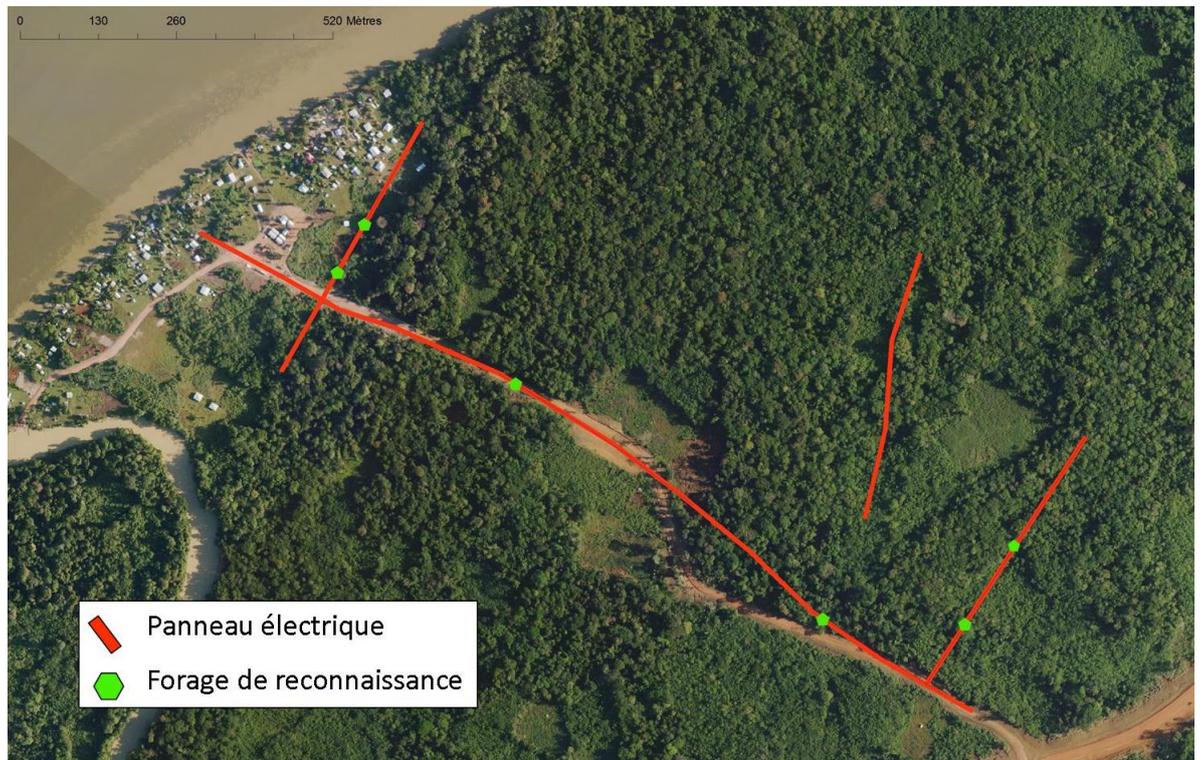
Il serait judicieux de débiter la réalisation des sondages de reconnaissance par le **SR-SP8-280**, cela permettrait de déterminer les éléments suivant :

- Quel est le potentiel des alluvions gravelo-sableuses de 11 à 17 m ?
- Quel est le potentiel du socle fissuré à partir de 25 – 30 m ?
- Ce socle fissuré est-il argilisé ou saturé en eau ?
- La proximité de ce forage à une zone faillée améliore t'elle la productivité de l'ouvrage ?
- Doit-on comme à Grand Santi (forage SR4 – FE5 en exploitation) se rapprocher d'un dyke, s'implanter dans l'éponte conductrice, pour recouper un niveau fracturé centimétrique fournissant 5 m<sup>3</sup>/h ?

Suite aux résultats de ce premier forage, il convient à l'hydrogéologue en charge de cette prospection :

- de réinterpréter les panneaux électriques à l'aide du premier forage de reconnaissance et :
- de s'orienter uniquement vers les niveaux sédimentaires,
- ou de réaliser des forages mixtes (sédimentaire/socle),
- ou de viser le socle fissuré à proximité des singularités géologiques (failles et/ou dyke).

L'essentiel étant à une enveloppe budgétaire fixée d'atteindre les 200m<sup>3</sup>/j visés par cette prospection en privilégiant la protection de la ressource en eau souterraine.



*Illustration 20 : Carte de localisation des forages de reconnaissance*



### 3.4. SITE DE L'ILE BASTIEN

#### 3.4.1. Panneau électrique BA10

Le panneau électrique BA10 de direction NW-SE a été implanté au niveau des Kampou Aimadou, Aijogou, Beke et Boechi (Illustration 21).

L'interprétation en termes de géologie et de structurale a été effectuée conjointement à partir de la coupe inversée en standard horizontalisé (profondeur d'investigation 40 m) pour le secteur situé entre les abscisses 0 et 300 m et à partir de la coupe inversée en robuste (profondeur 40 m) pour le secteur situé entre les abscisses 300 et 475 m. La présence à l'extrémité SE du panneau d'une importante structure intrusive est à l'origine de cette procédure.

Les horizons géoélectriques observés sur le panneau électrique BA10 sont de bas en haut les suivants (Illustration 22) :

- Un premier terrain résistant **R0** présent entre les abscisses 0 et 300 m. Sa résistivité est supérieure à 3000 ohm.m et son toit se situe à une profondeur moyenne de 20 à 25 m. Il correspond au socle sain également représenté sur ce secteur par les schistes de l'Orapu ;
- Un deuxième terrain de résistivité intermédiaire **S0** (résistivité 500 à 3000 ohm.m) dont l'épaisseur varie de 3 à un maximum de 8 m. Cet horizon géoélectrique représente l'zone fissurée du socle. Au niveau de la structure intrusive c'est-à-dire entre les abscisses 300 et 475 m il est possible que l'horizon géoélectrique coiffant cette structure corresponde à du socle fissuré. Son épaisseur serait alors de l'ordre de 8 à 10 m ;
- Un troisième terrain conducteur **C0** dont la résistivité dans le compartiment NW est relativement élevée (200 à 500 ohm.m). Compte tenu de sa résistivité il est probable qu'il corresponde à des dépôts alluvionnaires sableux plutôt qu'à des argiles d'altération du socle. Son épaisseur est de l'ordre de 5 à 8 m ;
- Un quatrième terrain résistant **R1** relativement mal individualisé et qui ne serait présent qu'entre les abscisses 150 et 275 m. Sa résistivité est comprise entre 500 et 1000 ohm.m et son épaisseur est d'environ 5 à 6 m. Il correspondrait à des dépôts gravelo-sableux qui constituent la principale cible hydrogéologique sur ce secteur ;
- Un cinquième terrain conducteur **C1** de faible extension (120 m entre les abscisses 190 et 310 m) et de résistivité identique à celle de C0. Comme ce dernier il est assimilé à des dépôts sableux d'origine fluviatile ;
- L'horizon résistant de subsurface **R2** correspondrait à la zone non saturée des dépôts sableux.

