MINISTERE
DE L'AGRICULTURE ET DE L'ELEVAGE

SECRETARIAT GENERAL

DIRECTION GENERALE DE L'AGRICULTURE

Coopération financière germano-malgache

Programme de Lutte Antiérosive ÍV (PLAE IV)

No. 2014 67 778

Mission auprès du PLAE IV

Elaboration d'un protocole d'échantillonnage des sols

Zone de reboisement d'Antsohihy

19 au 23 novembre 2018

Jean-Pierre BOUILLET

Mission auprès du PLAE IV

Elaboration d'un protocole d'échantillonnage des sols

Zone de reboisement d'Antsohihy

19 au 23 novembre 2018

1) Préambule

Le missionnaire tient d'abord à remercier sincèrement l'ensemble des personnes rencontrées pour leur disponibilité et la qualité des échanges qui ont contribué au très bon déroulement de cette mission.

2) Calendrier de la mission

Lundi 19/11/2018

Trajet Antananarivo (départ 5.00) – Antsohihy (arrivée 17.00). Discussions préparatoires avec Michaël Raharifidinarivo, coordinateur régional PLAE IV

Mardi 20/11/2018

Matin. Visite du site de reboisement de la commune d'Anahidrano - Ouverture de 4 fosses pédologiques et discussions. Retour sur Antsohihy

Après-midi. Visite des trois sites de la commune d'Ampandriakilandy. Ouverture de 6 fosses pédologiques et discussions

Mercredi 21/11/2018

Matin. Visite du site de reboisement de la commune de Befotaka. Ouverture de 3 fosses pédologiques et discussions

Après-midi. Visite du site de reboisement de la commune d'Ambodimandresy. Ouverture de 3 fosses pédologiques et discussions

Jeudi 22/11/2018

Matin. Visite du site de reboisement de la commune de Maromandia. Ouverture de 4 fosses pédologiques et discussions

Après-midi. Retour sur Antsohihy et débriefing avec l'équipe du projet

Vendredi 23/11/2018

Trajet Antsohihy (départ 5.00) - Antananarivo (arrivée 19.00)

3) Personnes rencontrées

Michael Raharifidinarivo. Coordinateur régional PLAE IV

Justin Randrianalisoa. Responsable technique PLAE IV

Georges Rakotoarimanana. Responsable technique PLAE IV

Flosiane Razanamanga. Responsable technique PLAE IV

Hobisoa NyAro Ramaherison. Responsable Administratif et Financier PLAE IV

4) Considérations générales

Les sols concernés par les périmètres de reboisement relèvent majoritairement des types ferrugineux (carte pédologique en annexe 1). Ceux-ci se caractérisent en premier lieu par un lessivage des argiles, des limons, des sables fins et du fer. Les phénomènes d'hydrolyse des minéraux primaires et de néo-synthèse amenant par exemple à la formation de kaolinite (argile 1/1 de formule $Al_2Si_2O_5(OH)_4$) ou de goethite (oxyhydroxyde de fer de formule $Fe^{3+}O(OH)$) sont beaucoup moins prononcés que pour les sols ferralitiques. Plus généralement, les sols ferrugineux ne présentent pas les mêmes degrés d'altération des minéraux primaires et ont classiquement des Capacités d'Echange Cationique (CEC) supérieures à celles des sols ferralitiques.

5) Compte rendu des visites de terrain

Visite du site de reboisement de la commune d'Anahidrano

Le sol de la première fosse en haut de pente se caractérise par une très forte compaction dès 10 cm de profondeur (photo 1). L'origine peut en être multiple (passage de zébus, …), mais l'occurrence de feux réguliers y contribue certainement de manière significative, par effets directs (effet splash sur les horizons superficiels ; dégradation de l'agrégation du sol (Andreu et al., 2001)) mais aussi indirects. En effet, aucune présence de macro ou méso faune n'a été notée sur aucune des fosses creusées durant cette mission (à l'exception d'une seule avec quelques fourmis). Or la macroporosité des sols est assurée en grande partie par les ingénieurs du sol, et en premier lieu les vers de terre. Dans tous les cas de figure, une opération sylvicole comme un sous-solage parait indispensable pour que les plants puissent se développer de manière correcte, au moins durant la phase initiale.

Photo 1. Profil de sol en haut de pente. Compaction très marquée dès 10 cm de profondeur. Pas de présence de racines en dessous de 20 cm de profondeur montrant la difficulté de pénétration de cet horizon par les plantes. Milieu défavorable à la plantation d'arbres. Commune d'Anahidrano.

La compaction est moindre dans une autre fosse creusée à proximité où des racines peuvent être observées (photo 2), sans que l'on sache si ceci est une cause ou une conséquence d'une compacité moins forte : 1) la moindre compacité entraine un meilleur développement des plantes et donc la présence de racines ou 2) la présence de plantes permet une moindre compaction du sol grâce à la pénétration des racines en profondeur. On peut penser que ces deux processus existent en interaction.

Photo 2. Profil de sol situé à 50 m du premier profil. Compaction moins marquée avec des racines observées sur le plancher de la fosse. Commune d'Anahidrano

Une deuxième zone (3 ha) située à une centaine de mètres de la première présente des caractéristiques comparables avec néanmoins une compacité du sol moins forte que celle relevée pour la première fosse. De plus elle est mécanisable à l'exception du bas de pente (mais où la trouaison manuelle sera néanmoins possible). C'est la raison pour laquelle il est préconisé de ne reboiser que cette seconde zone. Il est prévu aussi de reboiser une autre parcelle qui n'a pu être visitée. Cette dernière fera l'objet, comme pour la 2ème zone, d'un échantillonnage pédologique (carte 1 en annexe).

