

## Chapitre 5

# Perception paysanne de la fertilité du sol et stocks de carbone du sol au Lac Alaotra, Madagascar



*Enquête auprès d'un paysan Sihanaka*

## **Chapitre 5. Perception paysanne de la fertilité du sol et stocks de carbone du sol au Lac Alaotra, Madagascar**

### **Présentation du chapitre**

Ce chapitre a été rédigé sous forme d'article scientifique (article 2) et a été soumis dans la revue : « Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement ».

L'objectif pour ce chapitre est de vérifier la nature de la relation entre savoirs locaux (sur les sols et perception de la fertilité des sols) et savoirs scientifiques (sur les stocks de carbone organique des sols).

La méthode pour l'étude des savoirs locaux sur les sols et la perception paysanne de la fertilité a été basée sur des travaux d'enquêtes effectuées sur 100 paysans. L'enquête a été facilitée par l'utilisation d'un guide d'entretien avec des entretiens ouverts et semi-ouverts.

Les données de carbone utilisées dans ce chapitre sont issues des travaux antérieurs réalisés par l'équipe du Laboratoire des Radioisotopes<sup>7</sup>.

Ce chapitre ne s'intéresse qu'à six des neuf types de sols reconnus dans la zone du Sud-est auxquels des données de C sont disponibles. Les résultats relatifs à la zone du Nord-est sont présentés en Annexe 5.

---

<sup>7</sup> LRI, Andraisoro, Antananarivo, Madagascar

## Article 2

# Perception paysanne de la fertilité du sol et stocks de carbone du sol au Lac Alaotra, Madagascar

Ravonjarison Nasandratra<sup>1\*</sup>

Albrecht Alain<sup>2</sup>

Penot Eric<sup>3</sup>

Razafimbelo Tantely<sup>1</sup>

Article soumis au journal “Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement”

**Auteur correspondant** : Ravonjarison N.

**Email**: [nasandratra.ravonjarison@gmail.com](mailto:nasandratra.ravonjarison@gmail.com)

<sup>1</sup>Laboratoire des Radiosotopes, Antananarivo, Madagascar

<sup>2</sup> IRD, UMR Eco&Sols, Montpellier, France

<sup>3</sup> CIRAD, UMR Innovation, Montpellier, France

## Résumé

L'intérêt grandissant porté sur les savoirs locaux en termes de fertilité des sols repose essentiellement sur leur reconnaissance à procurer des données nécessaires et efficaces pour une gestion durable des sols. Premiers acteurs qui œuvrent et gèrent leurs exploitations, les paysans sont sans conteste les mieux placés pour comprendre et connaître leur quotidien : « le sol » et pour en percevoir la fertilité. Cette dernière, selon la littérature scientifique, est fortement liée aux stocks de carbone organique du sol (COS en  $\text{MgC. ha}^{-1}$ ). Ces stocks de COS sont, en effet, des constituants majeurs attestant la fertilité du sol et sont très variables suivant les types de sols. Cette étude a pour objectifs (i) d'analyser la perception locale de fertilité avant de vérifier (ii) si les stocks de COS de 0 à 40 cm de profondeur scientifiquement validés comme déterminant majeur de la fertilité sont aussi dans la perception paysanne un indicateur de fertilité ; (iii) si la diversité des stocks de COS selon les types de sols issus des classifications scientifiques est aussi vérifiée selon les types de sols issus des classifications paysannes. La méthodologie a été basée sur l'exploitation des données relatives aux savoirs locaux sur les sols, aux indicateurs locaux de la fertilité des sols et aux mesures de stocks de COS. Ces données ont été confrontées aux données d'enquêtes effectuées auprès de 100 paysans sur la perception de la fertilité des sols. Les résultats ont montré que la perception paysanne du niveau de la fertilité des sols est en corrélation positive avec les valeurs de stocks de COS mesurées. Plus les stocks sont élevés, entre 35,4 et 72,4  $\text{MgC. ha}^{-1}$ , plus les sols sont perçus comme fertiles par les paysans. Et moins les sols sont riches en carbone, avec des valeurs entre 7,9 et 31,3  $\text{MgC. ha}^{-1}$ , plus ils sont perçus comme pauvres. Il a aussi été montré que les stocks de COS varient suivant les types de sols reconnus par les paysans. Les *baiboho-pasika fotsy* (sols alluvionnaires blancs) ont, par exemple, des stocks moyens de  $21,5 \pm 2,4 \text{ MgC. ha}^{-1}$ , si pour les *baiboho-pasika mainty* (sols alluvionnaires noirs), ils sont de  $49,6 \pm 1,5 \text{ MgC. ha}^{-1}$ . Vérifiés semblables aux connaissances scientifiques, ces savoirs locaux peuvent servir de référence d'évaluation de fertilité des sols qui garantiraient la réussite des projets de développement pour une gestion durable de ces ressources « sol ».