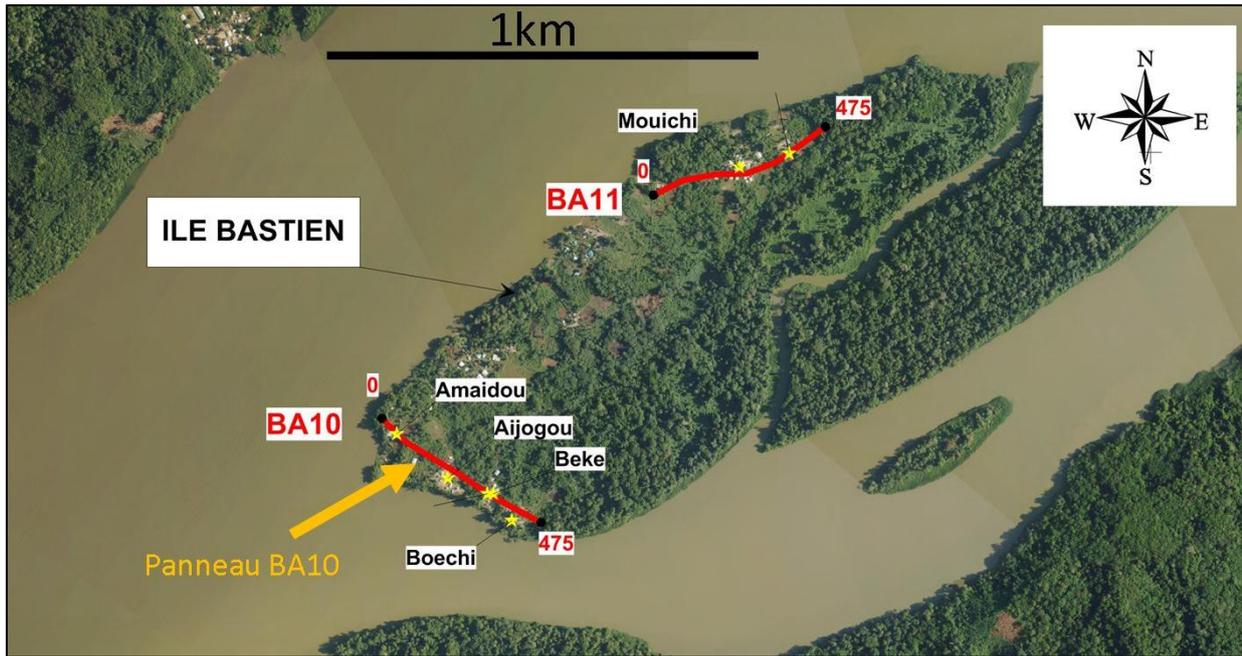


Illustration 21 : Localisation du panneau électrique BA10

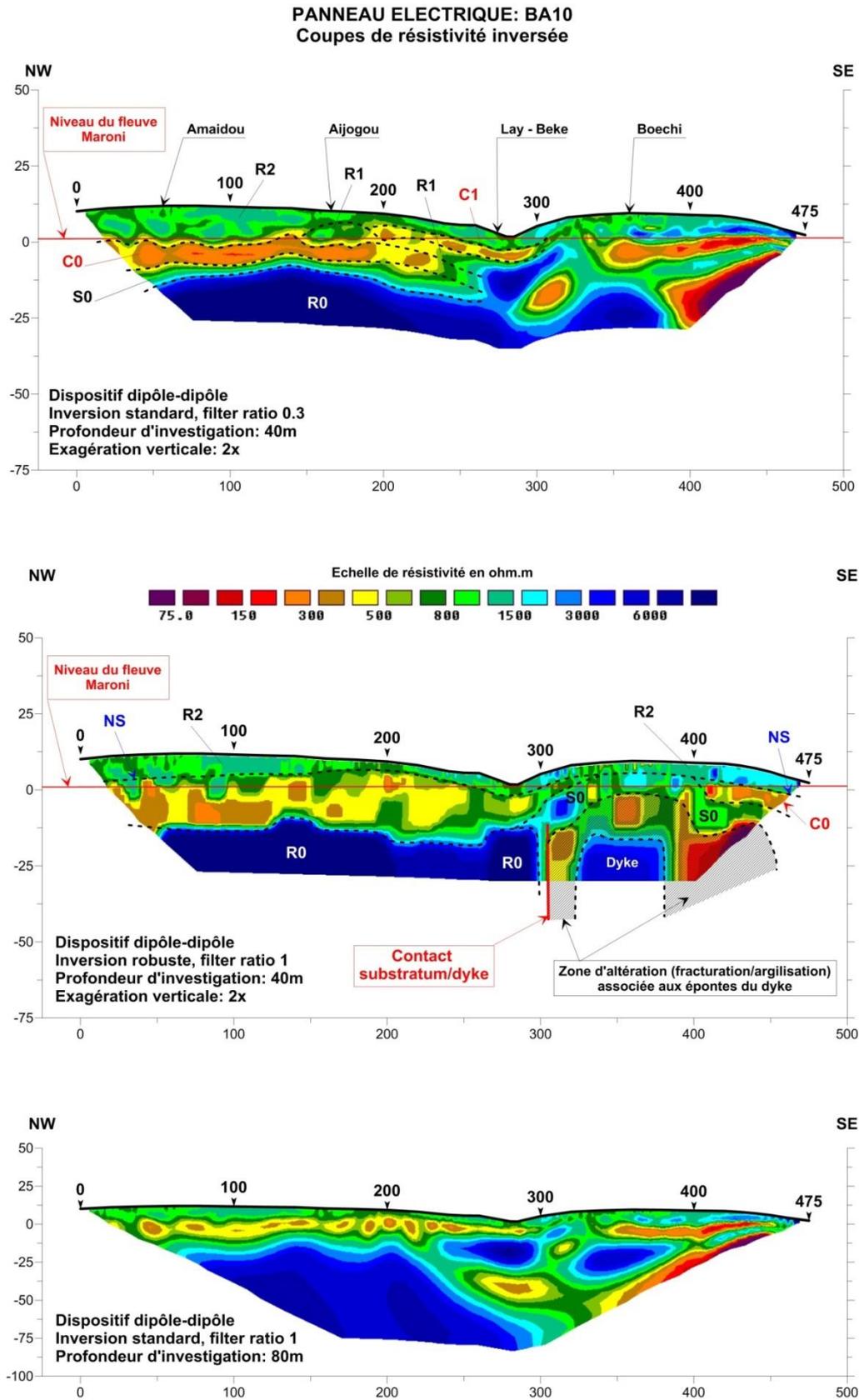


Illustration 22 : Panneau électrique BA10 – Coupes de résistivité inversée avec interprétation en termes de géologie et de structurale.

### 3.4.2. Panneau électrique BA11

Le panneau électrique BA11 de direction WSW-ENE a été implanté au niveau du Kampou Mouichi (Illustration 23)

La procédure d'interprétation en termes de géologie et de structurale est la même que pour BA10.