Visite des sites de reboisement de la commune d'Ampandriakilandy

Zone A

Les conditions pédologiques sont *a priori* favorables à du reboisement. En effet, les sols de texture sableuse à sablo-argileuse ne sont que peu compactés sur les 30 premiers centimètres (photo 3). En dessous se situe une zone sableuse compactée (dénommée « carapace sableuse » sur la carte pédologique). Mais la présence de racines de graminées dans cet horizon montre que celui-ci est pénétrable par les racines d'arbres et ne devraient donc pas empêcher leur prospection racinaire. La présence sur la parcelle d'arbres de grandes dimensions (> 15m de hauteur) va dans le sens de cette observation.

Photo 3. Profil en haut de pente. Sols ferrugineux sur carapace sableuse à 30-40 cm de profondeur (couleur plus pâle). Bonne structuration du sol sur les horizons supérieurs (présence d'agrégats). Présence de racines de graminées au fond du trou montrant que l'horizon de compaction par les racines des arbres. Sols favorables à la plantation d'arbres. Commune d'Ampandriakilandy.

Zone B

Cette zone se caractérise par des bas de pente aux conditions de sols très favorables pour le reboisement (photo 4) si elles ne sont pas soumises à des phénomènes marqués d'hydromorphie.

Photo 4. Profil de sol sur bas fond. Couleur brun foncé jusqu'à 15-20 cm reflétant la présence de matière organique. Compaction à 30-40cm mais avec la présence de racines de graminées au fond du trou montrant que cet horizon sera pénétrable par les racines des arbres. Station très favorable à la plantation d'arbres. Commune d'Ampandriakilandy.

Cependant on peut aussi observer des parties sommitales caractérisée par une forte érosion et des sols de couleur rouge/mauve et de la présence d'oxyde ferrique (hématite : Fe_2O_3) témoin d'un mécanisme de ferralitisation (photo 5). Ces sols qui sont de plus non mécanisables sont fortement déconseillés pour le reboisement.

Photo 5. Profil de sol sur monticule. Présence de ferralitisation (couleur rouge et présence d'oxyde de fer (hématite)). Très forte compaction dès les 10 premiers centimètres. Sols très déconseillés pour la plantation d'arbres. Commune d'Ampandriakilandy.

Zone C

Cette zone de bas-fond est plutôt favorable à l'implantation de bambous comme envisagé avec le projet « PROSPERER Sofia». Les sols présentent un enrichissement en matière organique (photo 6)

Photo 6. Profil en zone de bas fond prévue pour être plantée en bambous. L'hydromorphie qui prévaut en saison des pluies limite la décomposition de la matière organique qui tend à s'accumuler dans les horizons superficiels. Commune d'Ampandriakilandy.

Commune de Befotaka

La première parcelle à Ampohara qu'il est prévu de reboiser présente une croute de battance superficielle et porte de rares arbres de petites dimensions (photo 7).

Photo 7. Parcelle prévue pour être reboisée à Befotaka. On peut observer la croute de battance superficielle. Commune d'Ambodimandresy, site d'Ampohara.

Mais à l'ouverture des fosses, aucune zone de compaction n'est observée jusqu'à 40 cm de profondeur. La présence de racines sortant du plancher des fosses confirme que ces sols ne présentent pas d'obstacles majeurs à la prospection racinaire (photo 8). La texture est sableuse en surface en s'enrichissant légèrement en argile en profondeur. Les trois fosses ouvertes présentent les mêmes caractéristiques globales avec cependant une texture plus sablo-argileuse en bas de pente. Ces sols sont *a priori* favorables au reboisement si on apporte de la fertilisation à la plantation (hypothèse à confirmer au vu des analyses pédologiques)

Photo 8. Profil en haut de parcelle. On peut observer la texture et la couleur brun-ocre homogènes sur les 40 premiers centimètres de profondeur ainsi que la présence de racines sur le plancher de la fosse. Commune de Befotaka, site d'Ampohara.

Il est prévu aussi de reboiser une autre parcelle à Ambalatsotry qui n'a pu être visitée. Cette dernière fera l'objet, comme pour le site d'Ampohara, d'un échantillonnage pédologique (carte 5 en annexe).

Commune d'Ambodimandresy

La parcelle, située à Andampy, présente également une croute de battance superficielle. La texture des sols est plus sableuse que sur Befotaka. Cette observation pourrait être liée à un lessivage plus important des argiles en parallèle à un début de ferralitisation comme le montre la couleur plus rouge du sol (photo 9) et l'observation de tache d'oxyde de fer (photo 9).

Photo 9. Profil de sol en milieu de pente présentant une couleur ocre rouge et quelques traces d'oxydes de fer. Des racines de graminées sortent du plancher de la fosse. Commune d'Ambodimandresy, site d'Andampy.

Commune de Maromandia

La parcelle située à Marovato Sud porte à son sommet de rares arbres poussant très mal et une couverture graminéenne très clairsemée (photo 10).

Photo 10. Haut de parcelle caractérisée par une couverture steppique graminéenne et des arbres rares et de petite taille. Commune de Maromandia, site de Marovato Sud.

Cette observation peut être mise en relation avec la très forte compaction du sol relevée sur la première fosse. La couleur est jaune pâle sans horizon A bien différencié (photo 11).

Photo 11. Profil de sol en haut de pente. Très forte compaction du sol de couleur jaune pâle sans présence visible de matière organique en superficie (horizon A peu différencié). Commune de Maromandia, site de Marovato Sud.

Plus bas dans la pente, le sol devient beaucoup moins compact et sa couleur du sol devient un peu plus ocre (photo 12). Ces caractéristiques pourraient être mises en relation avec le plus grand nombre d'arbres observés et leur meilleure croissance qui reste néanmoins faible (photo 13).