**Mots clés** : savoirs locaux, Carbone organique du sol, fertilité de sol, connaissance endogène, Ambatondrazaka

## **Abstract**

The growing interest related to the local knowledges in terms of soil fertility is primarily based on their recognition to get the needed and efficient data for a sustainable soil management. First actors who work and manage their farms, the farmers are unquestionably the ones who are able to understand and to know their daily life : « the soil » : and to perceive its fertility. According to the scientific literature, this fertility is strongly related to soil organic carbon stocks (SOCs, MgC. ha<sup>-1</sup>). Actually, these SOCs are the main components attesting soil fertility and they are very variable according to soil types. This study aims (i) to analyze local perception of fertility before checking (ii) if the SOCs from 0 to 40 cm of depth scientifically validated as main parameters of fertility are also in accordance to farmers' perception an indicator of fertility ; (iii) if these SOCs which are variable according to scientific soil types also fluctuate according to soil types which are recognized by the farmers. The methodology was based on the analysis of existing data related to the local knowledge of soils, to soil fertility indicators and to SOCs measurements. These data were after compared to the data from the investigations carried out with 100 farmers about their evaluation and local perception of soils fertility. The results demonstrated that farmers' perception of soils fertility level is positively correlated to the measured values of SOCs. The more the stocks increase, between 35,4 and 72,4 MgC. ha<sup>-1</sup>, the more the farmers perceive the soils as fertile. In the other side, the less the soils are rich of Carbon, with values between 7,9 and 31,3 MgC. ha<sup>-1</sup>, the more they are perceived as poor soil. It was also demonstrated that the stocks vary according to the farmers' recognized soil types. For example, the baiboho-pasika fotsy (white alluvial soils) have an average stocks of 21,5 ± 2,4 MgC. ha<sup>-1</sup>, and for the baiboho-pasika mainty (black alluvial soils), they are of 49,6 ± 1,5 MgC. ha<sup>-1</sup>. Confirmed as similar to scientific knowledges, these local ones can be used as reference assessment of soils fertility which might guarantee the success of development projects for a sustainable management of these « soils » resources.

**Key words** : local knowledge, organic Carbon of soil, soil fertility, endogenous knowledge, Ambatondrazaka

## 5.1 Introduction

Les savoirs locaux en termes de fertilité ont longtemps été ignorés, mais avec l'émergence des concepts de la recherche-participative, la reconnaissance de ces savoirs comme ressources clés pour la gestion durable des sols tropicaux est devenue évidente (Hecht, 1990; Barrios et Trejo, 2003; Oberthur et al., 2004). Ces savoirs restent nécessaires pour analyser efficacement l'utilisation paysanne des terres. En effet, ces savoirs paysans sont fondés sur des connaissances et expériences longuement acquises et transmises à travers des générations et sont reconnus partout dans le monde (Diallo, 1995 ; Nomo, 2005). Selon leurs devoirs à travailler sur leurs parcelles, chaque jour, les paysans développent davantage des expertises sur le sol et sur la fertilité des sols. Le terme « fertilité de sol » se définirait par la capacité naturelle et durable de celui-ci à assurer la production végétale (Ernst Klapp dans les années soixante et cité par Genot *et al.*, 2009). En termes d'activités agricoles, la fertilité du sol est le résultat de l'action de l'homme commandé par ses savoirs et est traduite par des pratiques locales en interaction avec ce qu'offre la nature (type de sol, climat, ...).