Les horizons géoélectriques observés sur le panneau électrique BA11 sont de bas en haut les suivants (Illustration 24) :

- Un premier terrain résistant **R0** présent entre les abscisses 0 et 280m. Sa résistivité est supérieure à 3000 ohm.m et son toit se situe à une profondeur comprise entre 23 et 33 m. Il est assimilé au substratum sain (schistes de l'Orapu). La partie est de la coupe (abscisses 280 à 475 m) est occupée par deux structures verticales qui seront traitées dans le paragraphe concernant la structurale ;
- Un deuxième terrain **S0** de résistivité intermédiaire serait présent sur l'ensemble de la coupe. A l'Ouest de l'abscisse 280 m, il correspondrait à la zone fissurée du socle (résistivité comprise entre 500 et 3000 ohm.m) par contre à l'Est, où sa résistivité est nettement plus faible (200 à 500 ohm.m) son origine reste indéterminée. Plusieurs hypothèses sont envisageables :
  - Reliquat de la zone fissurée du socle beaucoup plus altérée (plus conductrice) au contact de l'intrusion ;
  - Altérites de la partie supérieure de l'intrusion ;
  - Dépôts argilo-sableux d'origine fluviale un peu plus résistant que C0.
- Un troisième terrain conducteur **C0** dont la résistivité est comprise entre 75 et 400 ohm.M c'est-à-dire nettement plus faible qu'au niveau du panneau BA10. Son épaisseur est de l'ordre de 8 à 15 m. Il correspondrait à des dépôts argilo- sableux d'origine fluviale ;
- Un quatrième terrain résistant **R1** présent sur l'ensemble de la coupe. Sa résistivité est comprise entre 500 et 1000 ohm.m lorsqu'il est situé sous le niveau d'eau (partie W de la coupe) et supérieure à 800 ohm.m lorsqu'il est en zone non saturée (partie E de la coupe). Son épaisseur est de l'ordre de 4 à 7 m. Il représenterait les dépôts gravo-sableux qui constituent la principale cible hydrogéologique de ce secteur ;
- Un cinquième terrain conducteur **C1** présent entre les abscisses 0 et 290 m (en position subaffleurance entre 150 et 290 m). Compte tenu de sa résistivité qui est comprise entre 200 et 500 ohm.m, cet horizon pourrait correspondre à des dépôts sableux aquifères dans la partie W de la coupe (entre 0 et 150 m, il est situé sous le niveau d'eau). Son épaisseur est croissante de l'Est (1 à 2 m) vers l'Ouest (environ 10 m) ;
- L'horizon résistant **R2** présent entre les abscisses 0 et 150 m représenterait la partie non saturée de l'horizon C1.