Photo 12. Sol de mi pente avec une couleur ocre-brun. Sa plus faible compacité est illustrée par des racines qui poussent au niveau du plancher de la fosse. Commune de Maromandia, site de Marovato Sud.

Photo 13. Vue du couvert en milieu de pente. Présence de plus d'arbres un peu plus nombreux et mieux développés qu'en haut de pente. Commune de Maromandia, site de Marovato Sud.

Le sol en bas de pente présente de nouveau une forte compacité mais une couleur comparable à celle relevée à mi-pente. En bas fond (50 m du point en bas de pente) le sol n'est pas compacté et présente une couleur brune-ocre due sans doute à des apports de matière organique par les flux d'eau superficiels et obliques (photo 14).

La forte variabilité des caractéristiques de cette parcelle laisse supposer un risque d'hétérogénéité marquée dans la croissance des plantations.

Une autre parcelle située sur le site Maropapango est prévue d'être reboisée. Elle fera aussi l'objet d'échantillonnage pédologique (carte 9 en annexe)

Photo 14. Sol de bas fond montrant un enrichissement marqué en matière organique. Commune de Maromandia, site de Marovato.

Conclusion

La compacité générale observée des sols des parcelles visitées montre qu'un sous-solage ne pourra être que bénéfique – voire être une pratique indispensable – à la croissance des arbres. Par ailleurs, les types de sol et l'expérience de l'expert observations laissent à penser à des carences nutritionnelles significatives nécessitant dans la plupart des cas l'apport de fertilisation pour assurer un développement correct des plants. Les analyses pédologiques viendront confirmer ou non cette hypothèse.

6) Plan d'échantillonnage pédologique

Sur chacune des parcelles de reboisement, il est proposé d'ouvrir une fosse pédologique, de dimensions idéales 1m x 1 m x 0.80m (de profondeur). L'objectif est d'observer le profil de sol au-delà des fosses creusées durant cette mission et observer et voir dans quelle mesure, en particulier, l'horizon de compaction de prolonge en profondeur. D'autre part ils permettront d'échanger avec les populations villageoises sur les contraintes édaphiques et l'avantage procuré par le sous-solage.

Après discussion avec l'équipe locale du PLAE IV sur la base de la superficie et de la topographie des parcelles, et des prospections de terrain, il a été décidé d'arrêter le plan d'échantillonnage suivant.

1) Commune d'Anahidrano

Parcelle visitée au Nord (10 ha) : 3 points sur le gradient de pente- carte 1 en annexe 2

Parcelle non visitée (5 ha) : 3 points sur le gradient de pente - carte 1 en annexe 2

2) Commune d'Ampandriakilandy

Site1 (18 ha) : 2 points en bas de pente et 2 en haut de pente - carte 2 en annexe 2

Site 2 (20 ha) : 3 points en bas-fonds - carte 3 en annexe 2

Site 3 (Parcelle « bambous » : 10 ha) : 3 points en bas-fonds -carte 4 en annexe 2

3) Commune de Befotaka

Site d'Ampohara (56 ha) : 3 points sur un gradient de pente, répétés deux fois - carte 5 en annexe 2

Site Ambalatsotry (32 ha), non visité : 3 points d'échantillonnage sur un gradient de pente - carte 6 en annexe 2

4) Commune d'Ambodimandresy

Site d'Andampy (22 ha) : 3 points sur un gradient de pente, répétés deux fois - carte 7 en annexe 2

5) Commune de Maromandia

Site de MarovatoSud (28 ha) :4 points sur un gradient de pente - carte 8 en annexe 2

Site de Maropapango (22 ha), non visité : 3 points sur un gradient de pente - carte 9 en annexe 2