La prise en compte des savoirs locaux permettrait l'identification d'informations susceptibles de développer des innovations techniques, pertinentes et adaptées à la réalité locale. Les chercheurs ont besoin de comprendre les savoirs des paysans pour conduire des programmes de développement agricole efficaces et des recherches appropriées. La compréhension de ces savoirs est telle, que sa négligence a généré des bilans négatifs sur les efforts de plusieurs projets de développement agricoles dans plusieurs pays du monde (Warren, 1993 ; Gray, 2003).

Pour Madagascar, le cas de la zone du Lac Alaotra, peu d'attention a été accordée aux savoirs locaux liés à la perception et stratégies paysannes de la fertilité des sols, lors des mises en place de projets de développement rural. Tout récemment, à titre d'exemple, l'impact de la négligence des savoirs locaux s'est traduit par un succès mitigé de l'adoption paysanne de l'agriculture de conservation (AC) malgré une décennie d'efforts de promotion et de diffusion. En 2010, les surfaces réellement mises en AC au Lac Alaotra étaient de 419 ha avec environ 600 paysans (Penot *et al.*, 2011). Un chiffre restreint par rapport aux 3 000 ha et 2 500 paysans réellement encadrés depuis le début de la diffusion de la technique en

1998. Cette technique basée sur le non-labour, la couverture permanente du sol, la rotation et/ou association de culture a pourtant un potentiel avantage à stocker d'important carbone (C) dans le sol (Capillon et Séguy, 2002 ; FAO, 2002 ; Razafimbelo, 2010 ; Bernoux et al, 2006). Selon Bernoux et Chevallier (2013), le carbone organique du sol (COS) a un rôle non négligeable dans la fertilité des sols. Il s'agit du principal élément constitutif de la matière organique du sol qui aide les particules de sol à former des agrégats permettant de stabiliser sa structure. Une bonne structure de sol le rend moins sensible à l'érosion, facilite le stockage et la circulation de l'eau et de l'air, favorise la rétention des éléments nutritifs, réduit le phénomène de compactage et ainsi le maintient dans un bon état cultivable. Plusieurs études scientifiques affirment que les stocks de COS sont des paramètres majeurs attestant la fertilité du sol (Lalet al., 2007 ; Ssali, 2000). Ces stocks sont aussi confirmés variables selon les types de sols issus des classifications des pédologues (Metay, 2005 ; Razafimbelo et al., 2010 et Brahim et al., 2011).

Jusqu'à présent, aucune étude conduite à Madagascar n'a essayé de confronter directement les savoirs scientifiques relatifs aux valeurs des stocks de COS et les savoirs locaux sur les sols et la fertilité des sols. Cet article se propose alors de mettre en face ces deux savoirs en vue de vérifier leur concordance.

## **5.2 Matériels et méthodes**

### **5.2.1 Zone d'étude**

La région d'étude est la zone du Lac Alaotra, localisée au Nord-est de Madagascar, dans la Région *Alaotra-Mangoro*. La zone se trouve à 150 km d'Antananarivo, la capitale de Madagascar (figure1). Elle est surnommée « grenier à riz du pays » et se localise entre 17° 10' et 18° latitude sud et 48° 10' et 48° 40' longitude. La zone est formée par une vaste plaine marécageuse d'environ 130 000 ha entourée de plateaux et de collines herbeuses d'environ 5 700 km<sup>2</sup> (Penot et Garin, 2011). Le climat est de type tropical humide de moyenne altitude, caractérisé par deux saisons bien distinctes, une saison pluvieuse qui s'étend entre novembre et mars et une saison sèche d'avril à octobre. Elle enregistre une moyenne annuelle de température de 20°C et de pluviosité de 1 200mm variant de 560 à 1600 mm selon l'année. La zone du Lac Alaotra repose sur un plateau granito-gneissique intermédiaire situé entre 750 à 1 100m d'altitude et est caractérisée par trois principaux

types de sols, ferrallitiques, alluvionnaires et hydromorphes (Raunet, 1984 ; Garin, 1998 ; Rabenandro et al., 2009).