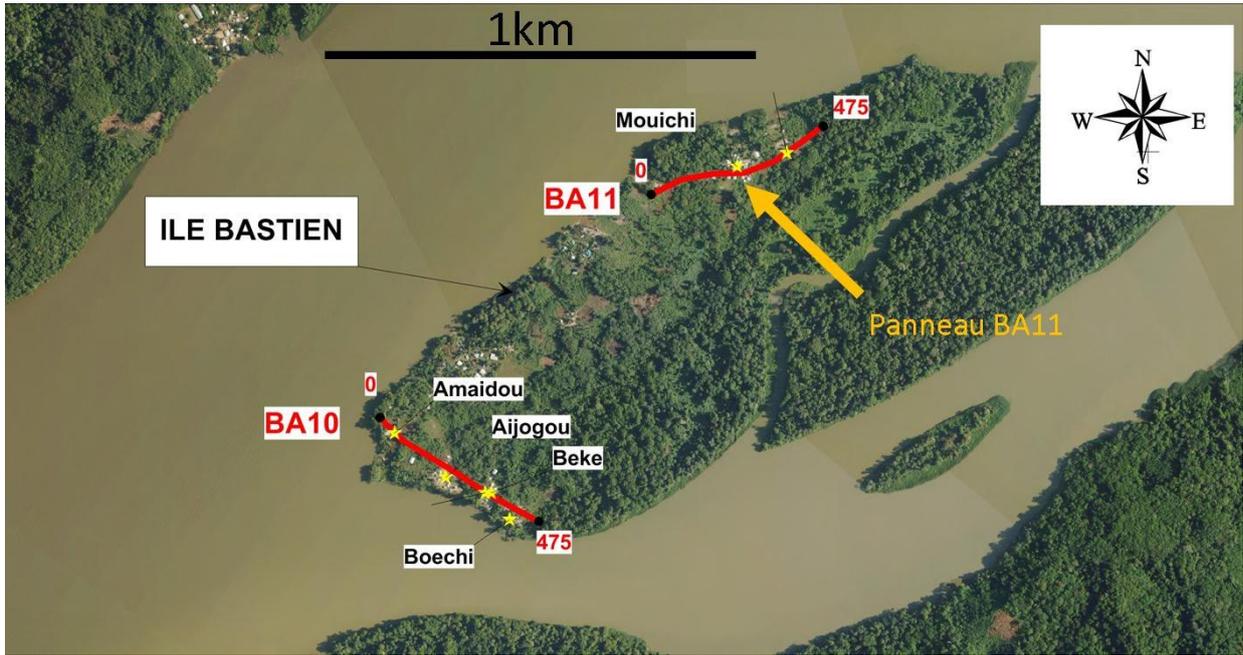


Illustration 23 : Localisation du panneaux électrique BA11

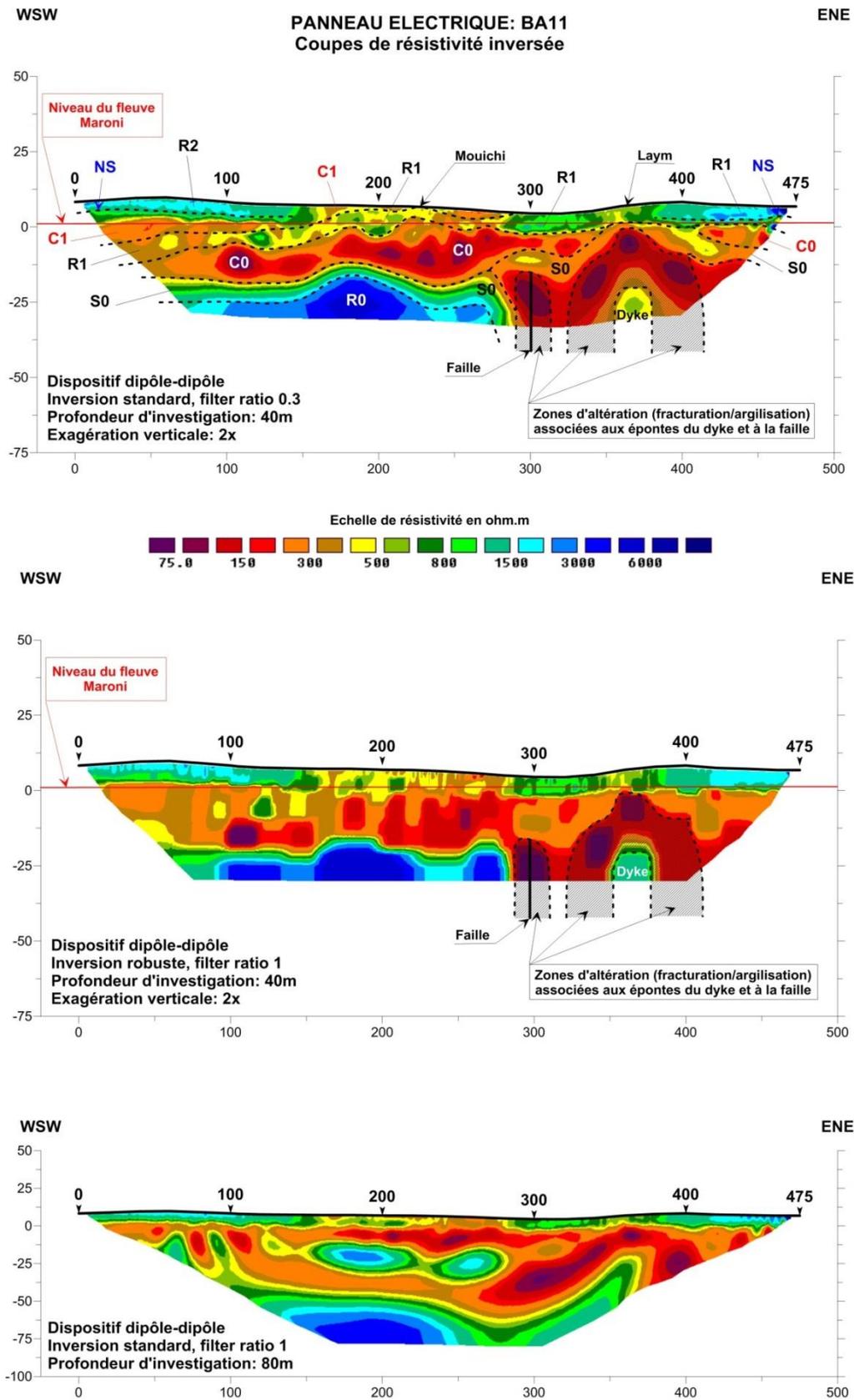


Illustration 24 : Panneau électrique BA11 – Coupes de résistivité inversée avec interprétation en termes de géologie et de structurale.

### 3.4.3. Interprétations structurales

#### ***Panneau électrique BA10***

D'un point de vue structural, le panneau électrique BA10 intersecte une structure dont la signature électrique est en tout point identique à celle de la structure D5 mise en évidence sur le secteur de Sparouine. Les caractéristiques de cette structure sont les suivantes (Illustration 25):

- Elle est située entre les abscisses 300 et 450 m ;
- Elle est subverticale mais son orientation reste indéterminée ;
- La partie centrale est résistante (résistivité > 3000 ohm.m) et sa puissance est de l'ordre de 55 m ;
- Le toit de cette structure résistante se situe à 25 m de profondeur ;
- Le cortex de cette structure est plutôt conducteur bien que la gamme de résistivité soit assez large (75 à 800 ohm.m). Son épaisseur est également assez variable (15 à plus de 50 m) ;
- Elle coiffée par un horizon de résistivité intermédiaire S0 qui pourrait correspondre à un reliquat de socle fissuré.

Comme sur le secteur de Sparouine cette structure pourrait correspondre soit à un dyke, soit à une intrusion granitique. Le cœur de la structure est constitué de roche saine (résistante) et les épontes de roche fracturée/argilisée (conductrice).

#### ***Panneau électrique BA11***

D'un point de vue structural, le panneau électrique BA11 intersecte une structure dont la signature électrique est en tout point identique à celle de la structure mise en évidence sur le profil BA10. Les caractéristiques de cette structure sont les suivantes (Illustration 25):

- Elle est située entre les abscisses 325 et 415 m ;
- Elle est subverticale et son orientation reste indéterminée ;
- La partie centrale est résistante (résistivité de l'ordre de 1500 ohm.m) et sa puissance est de 25 m ;
- Le toit de cette structure résistante se situe à 28 m de profondeur ;

- Le cortex de cette structure est très conducteur (résistivité inférieure à 150 ohm.m) et son épaisseur est d'environ 30 m.

Comme au niveau du profil BA10, cette structure correspondrait soit à un dyke, soit à une intrusion granitique. Le cœur de la structure est constitué de roche saine (résistante) et les épontes, de roche fracturée/argilisée (conductrice).

Sur le flanc ouest de cette intrusion, une anomalie conductrice subverticale (centrée sur l'abscisse 300 m) pourrait marquer la présence d'une zone fracturée/argilisée associée à une faille.