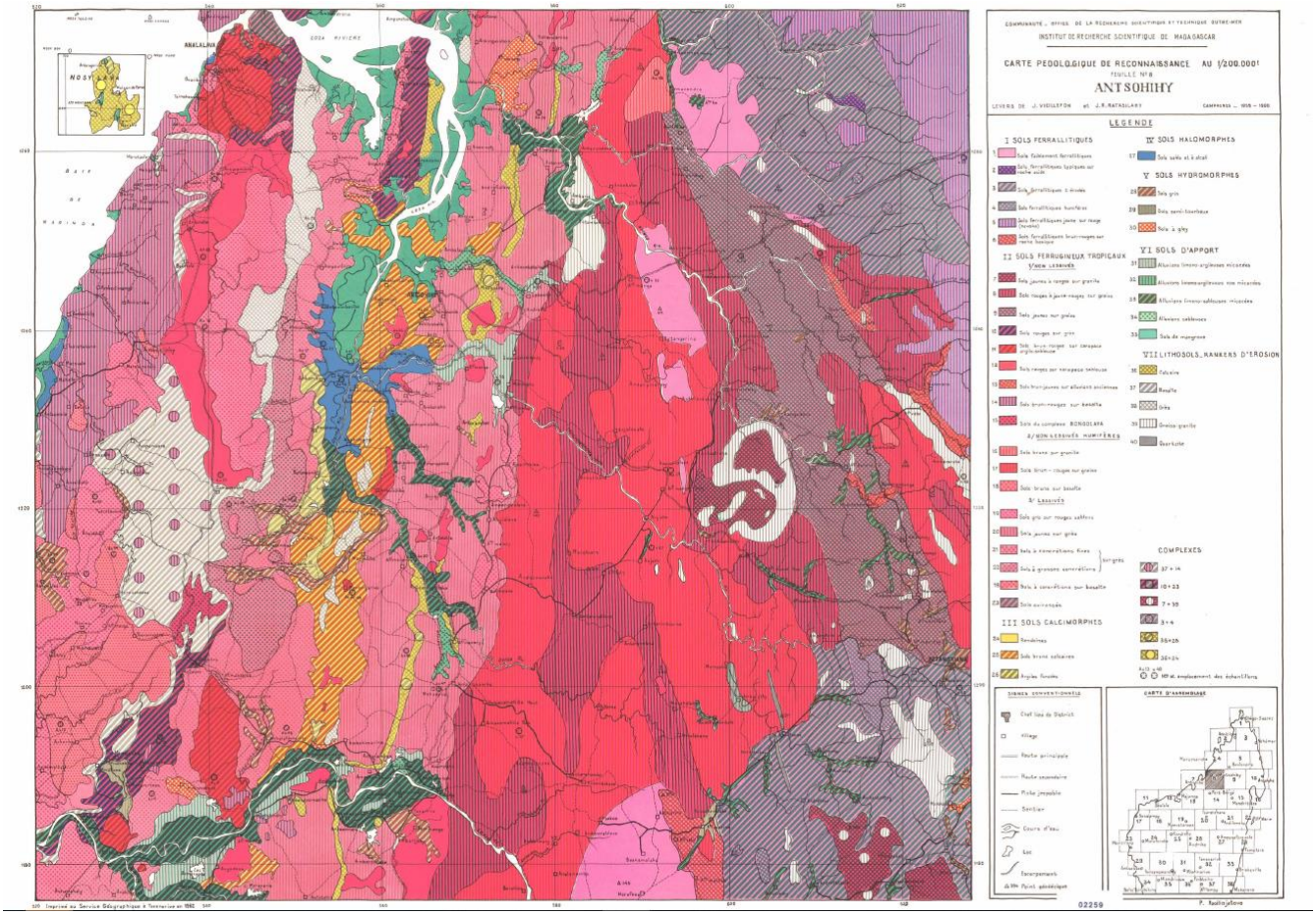
Pour chacun des points d'échantillonnage, les horizons 0-10 cm et 10-40 cm seront prélevés à la tarière pédologique sur 4 points en croix (2 m entre extrémités de branche). Pour chacun des horizons les 4 points seront ensuite mélangés pour constituer un échantillon composite. Une masse d'environ 250 g sera ainsi prélevée et mise en sac plastique sur lequel apparaitront les références de l'échantillon (Commune, numéro du site dans la commune, numéro du point dans le site, profondeur de l'horizon). Les coordonnées GPS seront prises et notées séparément. Les sacs seront ouverts pour permettre un ressuyage/séchage des sols avant leur transport pour analyses. Celles-ci seront réalisées au Laboratoire de RadioIsotopes d'Antananarivo (LRI). Seront analysés : texture, Capacité d'Echange Cationique, pH eau, éléments échangeables (K^+, Ca^{++}, $Mg^{++)}$, C total, N total, P total, P assimilable (P Olsen).