Quatre ensembles de données ont été exploités dans cet article. Il s’agit des données relatives (i) aux savoirs locaux sur les sols, (ii) aux indicateurs locaux de fertilité; (iii) aux stocks de carbone organique des sols et (iv) à la perception paysanne d’évaluation du niveau de fertilité de leurs sols.

### **5.2.2 Rappel sur l’acquisition des données relatives aux savoirs sur les sols et indicateurs locaux de fertilité**

L’acquisition des données relatives aux savoirs locaux sur les sols et sur les indicateurs locaux de fertilité des sols est résumée dans ce chapitre à titre de rappel afin de faciliter la lecture du manuscrit mais aussi pour présenter les données utilisées pour avoir les résultats.

#### **5.2.2.1 Données sur les savoirs locaux sur les sols**

Les savoirs locaux sur les sols ont été obtenus à partir de la grille de caractérisation des savoirs locaux développée par vall et al. (2006) (cf. 4.2.2 et 4.3.1). La figure 8 rappelle la classification paysanne des six types de sols de la zone du Sud-est qu’on va étudier dans ce chapitre.

Les types de sols reconnus par les paysans							
Noms vernaculaires		<i>Tanety marina</i>	<i>Voditany</i>	<i>Baiboho-pasika mainty</i>	<i>Baiboho-pasika fotsy</i>	<i>Baiboho bedana</i>	<i>Hotsahotsaka Mainty</i>
Noms des sols traduits en Français		Sols des collines à faible pente ( <i>tan</i> )	Sols des contrebas de versants ( <i>bp</i> )	* <i>Baiboho noir (bn)</i>	<i>Baiboho blanc (bb)</i>	<i>Baiboho limoneux (bl)</i>	Sols des rizières à irrigation aléatoire : noir ( <i>rn</i> )
Variable de description	Couleur	Jaune - rouge foncé	Noir	Tend vers noir	Blanc - jaune	Tend vers rose	Noir Jaune - rouge
	Structure	Compacte à moyennement compacte,	Grumeleuse, meuble	Granuleuse, friable, compacité faible			Moyennement compacte à compacité faible
	Texture	Sable et argile	Sable et quantité importante d’argile	Sable concassé noirâtre	Très sableux	Sable, argile et limon	Argile
Variable de fonction	Vocation culturale	Culture pluviale		Toutes cultures	Manioc et patate douce	Toutes cultures Sauf arachide	Riz en saison et légumes en contre - saison
	Besoin en fumures	Besoin important à faible besoin	Faible besoin	Faible besoin	Pas besoin	Faible besoin	Besoin de fumure
	Flexibilité de travail	Travail difficile à moyennement difficile	Travail facile	Travail facile	Travail facile	Travail facile	Travail moyennement difficile à facile

**Figure 8** : Six types de sols étudiés pour le cas de la zone du Sud-est



Les principaux critères de base utilisés par les paysans du Lac Alaotra pour la classification des sols sont la couleur, la structure et la texture. En complément à ces variables de description, les paysans catégorisent également leurs sols par rapport à leurs modalités de fonctionnement perceptibles à travers la flexibilité des travaux du sol, les besoins en fertilisation et les cultures possibles.

### 5.2.2.2 Données sur les indicateurs locaux de fertilité des sols

Pour rappel, les paysans se réfèrent à 11 principaux types d'indicateurs locaux de fertilité des sols. Ces indicateurs peuvent être classés en trois catégories avec quatre indicateurs physiques des sols, six indicateurs biologiques et un indicateur de productivité.