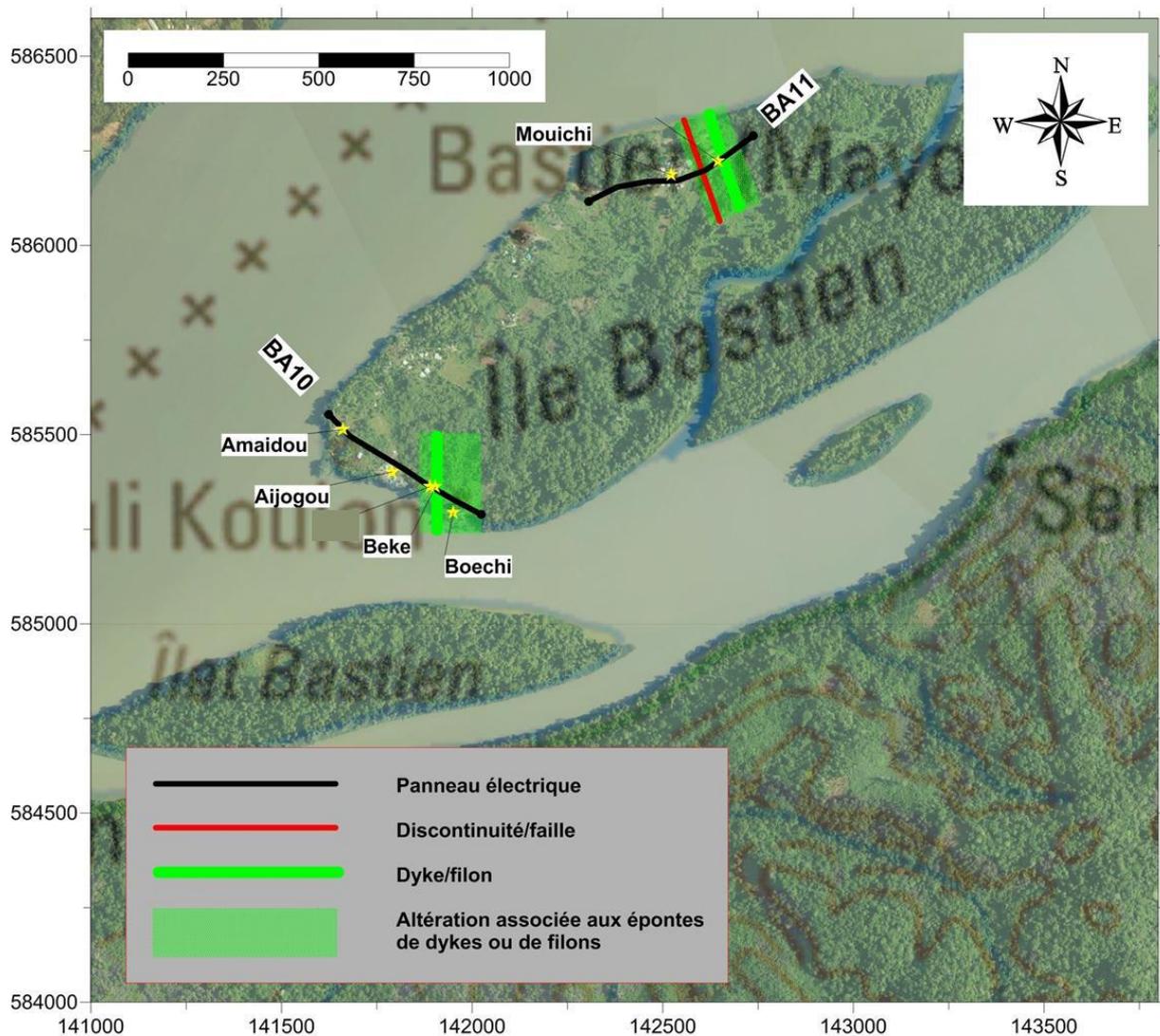


Illustration 25 : Interprétations structurales des panneaux électriques

### 3.4.4. Synthèse des résultats et propositions de sondages de reconnaissance

Les panneaux électriques (2) effectués sur le site de l'île Bastien ont permis :

- De déterminer la profondeur du toit du socle sain qui serait comprise entre 20 et 33 m avec un approfondissement du socle de BA10 vers BA11 ;
- De confirmer les faibles épaisseurs (3 à 8 m) de l'horizon fissuré ;
- De caractériser (épaisseur et résistivité) un horizon résistant qui correspondrait à des dépôts gravelo-sableux d'origine alluviale et qui constitueraient la principale cible hydrogéologique sur ce secteur ;
- De mettre en évidence sur la partie NW de BA10 un horizon moyennement conducteur reposent directement sur le socle. Cet horizon assimilé à des sables d'origine alluviale pourraient être aquifère ;
- De mettre en évidence 2 structures d'origine intrusive (dyke, intrusion granitique). Compte tenu de la faible densité de panneaux électriques (seulement 2) la direction de ces structures n'a pu être déterminée.

Plusieurs implantations de sondages de reconnaissance sont proposées ci-dessous (Illustration 26). Ces propositions ne sont pas hiérarchisées et ne tiennent compte que de l'interprétation des panneaux électriques en termes de géologie et de structurale.

- **SR-BA10-160** BA10 abscisse 160 m
  - Objectif : horizon gravelo-sableux R1
  - Coupe prévisionnelle :
    - 0 – 2 m zone non saturée
    - 2 – 6 m dépôts sableux peut-être aquifères
    - 6 – 11 m horizon gravelo sableux (cible hydrogéologique)
    - 11 – 16 m horizon sableux
    - 16 – 20 m horizon fissuré du socle (2<sup>ième</sup> cible hydrogéologique)
  - Profondeur du sondage de reconnaissance : 20 m
  
- **SR-BA10-237** abscisse 237 m
  - Objectif : horizon gravelo-sableux R1
  - Coupe prévisionnelle :
    - 0 – 3 m zone non saturée
    - 3 – 8 m dépôts sableux peut-être aquifères
    - 8 – 12 m horizon gravelo sableux (cible hydrogéologique)
    - 12 – 17 m horizon sableux probablement aquifère
    - 17 – 24 m horizon fissuré du socle (2<sup>ième</sup> cible hydrogéologique potentielle)
  - Profondeur du sondage de reconnaissance : 20 m

- **SR-BA11-122** BA11 abscisse 122 m
  - Objectif : horizon gravelo-sableux R1
  - Coupe prévisionnelle :
    - 0 – 4 m zone non saturée
    - 4 – 9 m dépôts sableux potentiellement aquifères
    - 9 – 15 m horizon gravelo sableux (cible hydrogéologique)
    - 15 – 26 m horizon argileux-argiles fluviales
  - Profondeur du sondage de reconnaissance : 20 m
  
- **SR-BA11-200** BA11 abscisse 200 m
  - Objectif : horizon gravelo-sableux R1
  - Coupe prévisionnelle :
    - 0 – 3 m zone non saturée
    - 3 – 6 m dépôts sableux potentiellement aquifères
    - 6 – 10 m horizon gravelo sableux (cible hydrogéologique)
    - 10 – 21 m horizon argileux-argiles fluviales
  - Profondeur du sondage de reconnaissance : 15 m

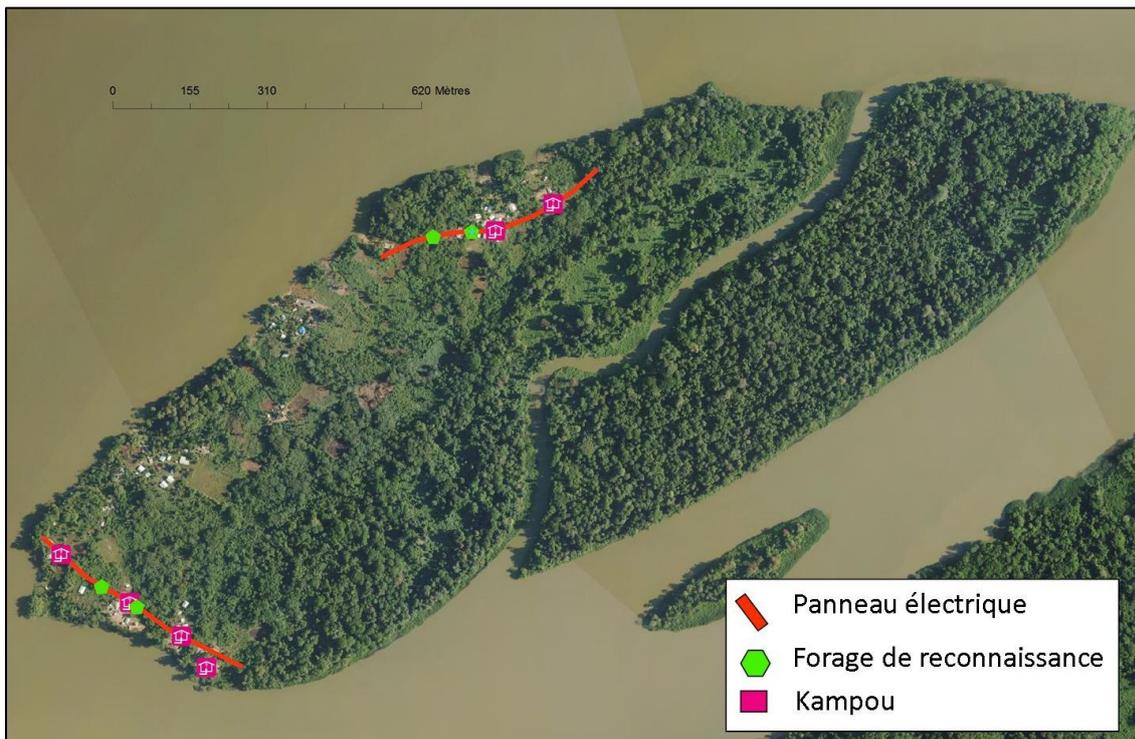


Illustration 26 : Localisation des forages de reconnaissance sur l'île Bastien

### 3.4.5. Priorisation des sondages de reconnaissance

Sur l'île Bastien, la démarche d'implantation des sondages de reconnaissance est différente de celle de Sparouine. En effet, il s'agit ici d'implanter des sondages en vue de l'installation de pompes à bras. Les débits recherchés sont bien moins importants que ceux visés à Sparouine.