Annexe 1

Carte pédologique de reconnaissance au 1/200.000°

Région d'Antsohihy

Feuille N°8

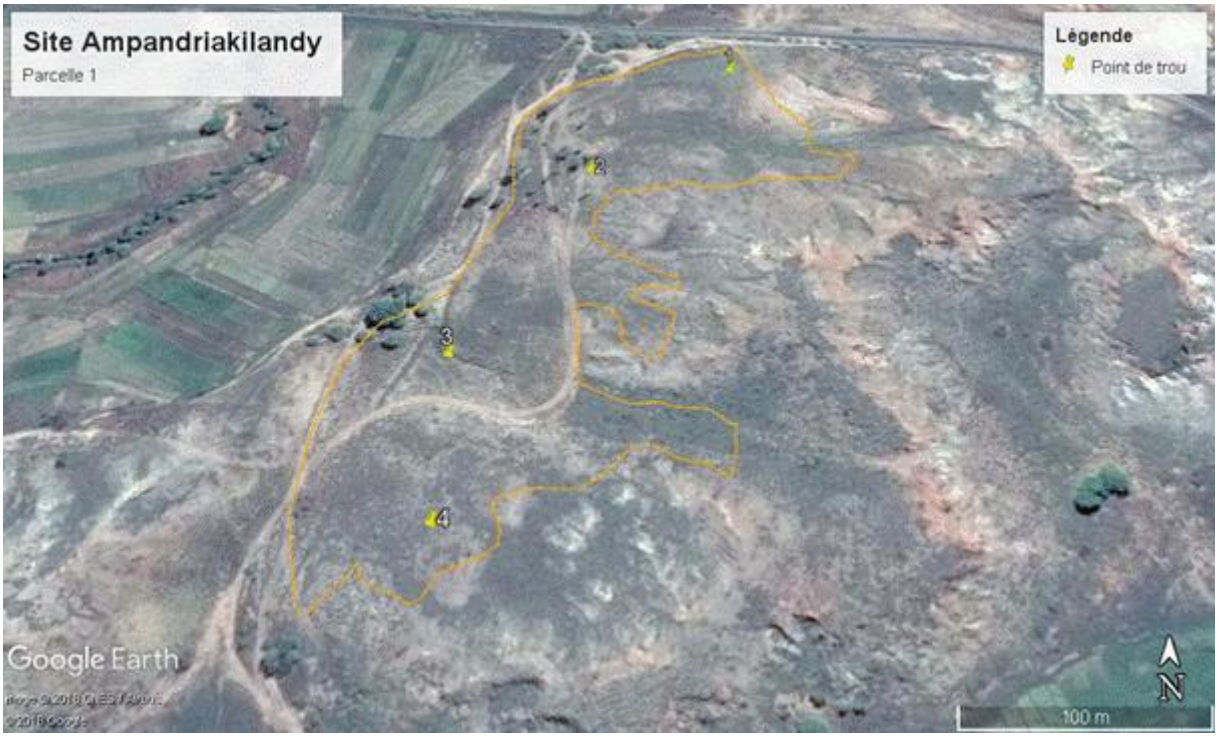


Annexe 2

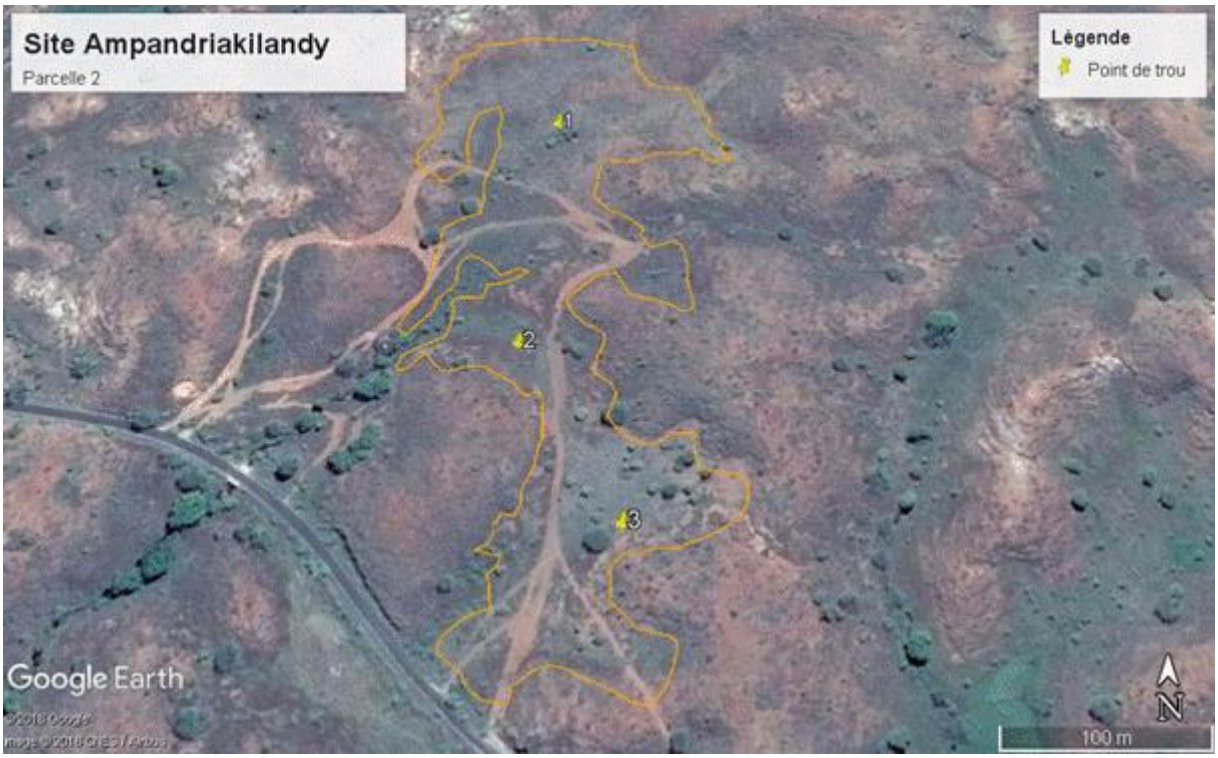
Cartes des parcelles avec localisation *a priori* des points d'échantillonnage de sol

Carte 1 : Commune d'Anahidrano. Localisation *a priori* des points d'échantillonnage

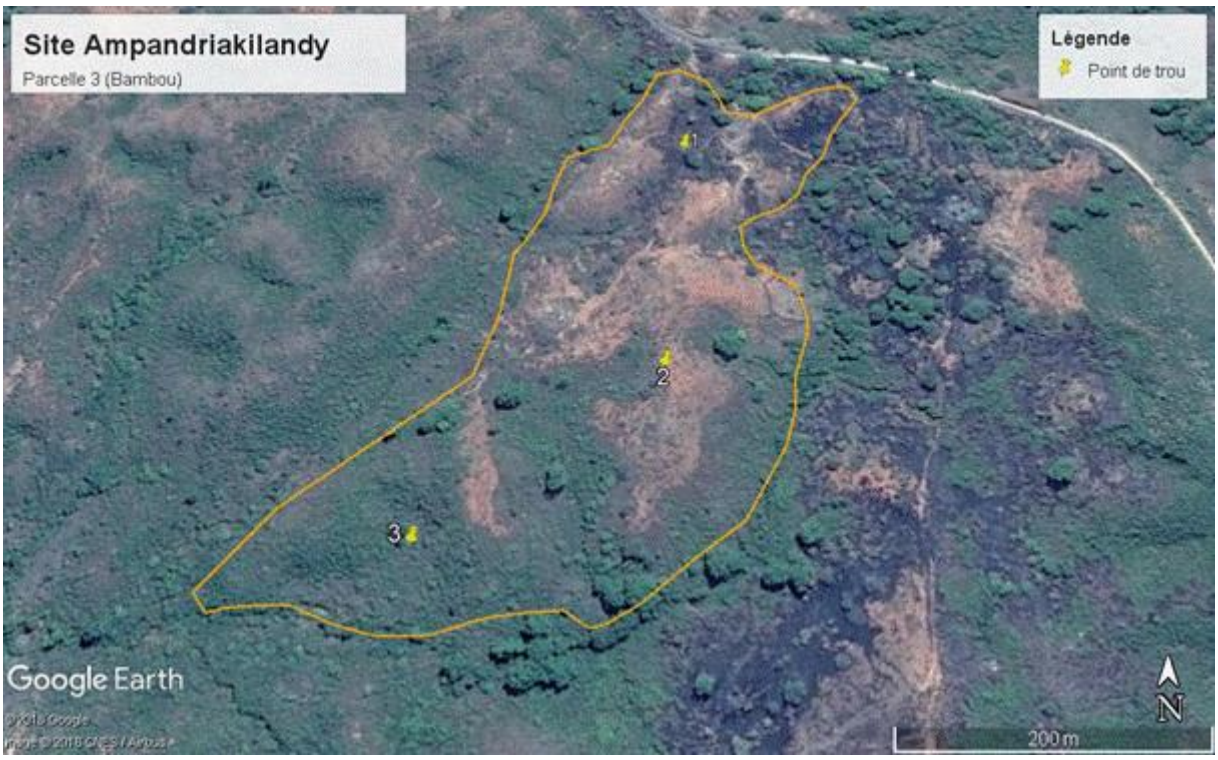
Carte 2. Commune d'Ampandriakilandy, site 1. Localisation *a priori* des points d'échantillonnage.