**Tableau 10** : indicateurs et évaluations locaux de la fertilité des sols

Indicateurs		Evaluation paysanne de fertilité des sols			Pourcentage de citation (n=100)
Groupe	Type	Fertile ou riche	Moyennement fertile	Non fertile ou pauvre	-
Indicateurs physiques des sols	Couleur	Noire ou foncée	Rose ou jaune - rouge	Jaune – blanc ou jaune rouge claire	89%
	Structure	Grumeleuse, friable	Peu massive	Massive, résistante	95%
	Texture	Proportion équilibrée entre sable, limon, argile	Proportion moyennement équilibrée entre les 3 éléments-	Déséquilibre significative entre sable, limon, argile	87%
	Consistance	Meuble, peu compacte	Moyennement compacte	Collante, dure, compacte	95%
Indicateurs biologiques	Espèces végétales présentes	<i>Hisatsa (Tribulus terrestris)</i> <i>Fandrotrarana( Cynodon dactylon)</i> <i>Tsipolitra (Biden spilosa)</i> <i>Tsindahory (Corchorus olitorus)</i> <i>Radriaka (lantana Camara)</i> ...	Mélange des deux espèces indicatrices de fertilité et pauvreté des sols	<i>Bozaka(Aristida multicaulis)</i> <i>Besofina (Urena lobata)</i> <i>Danga (Heteropogon contortus)</i> <i>Dingadingana (Psiadia altissima)</i> <i>Bakakely (Acanthospermum hispidum) ...</i>	66%
	Etat des plantes cultivées à la levée	Levée rapide, nombres restreints de poquets vides n'ayant pas germé	Levée moyenne	Levée lente, nombres élevés de poquets vides n'ayant pas germé	84%
	Taille des plantes cultivées	Grande	Moyenne	Petite taille	77%
	Couleur des feuilles	Vert bleuté	Vert	Jaunâtre	90%
	État desfeuilles	Large, de bonne qualité	Normal	Gâleux et flétri	75%
	Vitesse de croissance	Rapide	Moyen	Lente	85%
Indicateurs de productivité	Tendance des rendements	Elevée	Moyenne	Faible	96%

### **5.2.3 Acquisition des données sur les stocks de carbone organique des sols**

Les données de C ont été obtenues à partir des calculs de stocks de COS effectués en 2015 par l'équipe du LRI (Rakotoarimanana, 2015). Parmi les 237 parcelles de mesures de C, 100 ont été retenues pour cette étude. Les échantillons ont été prélevés sur six types de sols issus de la classification paysanne : sols des *tanety marina*, *voditany*, *baiboho-pasika mainty*, *baiboho-pasika fotsy*, *baiboho bedana* et *hotsahotsaka mainty*.

Le stock de COS en mégagrammes de C par hectare (MgC. ha<sup>-1</sup>), est obtenu en effectuant le produit de la teneur en carbone (TC en g.kg<sup>-1</sup> de sol), de la densité apparente (Da, g.cm<sup>-3</sup>) et de l'épaisseur (e en cm) de l'horizon **[Stock de COS = TC \* Da \* e \* 0,1]**.

Pour la mesure de la densité apparente du sol (Da), les sols ont été prélevés à l'aide d'un cylindre à différentes profondeurs de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm et 30-40 cm. Les échantillons ont été prélevés sur quatre angles de la parcelle et ont été homogénéisés en un seul échantillon composite pour chacun des horizons. La da est exprimée en g.cm<sup>-3</sup>. C'est le rapport entre le poids total sec et le volume de l'échantillon.

Les échantillons ont ensuite été séchés à l'air, préparés à 2 mm et broyés à 0,2 mm pour la mesure des teneurs en carbone. Les teneurs de carbone sont mesurées suivant la méthode Walkley& Black (Walkley and Black, 1934) et la spectroscopie en moyen infrarouge (SMIR). La première méthode est basée sur l'oxydation du carbone organique par le bichromate de potassium (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>). La réaction se traduit par un virage de couleur qui permet de déterminer la quantité de COS. Pour la SMIR, les échantillons ont été prédits grâce à leurs signatures spectrales qui ont été utilisées pour construire le modèle de prédiction des teneurs en COS. La valeur des stocks pour une parcelle est la somme des valeurs de tous les stocks calculés par épaisseur prélevée.