Une fois de plus, sans avoir fait un premier forage, il est difficile de prioriser les implantations entre elles. Cependant, une pompe à bras pour qu'elle soit attractive et utilisée doit être implantée au plus proche des foyers d'habitations. Ainsi les sondages de reconnaissance **SR-BA10-237** et **SR-BA11-200** sont à privilégier dans un premier temps. L'implantation de la dernière pompe à bras (trois au total de prévu pour l'île) se fera en fonction des coupes géologiques réelles obtenues.



## 4. Conclusion

La réalisation de quatre panneaux électriques sur la localité de Sparouine a permis de mettre en évidence un niveau sablo-graveleux quasiment continu sur les 4 km<sup>2</sup> prospectés, à l'exception des 300 premiers mètres aux abords directs du Maroni. Ces résultats sont en accord avec la coupe géologique conceptuelle de la vallée du Maroni proposée par Palvadeau : 1) niveaux de terrasses actuelles T4 (en contact avec le Maroni) composés de dépôts à dominante argileuse, et 2) niveaux de terrasses anciennes T1, T2 et T3 (au-delà de 300 m du Maroni) composés d'une séquence conglomératique recouverte par une séquence sablo-argileuse.

Seuls des forages de reconnaissance permettront de déterminer le potentiel hydrogéologique de ce niveau sablo-graveleux suite à des essais de pompage.

Par ailleurs, ces quatre panneaux électriques ont permis de déterminer la profondeur moyenne du toit du socle sain qui serait comprise entre 15 et 35 m au maximum (celle-ci augmente en s'éloignant du fleuve) et de confirmer les faibles épaisseurs (4 à 6 m) de l'horizon fissuré. Plusieurs structures d'origine tectonique (failles) ou intrusive (dyke, intrusion granitique) ont également été mises en évidence. Elles pourraient constituer des cibles hydrogéologiques de par la fracturation/fissuration qu'elles ont pu créer dans socle, à proximité immédiate.

Sur certains panneaux (SP8 notamment), des niveaux conducteurs (argiles) sont décalés entre eux par des failles avec un rejet identique à celui du socle sain. A ce niveau-là de connaissance, il n'est pas possible de conclure si ces niveaux d'argiles sont synchrones et sont des argiles d'altération ou de dépôts sédimentaires. Cependant, des forages pourraient venir lever ces interrogations et si ces niveaux d'argiles sont des niveaux sédimentaires synchrones, ceci implique que des mouvements tectoniques récents se sont produits en Guyane. Ainsi, à proximité de ces accidents la fracturation de la roche mère y est accentuée. Le débit d'un forage captant un aquifère de socle en périphérie de ces structures en serait fortement augmenté.

Sur la base de ces résultats, des propositions d'implantation de forage de reconnaissance ont été proposées, cependant sans un premier calage par un premier sondage de reconnaissance, il est difficile de les hiérarchiser. Dans tous les cas, les implantations proches du bourg seront privilégiées afin de garantir une meilleure saturation des niveaux perméables et de limiter le linéaire de conduites pour alimenter les habitations.

Il serait judicieux de débiter la réalisation des sondages de reconnaissance par le **SR-SP8-280**, cela permettrait de déterminer les éléments suivants :

- Quel est le potentiel des alluvions gravelo-sableuses de 11 à 17 m ?
- Quel est le potentiel du socle fissuré à partir de 25 – 30 m ?
- Ce socle fissuré est-il argilisé ou saturé en eau ?
- La proximité de ce forage à une zone faillée améliore t'elle la productivité de l'ouvrage ?
- Doit-on comme à Grand Santi (forage SR4 – FE5 en exploitation) se rapprocher d'un dyke, s'implanter dans l'éponte conductrice, ou dans le dyke directement (filon de quartz altéré ?).

L'essentiel est, avec un nombre limité de forages et à une enveloppe budgétaire fixée, d'atteindre les 200m<sup>3</sup>/j visés par cette prospection en privilégiant la protection de la ressource en eau souterraine.



## 5. Bibliographie

ARS, DAAF, OEG, AFD (2014) – Livret d'accueil de la 7<sup>ème</sup> conférence sur l'accès à l'eau potable en Guyane.

Baïssset M. et Courbin A. (2014) – Synthèse hydrogéologique de la commune de Saint Laurent du Maroni sur la base de données bibliographiques de 1960 à 2014. BRGM/RP-64417-FR, 61p. 27ill. 1 CD.

BONHOMME.B., Programme régional d'AEP dans le cadre du XI<sup>ème</sup> CPER - Aménagement du fleuve Maroni : "Etat de l'accès à l'eau potable des villages et habitats dispersés". Région Guyane - BRGM/RP-50933-FR - 35 p. 8 cartes

De Boer M. W. H., 1972 – Landforms and soils in Eastern Suriname – Centre for Agricultural Publishing and documentation, Wageningen, 169p

HENOU.B., DELINEAU.T - A.E.P. DE LA COMMUNE DE SAINT-LAURENT - RECHERCHE COMPLEMENTAIRE EN EAU POTABLE - BRGM/88-GUY-015 - 21 p. 2 cartes

HENOU.B. - EVALUATION DU SYSTEME D'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES. A.E.P. DU QUARTIER NEMO. SAINT-JEAN DU MARONI (COMMUNE DE SAINT-LAURENT DU MARONI) - BRGM/87-GUY-016 - 88 p. 3 cartes

Palvadeau E (1999) - Géodynamique quaternaire de la Guyane française. – Doc BRGM 287, 232 p., 88 fig., 3 ann.

WENG.P., GRAMMARE.M.- Renforcement des connaissances hydrogéologiques du site de Sparouine - Commune de Saint-Laurent-du-Maroni (Guyane). BRGM/RP-55130-FR - 118 p. 32 fig., 14 photos. 7 tab., 6 ann.



## **Annexe 1 : Principe de la méthode 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  $\Delta V$  induite entre une autre paire d'électrodes M et N (figure 1).

