

# *Caractérisations Physico-Chimique Des Sols Dans La Région Tropical Comme Le Sud De Madagascar*

Ravaliniaina Kantonieràna Miravo Finaritra Tafitasoa<sup>1</sup>, Raharinieràna Hantaniaina<sup>2</sup>, Solonjatovo RAKOTONIRINA<sup>3</sup>, Andrianary Philippe<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ecole Doctorale de l'Ingénierie et des Géosciences (INGE), Mention Génie Civil, Aménagement du Territoire, Université d'Antananarivo ;

<sup>2</sup>Ecole Doctorale Sciences et Techniques de l'Ingénierie et de l'Innovation (STII), Ecole supérieure Polytechnique, Université d'Antananarivo ;

<sup>3</sup>Equipe d'Accueil Doctorale, Mention Génie Civil, Aménagement du Territoire (INGE), Université d'Antananarivo ;

<sup>4</sup>Equipe d'Accueil Doctorale Valorisation des Ressources Propres (STII), Ecole Supérieure ;

Email auteur correspondant: [ravaliniaina1510@gmail.com](mailto:ravaliniaina1510@gmail.com)



**Résumé – De nombreux spécialistes ont étudié des sols mais chacun à sa version, sa compréhension et son interprétation sur leur formation.**

**Dans notre recherche, nous avons effectué des recherches approfondies sur la caractérisation physico-chimique de la terre et sa correction possible pour avoir un sol apte à l'agriculture dans la lutte contre la famine dans la région sèche comme le Sud de Madagascar.**

**Mots clés – Caractérisations Physico-Chimique, Sols, Région Tropical, Sud De Madagascar.**

**Abstract – Many specialists have studied soils but each has his version, understanding and interpretation on their formation.**

**In our research, we carried out extensive research on the physico-chemical characterization of the land and its possible correction to have a soil suitable for agriculture in the fight against famine in the dry region such as southern Madagascar**

**Keywords – Physico-Chemical Characterizations, Soils, Tropical Region, Southern Madagascar**

## I. INTRODUCTION

Selon l'ONU, 91% de toutes les catastrophes entre 1998 et 2017 ont été causées par des inondations, des sécheresses, des vagues de chaleur et d'autres phénomènes météorologiques extrêmes.

Victime, coupable et solution au changement climatique, l'agriculture est les trois à la fois. Aujourd'hui, ceux qui nourrissent l'humanité commencent à souffrir de la hausse globale de la température terrestre.

Les pays du Sud sont particulièrement conscients du défi à relever car elles sont les plus impactées par les effets du changement climatique, les rendant plus vulnérables.

L'un des soucis majeurs de la population dans les pays tropicaux comme Madagascar surtout dans la région Sud est le réchauffement de la terre causé par le changement climatique. Dans le secteur agricole, il est constaté que la sécheresse est la cause principale de la dégradation des cultures.

Ces événements de plus en plus fréquents et intenses, entraînent des répercussions croissantes sur la sécurité alimentaire ; les effets du changement climatique nuisent fortement à l'accès aux aliments et à cela s'ajoute l'accès aux ressources en eau.

La difficulté de survie et surtout le manque d'eau limite les activités de la population économiquement, ce qui incite quelques « Antandroy » lorsqu'ils en ont les moyens, à aller vers les plus grandes villes pour y chercher du travail.

De ce fait, l'accélération des impacts du changement climatique implique que les agriculteurs du monde entier adoptent des pratiques résilientes face aux catastrophes afin de produire des aliments adéquats pour des populations croissantes.

Les activités économiques de la population concernent surtout l'élevage de bovidés, d'ovins et de caprins et à cela s'ajoute une maigre culture qui est le plus souvent du manioc et de la patate douce qui constituent leur aliment de base car ces seules cultures sont aptes à cette caractérisation de la terre.

L'accélération des impacts du changement climatique implique que les agriculteurs du monde entier adoptent des pratiques résilientes face aux catastrophes afin de produire des aliments adéquats pour des populations croissantes.

La culture est surtout utilisée pour nourrir la famille et n'est destinée à la vente que très rarement. Le problème dans cette région du Sud de Madagascar est la récurrence des périodes de disette. Lorsque cela arrive, la population est obligée de se mettre à la cueillette des

« raketa ».