### **5.2.4 Acquisition des données sur la perception paysanne de la fertilité des sols**

Des enquêtes individuelles ont été réalisées auprès de 100 paysans propriétaires des parcelles sur lesquelles des prélèvements d'échantillons pour les mesures des stocks de COS ont été effectués. En se référant aux indicateurs locaux de fertilité de sols, les paysans ont été invités à estimer en 3 classes de fertilité leurs parcelles : fertiles (F), moyennement fertiles (MF) ou non fertiles (NF).

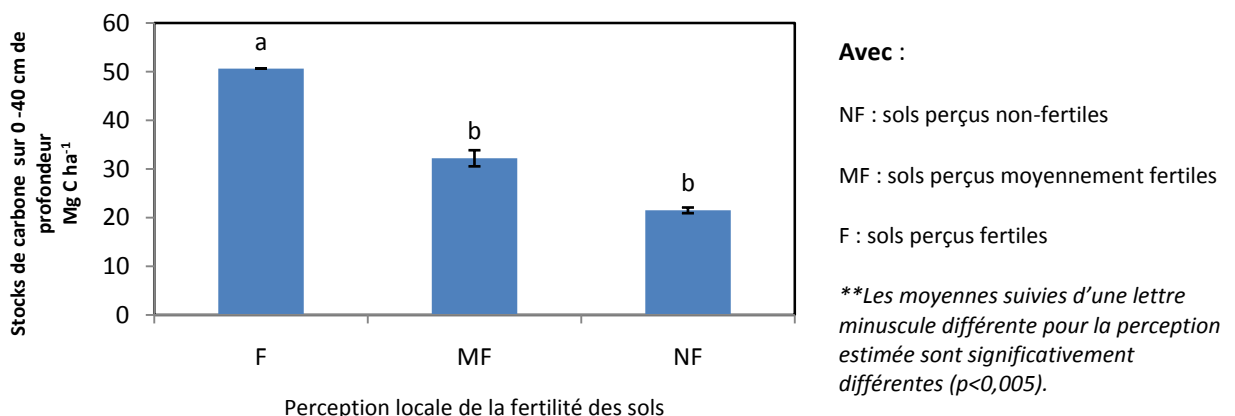
### 5.2.5 Traitement des données

L'évaluation paysanne de la fertilité des sols a été traitée par des analyses statistiques simples, par procédé de pourcentage. Une analyse de variance ANOVA sur XLStat utilisant les valeurs des stocks de COS en fonction de la perception paysanne de fertilité et des types de sols a ensuite été effectuée. L'analyse des différences entre les modalités (niveau de fertilité perçue et types de sols) a été faite suivant le test Tukey avec un intervalle de confiance à 95%. L'analyse du croisement entre ces trois variables à la fois quantitative (valeurs des stocks) et qualitative (perception paysanne de fertilité et typologie locale des sols) a été possible avec une analyse des correspondances multiples (ACM).

## 5.3 Résultats

### 5.3.1 Relation entre stocks de carbone et fertilité des sols perçus par les paysans

La perception paysanne du niveau de fertilité de leur sol a été croisée avec les valeurs de stocks de COS de 0 à 40 cm de profondeur. Les résultats montrent que les parcelles indiquées localement comme fertiles présentent des valeurs de stocks de COS significativement élevées avec des valeurs moyennes de  $50,6 \pm 1,5 \text{ MgC. ha}^{-1}$  par rapport à celles considérées comme moyennement fertiles et non fertiles avec des valeurs de stocks de  $32,2 \pm 4,4 \text{ MgC. ha}^{-1}$  et  $21,5 \pm 3,1 \text{ MgC. ha}^{-1}$ , respectivement. Il y a une différence significative entre les stocks de COS qui concordent bien avec la perception des paysans des gradients de fertilité de leur sol (**figure 9**).