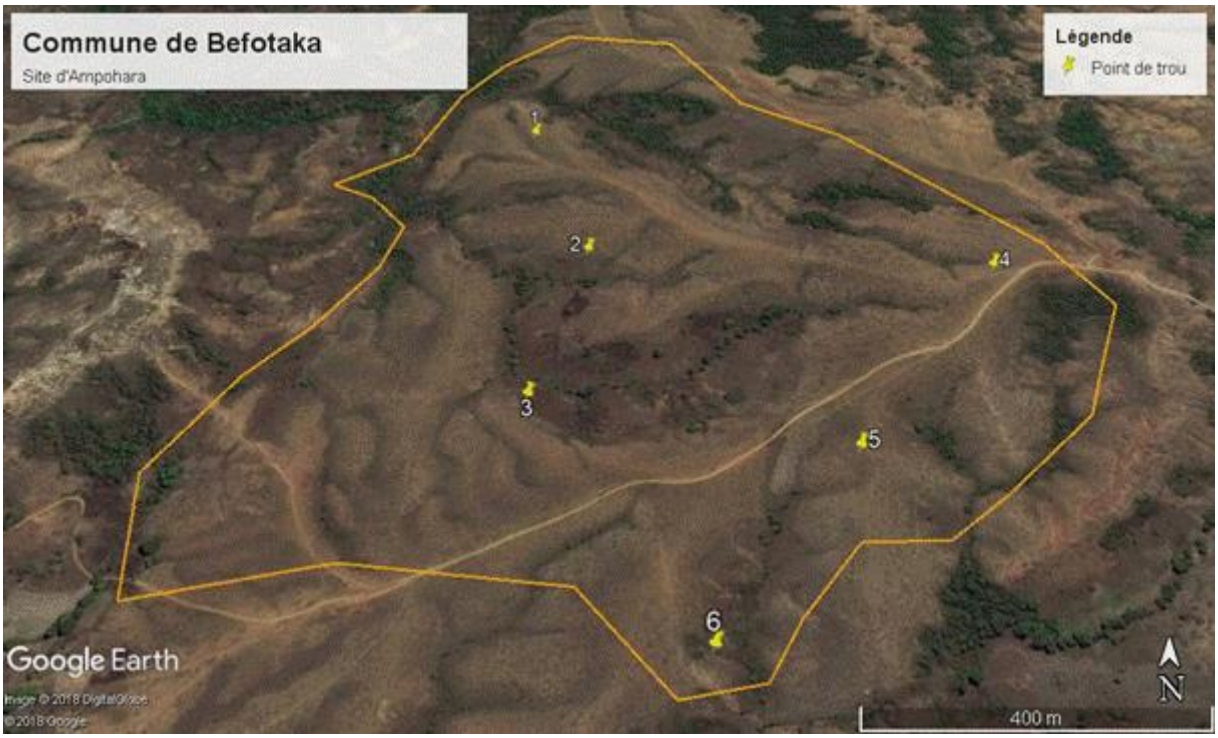
Carte 3. Commune d'Ampandriakilandy, site 2. Localisation *a priori* des points d'échantillonnage.