Dans notre étude, afin d'aider la population du Sud de Madagascar à lutter contre la faim aigue, notre travail de recherche permettra d'assurer la sécurité alimentaire et de renforcer leur résilience face aux impacts causés par le changement climatique.

L'initiative consiste à envisager la correction des sols possibles à partir des caractérisations physico-chimiques connues par l'effet chimique de la terre pour trouver la correction possible pour avoir un sol apte à l'agriculture dans la lutte contre la famine dans la région sèche comme le Sud de Madagascar.

L'objectif de cette étude est de caractériser le sol du Sud de Madagascar pour la satisfaction des occupants.

## **II. MATERIEL : TERRE (SUD DE MADAGASCAR)**

### **1. Présentation de la zone d'étude :**

Le sud de Madagascar est caractérisé par une situation de sécheresse depuis des décennies mais pour certaines années, la situation se dégrade au point de provoquer une urgence ponctuelle ou prolongée. Le nombre de population nécessitant une intervention d'urgence immédiate atteignait 191 000 personnes sur 500 000 en situation d'insécurité alimentaire en 2009, et 200 000 personnes sur 720 000 en 2011. (1)

Cinq ans après la dernière situation d'urgence humanitaire sévère de 2009- 2011, l'insuffisance de la pluviométrie dès le début de 2014 avait affecté les récoltes de la contre saison de juin- juillet 2014.

A l'heure actuelle, selon Oxfam France, il s'agit du premier endroit au monde où la famine est en partie liée aux changements climatiques.

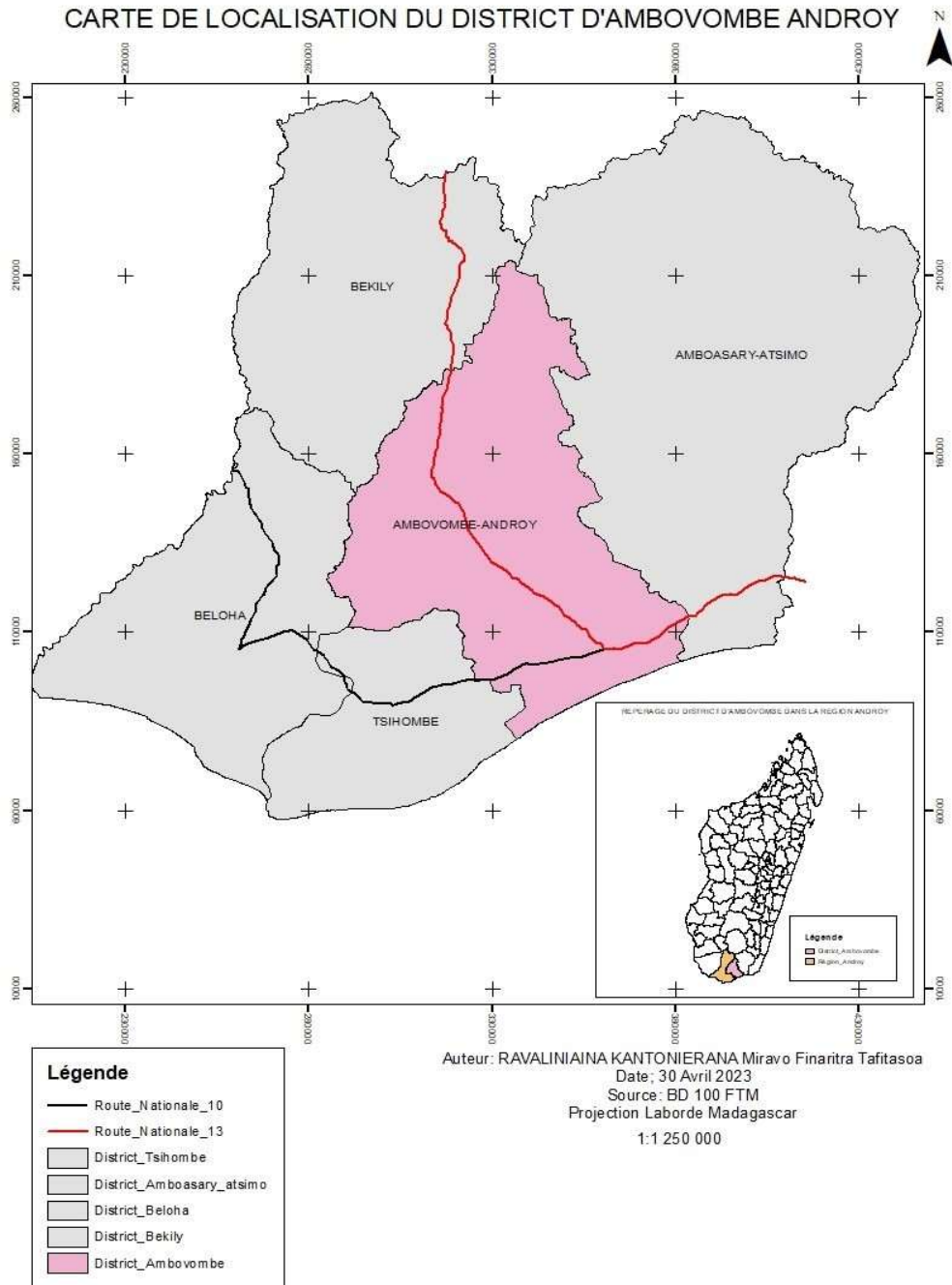
Face à cela, l'adaptation aux conséquences du réchauffement climatique et la décarbonation de l'économie malgache sont des choses que l'on peut faire et que l'on ne fait pas assez.