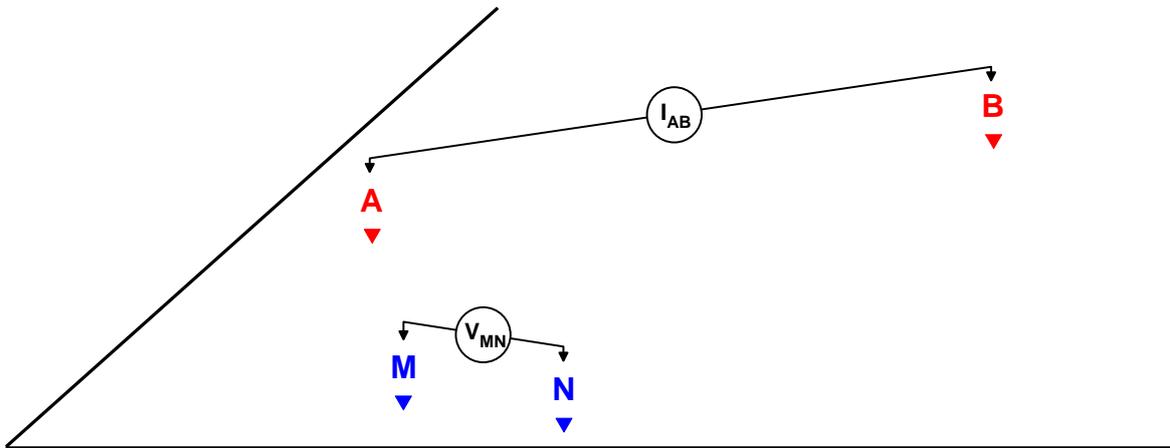


Figure 1 : Principe de la mesure en courant électrique continu

A partir de la valeur du courant injecté  $I$ , de la mesure de la différence de potentiel  $\Delta V$  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) :

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

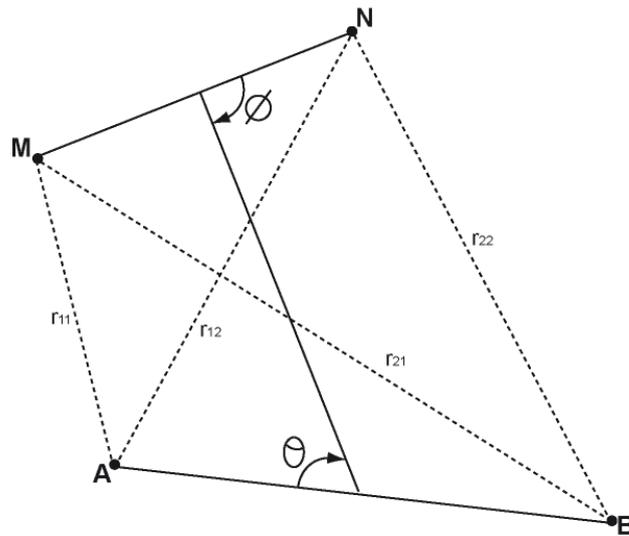


Figure 2 : Disposition générale d'électrodes où A et B sont les électrodes de courant, M et N, les électrodes de potentiel ( $0 < \theta, \Phi < \pi$ )

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  $\Delta V$ . 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 équipotentielle 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  $\Delta V$  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).

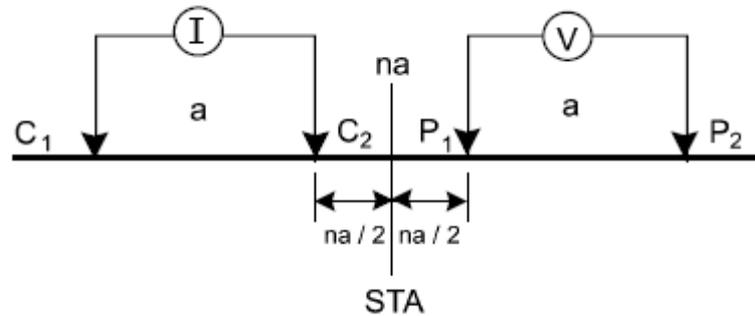


Figure 3 : Configuration dipôle-dipôle

**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 grâce à un meilleur rapport signal/bruit (figure 4).

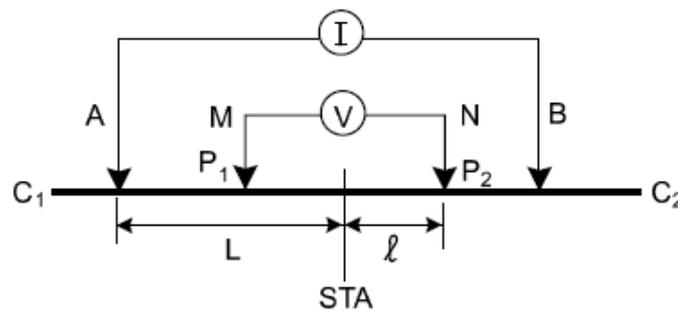


Figure 4 : Configuration de Schlumberger

**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).

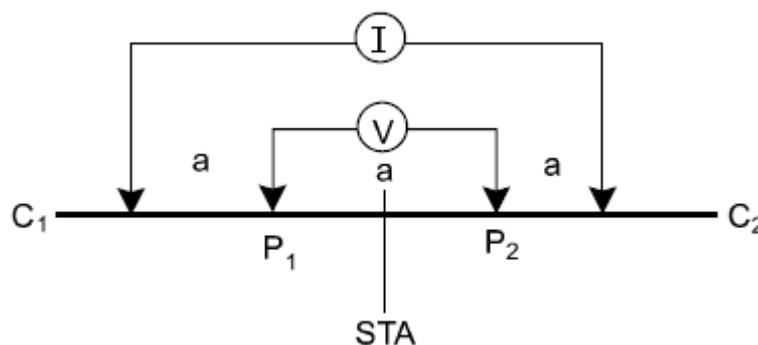


Figure 5 : Configuration de Wenner

### 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).

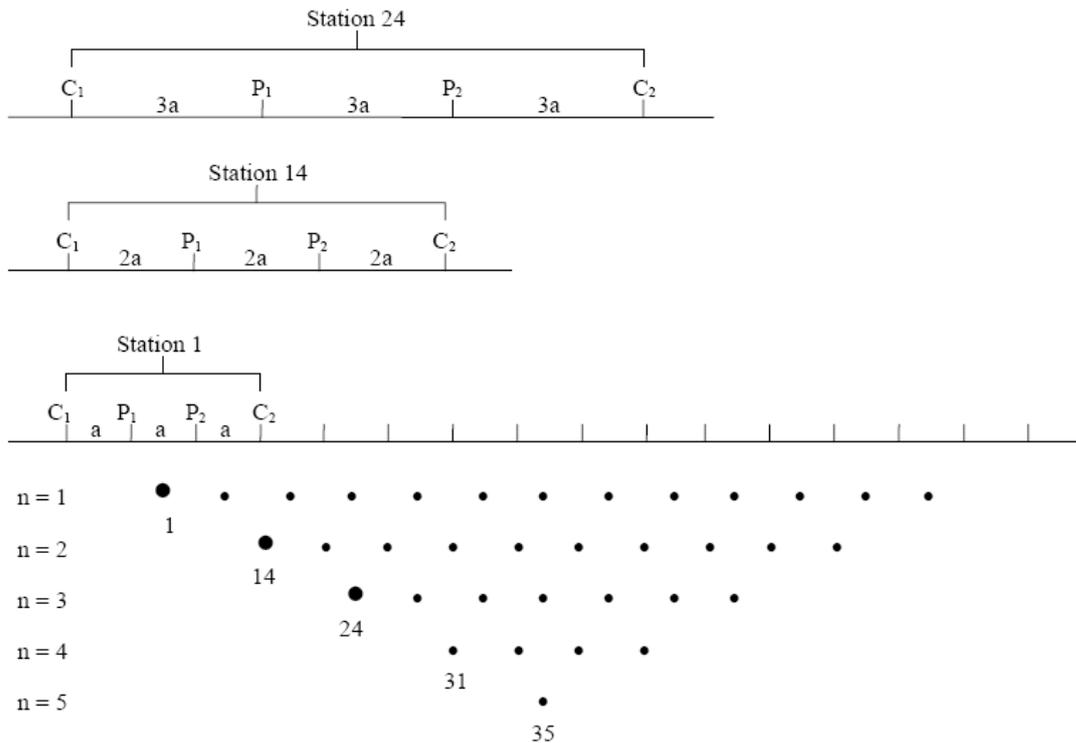


Figure 6 : Principe de construction d'une pseudo-section pour un dispositif Wenner