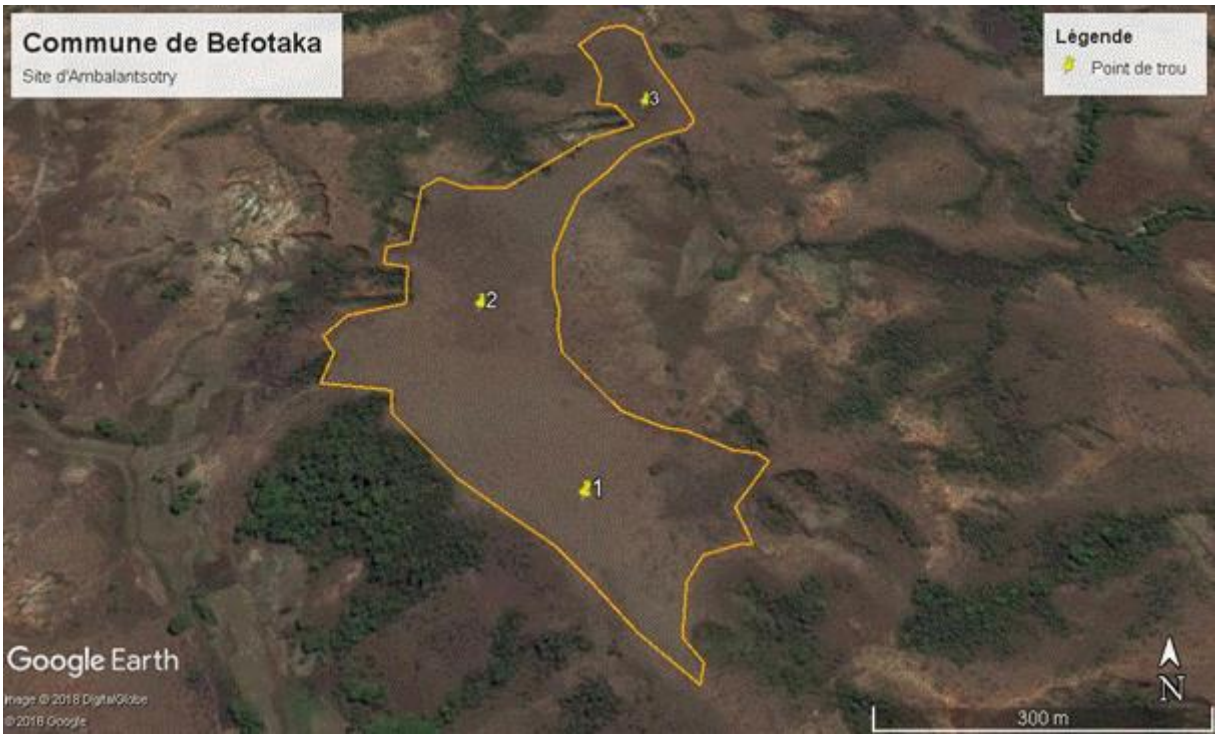
Carte 4. Commune d'Ampandriakilandy, site 3. Localisation *a priori* des points d'échantillonnage.



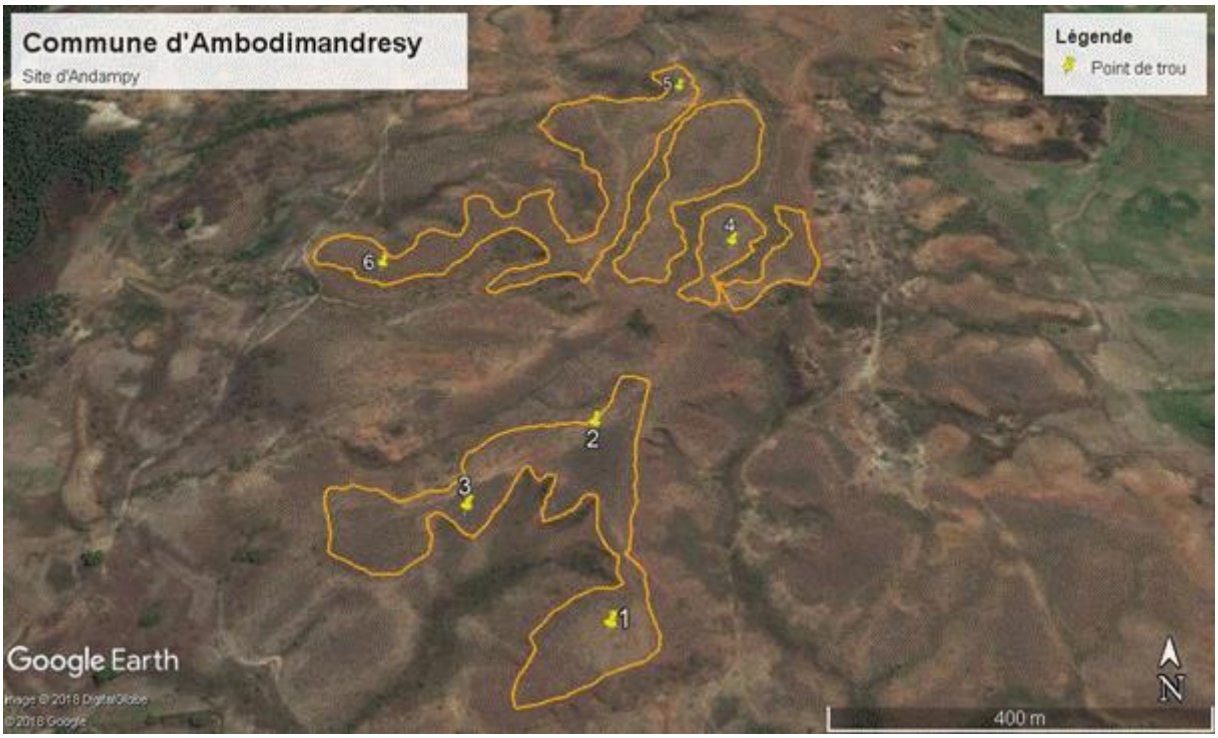
Carte 5. Commune de Befotaka, site d'Ampohara. Localisation *a priori* des points d'échantillonnage.