### **2. Localisation :**

Ambovombe-Androy se trouve administrativement dans la région Androy. Il appartient à la zone dite extrême sud de Madagascar, il est entouré :

- Au Nord par Bekily
- Au Sud par Tsihombe

- A l'Est par Amboasary Atsimo
- A l'Ouest par Beloha



### III. METHODOLOGIE

La démarche méthodologique adoptée est classique, elle est basée sur des recherches bibliographiques, sur des observations et des travaux sur terrain et enfin sur des essais et analyses au laboratoire en tenant compte la préparation des réactifs.

Nous avons fait les analyses approfondies des terres que nous avons recueillies sur la zone d'étude dans le Laboratoire de l'Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Département Génie chimique, Laboratoire Chimie Minérale de Vontovorona.

#### 1. Détermination de Phosphore assimilable :

##### 1.1. Matériels utilisés :

- ✓ Fiole jaugée
- ✓ Bouteille jaugée de 125ml
- ✓ Papier filtre wattman N° 42
- ✓ Tube à essai
- ✓ Spectromètre UV /VIS à la longueur d'onde 660nm

##### 1.2. Préparation des réactifs utilisés pour la détermination de Phosphore P :

Tableau n°1

REACTIFS	MODE DE PREPARATION
NH <sub>4</sub> F 1N	Dissoudre 37g de fluorure d'ammonium dans de l'eau distillée et compléter le volume à 1L en utilisant une fiole de 1L
Hcl 2N	Diluer 80,8 ml de Hcl concentré par de l'eau distillée pour avoir un volume total de 500ml
Solution extractante	Ajouter 15ml de fluorure d'ammonium 1N et 25ml de Hcl 2N dans 460ml d'eau distillée. Cette solution nous donne 0,03N de NH <sub>4</sub> F et de 0,1N de Hcl. On peut la stocker dans une bouteille en verre pendant 1an.
SnCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O concentré	Dissoudre 10g de chlorure stanneuse dans 25ml de Hcl concentré. Le stocker dans une bouteille à compte-goutte sombre pendant 6 semaines.

Molybdate d'ammonium	Dissoudre 15g de paramolybdate d'ammonium dans 350ml d'eau distillée. Y ajouter lentement 290ml de Hcl 2N en agitant.  Refroidir en complétant le volume à 1L avec l'eau distillée.  Stocker cette solution dans une bouteille en verre sombre pendant 2 mois.
Solution diluée de Sncl <sub>2</sub>	Diluer 3 gouttes de Sncl <sub>2</sub> concentré dans 500ml d'eau distillée. Cette solution est à renouveler toutes les 2heures.
Solution mère étalon de phosphore 100 ppm	Dissoudre 0,2129g de KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> sèche à l'étuve à 110° dans de l'eau distillée. Compléter le volume à 500ml.
Solution fille étalon de 10ppm	Mettre 10ml de la solution mère étalon de 100 ppm dans une fiole de 100ml. Ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
Solution standard de 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm et 5 ppm	A partir de la solution fille de phosphore 10 ppm, mettre respectivement 2,5ml ; 5ml ; 7,5ml ; 12,5ml dans 4 différentes fioles jaugées de 25ml portant chacune leur référence et ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