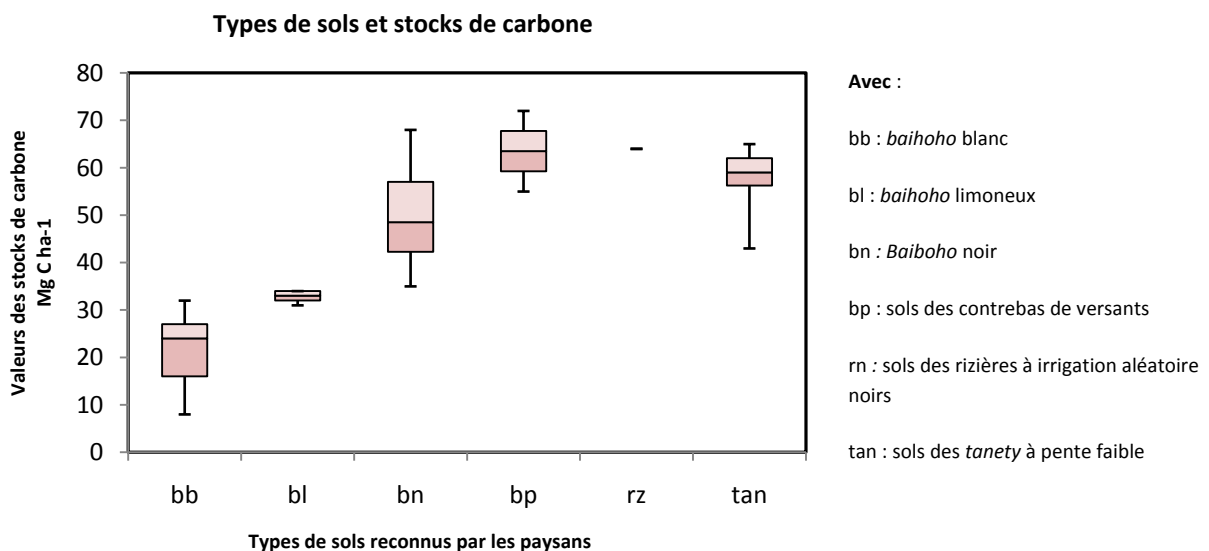


**Figure 9 :** Comparaison des stocks de carbone organique de sol et perception paysanne de la fertilité des sols

Les stocks de C des sols perçus comme fertiles sont significativement différents des stocks de C des sols perçus comme non fertiles ( $p = 0,0001$ ) et ceux des sols MF ( $p = 0,0007$ ). Toutefois, aucune différence significative n'est observée entre les stocks de C des sols perçus MF et sols perçus NF ( $p = 0,1288$ ).

### 5.3.2 Relation entre stocks de COS et types de sols reconnus par les paysans

Les types de sols ont aussi été croisés avec les valeurs de stocks. Les stocks sont différents selon les types de sols locaux. Les sols noirs des rizières à irrigation aléatoire ont des stocks de COS de  $64 \pm 7,8 \text{ MgC. ha}^{-1}$ ; les sols de bas de pente ont des stocks de  $63,5 \pm 5,5 \text{ MgC. ha}^{-1}$ , les sols des *tanety* à pente faible de  $57,6 \pm 2,7 \text{ MgC. ha}^{-1}$ , les *baiboho* noirs de  $49,6 \pm 1,5 \text{ MgC. ha}^{-1}$ . Pour les *baiboho* limoneux les stocks sont de  $32,7 \pm 2,6 \text{ MgC. ha}^{-1}$ . Et pour les *baiboho* blancs, les stocks sont de  $21,5 \pm 2,4 \text{ MgC. ha}^{-1}$ .