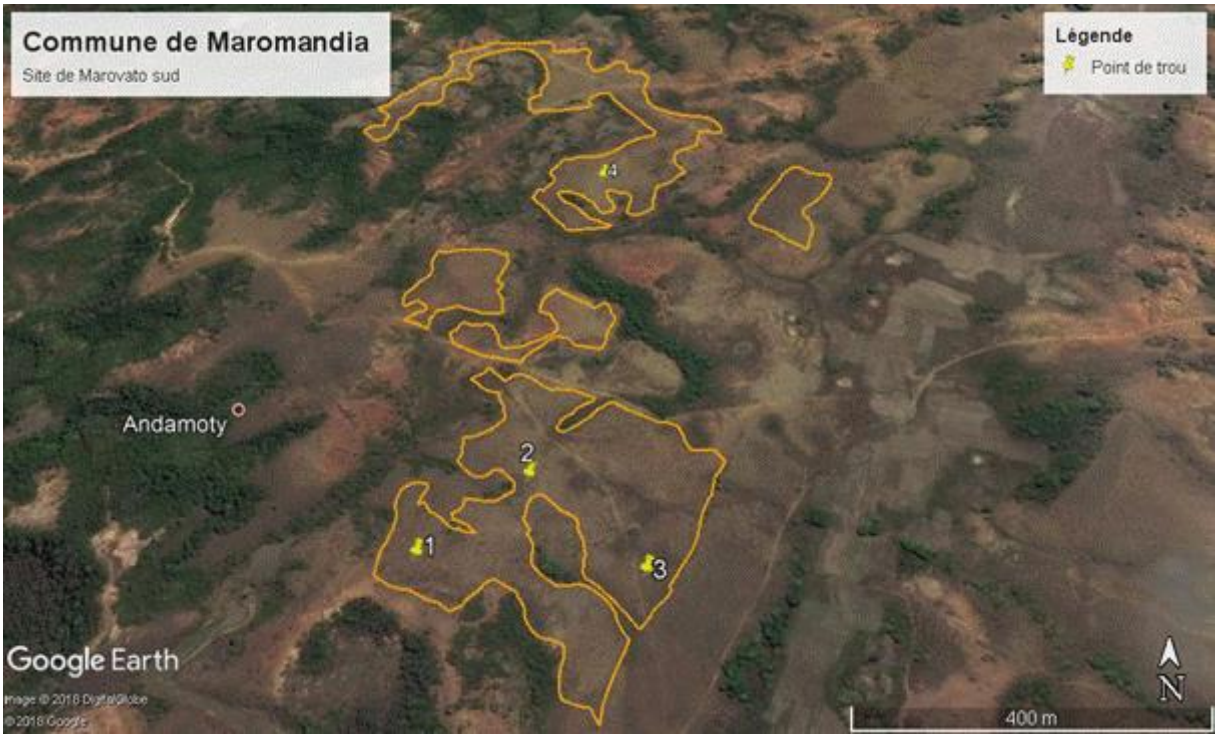
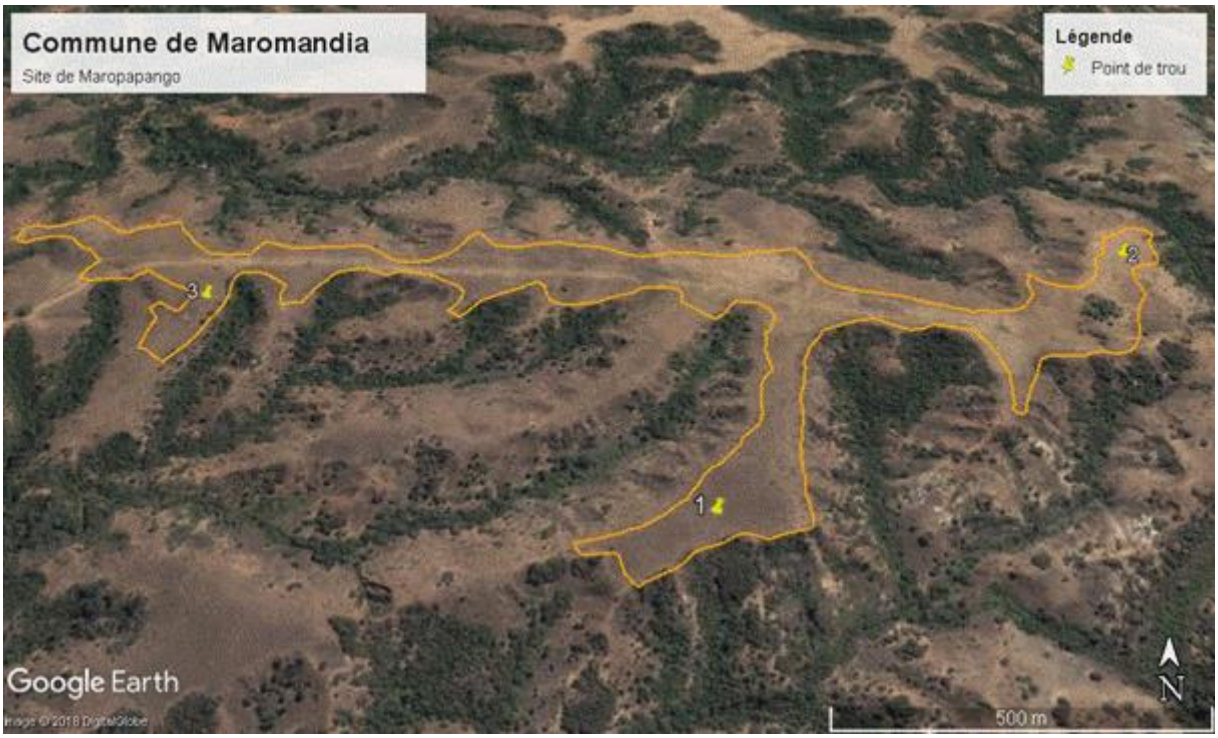
Carte 6. Commune de Befotaka, site d'Ambalatsotry. Localisation *a priori* des points d'échantillonnage.



Carte 7. Commune d'Ambodimandresy, site d'Andampy. Localisation *a priori* des points d'échantillonnage.



Carte 8. Commune de Maromandia, site de Marovato sud. Localisation *a priori* des points d'échantillonnage.



Carte 9. Commune de Maromandia, site de Maropapango. Localisation *a priori* des points d'échantillonnage.