### 1.3. Mode opératoire :

- Peser 2g de sol à 2mm de diamètre dans une bouteille Nagée de 125ml
- Ajouter 14ml de la solution extractante
- Bien fermer la bouteille et agiter rigoureusement pendant 1mn
- Filtrer avec un papier filtre Wattman N°42

Le filtrat ainsi obtenu contient le phosphore assimilable contenu dans l'échantillon de sol.

#### Préparation des étalons

- Mettre respectivement dans un tube à essai les solutions : 1ml de la solution standard de 1 ppm de Phosphore ; 2ml de la solution extractante ; 4ml d'eau distillée ; 2ml de la solution de molybdate d'ammonium et 1ml de la solution diluée du chlorure stanneuse.
- Bien homogénéiser le contenu du tube à essai à l'aide d'un mélangeur vortex ; répéter les mêmes opérations avec les autres solutions standards de Phosphore.

#### Préparation des échantillons

- Mettre successivement dans un tube à essai les solutions : 2ml de filtrant, 5ml d'eau distillée, 2ml de la solution de

molybdate d'ammonium et 1ml de la solution diluée de chlorure stanneuse.

- Bien homogénéiser le contenu du tube à essai
- Faire un essai blanc

Il faut attendre 20mn pour stabiliser la coloration ainsi obtenue ; ensuite, la mesure de Phosphore s'effectue au spectromètre UV/VIS à la longueur d'onde de 660nm.

#### **1.4. Expression des résultats :**

Avec un facteur multiparti de 3,5, l'appareil donne la teneur en Phosphore assimilable de l'échantillon de sol.

## **2. Détermination des bases échangeables et capacité d'échange cationique :**

### **2.1. Matériels utilisés :**

- ✓ Erlenmeyer de 125ml
- ✓ Entonnoir garni d'un papier filtre
- ✓ Fiole jaugée de 100ml
- ✓ Spectromètre d'absorption atomique

Après l'extraction des bases échangeables, le sol est saturé de  $\text{NH}^+$ . On enlève les sols d'ammonium libre, puis on procède à l'extraction de  $\text{NH}^+$  ainsi absorbé par une solution molaire de NaCl. L'ammoniaque sera ensuite déplacée en milieu alcalin, puis entraîné par la vapeur d'eau. Le dosage volumétrique est effectué sur le distillant.

### **2.2. Les réactifs :**

- Acétates d'ammonium  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1M : Peser 77,08g d'acétate d'ammonium et le dissoudre dans de l'eau distillée à 1L
- Ethanol 60%
- Solution de NaCl 1M : dissoudre 68,5g de NaCl dans 1L d'eau distillée. Le conserver dans une bouteille en verre de 1L
- Solution d'hydroxyde de sodium 10N
- Solution d'acide sulfurique 0,01N
- Indicateur mixte : dissoudre 0,0495g de Vert de biomacrésol et 0,033g de rouge de méthyle dans 50ml d'éthanol ;
- Solution d'acide brique à 2% : Dans une fiole jaugée de 2l, dissoudre 40g de  $\text{H}_3\text{BO}_3$  dans 1800ml d'eau distillée ; ajouter ensuite 40ml de la solution de l'indicateur mixte. Mélanger et ajuster le volume avec de l'eau distillée jusqu'au trait de la jauge.