### 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).

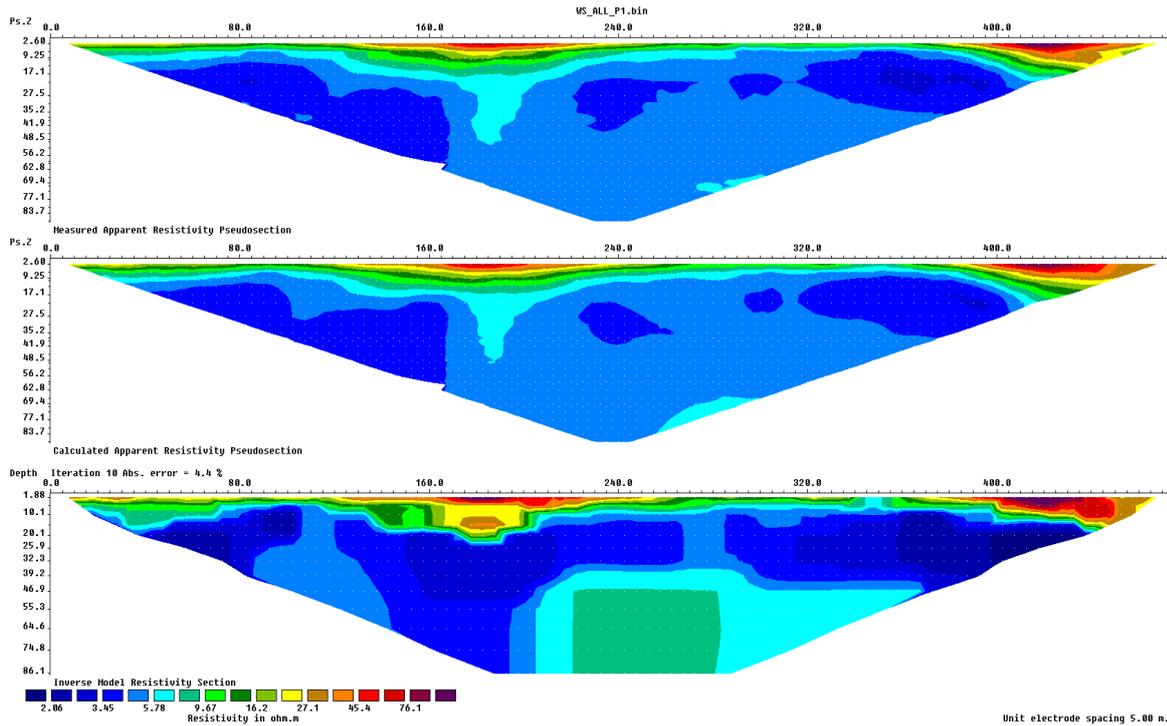


Figure 7: Résultats complets (en images) d'une inversion. En haut la pseudo-section de résistivité apparente mesurées. En bas, le modèle de résistivité issu de l'inversion. Au centre, la pseudo-section de résistivité calculée sur la base du modèle de résistivité. L'erreur (RMS) constitue la différence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

La 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 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.

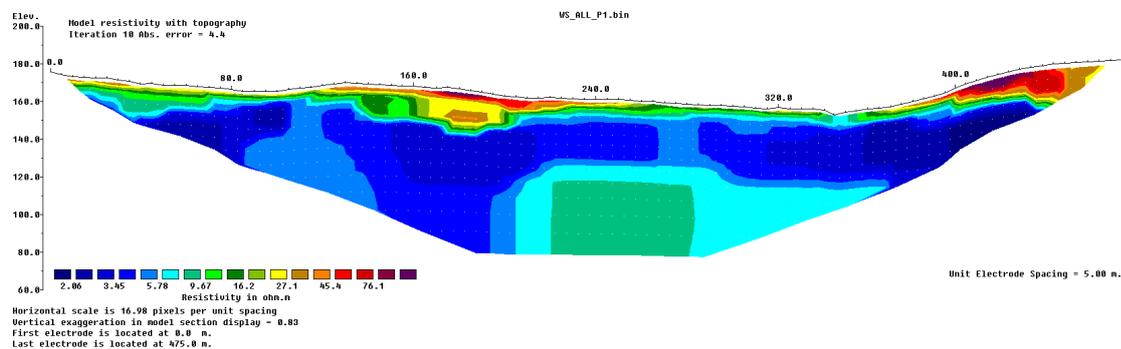


Figure 8 : Résultat de l'inversion de la figure 7 avec la topographie.

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**



```

Inversion settings
Initial damping factor (0.01 to 1.00)
0.1000
Minimum damping factor (0.001 to 0.75)
0.0200
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)
7
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)
2
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)
1
Increase of damping factor with depth (1.0 to 2.0)
1.2000
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)
0
Robust data constrain? (0=No, 1=Yes)
0
Cutoff factor for data constrain (0.0001 to 0.1))
0.0100
Robust model constrain? (0=No, 1=Yes)
0
Cutoff factor for model constrain (0.0001 to 1.0)
0.0020
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)
3
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)  
0.5000  
Factor to increase thickness layer with depth (1.0 to 1.25)  
1.1000  
USE FINITE ELEMENT METHOD (YES=1,NO=0)  
1  
WIDTH OF BLOCKS (1=NORMAL WIDTH, 2=DOUBLE, 3=TRIPLE, 4=QUADRUPLE,  
5=QUINTUPLE)  
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)  
1  
PROCEED AUTOMATICALLY FOR SEQUENTIAL METHOD (1=YES,0=NO)  
1  
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)  
20.000  
Lower limit factor (0.02 to 0.1)  
0.050  
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)  
 1  
 Extra damping factor for first layer (1.0 to 100.0)  
 2.50000  
 Type of finite-element method (0=Triangular,1=Trapezoidal elements)  
 1  
 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)  
 1  
 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  
 5.0000  
 Upper damping factor limit for active constraints  
 8.0000  
 Water resistivity variation damping factor  
 4.0000





Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**

3, avenue Claude-Guillemain  
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

**BRGM Guyane**

Domaine de Suzini – Route de Montabo  
BP 552

97333 – Cayenne Cedex 2 – France

Tél. : 05 94 30 06 24