### **2.3. Mode opératoire :**

- Placer 10g de Sol de diamètre 2mm dans un erlenmeyer de 125ml
- Ajouter 40ml d'acétate d'ammonium 1M
- Tournoyer et laisser reposer pendant 1heure ou plus
- Transférer le contenu de l'erlenmeyer dans une entonnoir garni d'un papier filtre ;

- Récupérer le filtrat dans une fiole jaugée de 100ml
- Bien rincer plusieurs fois le contenu de l'erenmeyer par 10ml d'acétate d'ammonium 1M et letransférer dans l'entonnoir jusqu'à l'obtention d'un volume de 100ml
- Compléter le volume jusqu'au trait de jauge par l'acétate d'ammonium
- La détermination des concentrations en Ca, K, Mg et Na s'effectue par le spectromètre d'absorption atomique. Le contenu de l'entonnoir sert à la détermination de la capacité d'échange cationique.
- Ajouter 50ml de la solution d'éthanol 60% dans l'entonnoir
- Récupérer le filtrat dans un erlenmeyer de 125ml.
- Après le lessivage par la solution d'éthanol, ajouter ensuite la solution de NaCl (système de lessivage et de neutralisation) dans l'entonnoir.
- Continuer cette opération jusqu'à l'obtention d'un volume de 100ml ;
- Introduire successivement dans l'appareil à distillation : 10ml du filtrat et 5ml de la solution desoude.
- Recueillir le distillat dans un erlenmeyer de 125ml contenant 5ml de la solution d'acide brique.
- Effectuer le dosage avec la solution d'acide sulfurique (un témoin est préparé dans les mêmes conditions.)

#### 2.4. Expression des résultats :

Soit :

$$V = V_a - V_o$$

V<sub>a</sub> : le volume de la solution d'acide sulfurique versé pour l'échantillon, Na sa normalité

V<sub>o</sub> : le volume de la solution acide sulfurique versé pour le témoin

La quantité d'acide pour neutraliser la solution sera :

L'équivalence de NH<sup>+</sup> ainsi dosé est égale à l'équivalence de la capacité d'échange cationique de la prise d'essai soit  $N * V$

Dans 100ml de la solution à analyser, on a :

$$\frac{N * V * 100}{10} = 10 * N * V$$

Pour 100g de sol donc, l'équivalence de la capacité d'échange cationique est de :

$$\frac{10 * N * V * 100}{10} = 100 * N * V$$

Comme

$$N = 0,01$$

alors

$$CEE = V \text{ méq}/100g$$

### **3. Détermination de carbone organique :**

#### **3.1. Matériels utilisés :**

- ✓ Erlenmeyer de 250ml

#### **3.2. Les réactifs :**

- Bichromate de potassium 1N : Dissoudre 49,04g de  $K_2Cr_2O_7$  dans une fiole jaugée de 1L avec de l'eau distillée et compléter le volume jusqu'au trait de jauge.
- Acide sulfurique concentré : 20ml par l'échantillon
- Sulfate ferreuse 0,5N : Dissoudre 140g de sulfate ferreuse ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dans une fiole jaugée de 1L avec de l'eau distillée. Ajouter 15ml de  $H_2SO_4$  concentré et compléter le volume à 1L avec de l'eau distillée.
- Complexe ferreuse-ortho- phénatroline 0,025 M : Dissoudre 1,485g d'ortho phénatroline monohydrate  $C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$  et 6,695g de  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  dans de l'eau distillée et compléter le volume à 100ml

#### **3.3. Mode opératoire :**

- Peser à peu près 0,5g de sol de diamètre 0,5mm et noter le poids exact. Le transférer dans un erlenmeyer de 250ml
- Ajouter 10ml de bichromate de potassium 1N et faire tourner l'erlenmeyer pour faire disperser le sol dans la solution
- Ajouter rapidement 20ml de  $H_2SO_4$  concentré. Tourner l'erlenmeyer puis agiter vigoureusement pendant 1mn
- Laisser reposer pendant 30mn. Ajouter 200ml d'eau distillée. Ajouter rapidement 20ml de  $H_2SO_4$  concentré. Tourner l'erlenmeyer puis agiter vigoureusement pendant 1mn ;
- Laisser reposer pendant 30mn. Ajouter 200ml d'eau distillée. Ajouter 4gouttes d'ortho-phénatroline et titrer la solution avec  $Fe_2SO_4$  0,5N
- La fin de la réaction s'observe par le virage d'une coloration verte intense au rouge violacé.
- Faire un essai à blanc dans les mêmes conditions.

### **4. Détermination du Ph du Sol :**

#### **4.1. Matériels utilisés :**

- ✓ pH mètre
- ✓ Bêcher de 50ml

#### **4.2. Réactifs :**

- Solution tampon pH 4 et pH

#### **4.3. Mode opératoire :**

- Peser 10g de Sol séché à l'air dans un Bêcher de 50ml
- Ajouter 25ml d'eau distillée
- Laisser en contact pendant 30mn en agitant de temps en temps à l'aide d'une baguette de verre
- Après étalonnage du pH mètre, introduire avec précaution l'électrode dans la suspension et lire le pH

- Ne pas agiter la suspension durant la mesure.

#### IV. RESULTATS :

##### 3.1. Caractérisation physico- chimique du sol (Tableau n° 301)

NATURE	Humidité %	pH	Phosphore Assimilable	Bases échangeables etCEC	Carbone Organique %
VALEUR	3,35	6,53	8,11ppm	39,88még/100g	13,33

##### 3.2. Eléments majeurs (Tableau n° 302)

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	SiO <sub>2</sub> %	Perte au Feu %
2,33	5,59	5,01	2,34	54,22	22,98

#### V. INTERPRETATIONS ET RECOMMANDATIONS

Notre sol est un sol acide donc pour neutraliser il faut additionner un liant basique tel que la chaux.

La chaux est un réactif basique peu coûteux très utilisée dans des plusieurs domaines, on la retrouve à l'état liquide dans lait de chaux, ou à l'état solide sous forme pulvérulente (poudre) ou d'agglomérats (cailloux).

1- absorption des cations Ca<sup>2+</sup> est généralement attribué aux propriétés acido-basique des surfaces latérales, qui sont constituées de liaisons coupées

. En effet le caractère acido- basique des sols est généralement assigné aux groupements superficiels de bordure X - OH (avec X= Al ou Si) est comparé à celui des oxydes minéraux.

L'ajout de chaux modifie la charge superficielle des sols et donc la structure de double couche dont l'extension diminue. Une diminution du volume apparent des particules et une contraction du mélange en résultent.

Cette action entraîne une augmentation de la limite de liquidité. Cette évolution provoque un déplacement du domaine vers les teneurs en eau importantes.

2- Notre sol est un type silice (pourcentage supérieure à 50%) donc il faut ajouter des terres rouges (riche en Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ) pour avoir de bon sol apte à l' agriculture au- dessus de la surface

#### VI. CONCLUSION

L'impact des changements climatiques est une réalité humaine dont nous faisons face tous les jours.

Comme le changement climatique impactent déjà fortement la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance d'un grand nombre de petits producteurs et des agriculteurs, à cela s'ajoutent de graves conséquences sanitaires souvent elles-mêmes liées à la pression accrue sur les ressources naturelles et notamment l'accès du Sud de Madagascar à la ressource en eau.

Les dommages ainsi infligés aux sols ont un impact néfaste sur les moyens d'existence, les fonctions écosystémiques, la sécurité alimentaire et le bien-être des personnes. Le taux actuel de dégradation des terres et des sols va très certainement compromettre la capacité des générations futures de satisfaire leurs besoins de base, à moins d'adopter la pratique agricole pour rendre le sol apte à une culture résilient aux changements climatiques.

Sachant que le sol a la capacité de stocker le carbone et donc de compenser les émissions de dioxyde de carbone responsables du réchauffement climatique. Nous pouvons dire que l'agriculture joue un rôle important dans l'atténuation du changement climatique.

En conclusion, la contribution des études des caractérisations des sols du Sud résulte que notre sol nécessite une correction terre – terre pour avoir de bon sol à l'agriculture : ajouter de la chaux pour stabiliser la caractérisation acide de la terre ou de la terre rouge pour stopper la pénétration directe de l'eau pour améliorer la caractérisation silice de nos terres.

**REFERENCES**

- [1] M Solohery Mémoire de fin d'étude du Master en Information Géographique MADAGASCAR 2019
- [2] RANAIVONIARIVO Velomanantsoa Gabriely « Contribution à l'étude des liants ESPA/INSA Lyon
- [3] AUTRET. P, latérites et graveleux latéritiques ISTED1983
- [4] KHAY (2012) « Etude physico- chimiques des interfaces chaux / Argile (UNIVERSITE deLIMOGES : 135p)