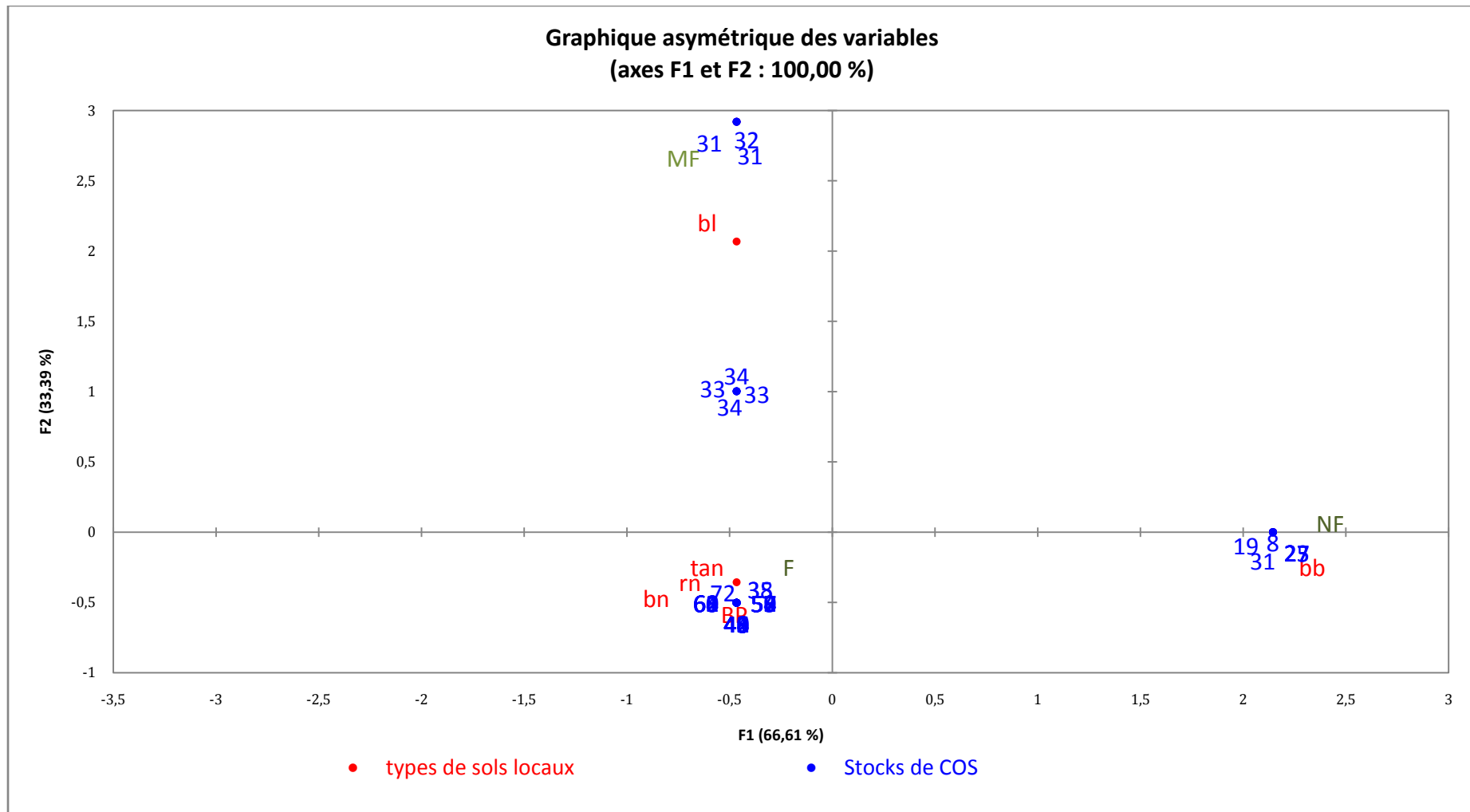
\*\*Les moyennes suivies d'une lettre minuscule différente pour un type de sol donné sont significativement différentes ( $p < 0,005$ ).

**Figure 10** : Variation des stocks de carbone en  $\text{MgC. ha}^{-1}$  suivant les types de sols reconnus par les paysans

### 5.3.3 Relation entre stocks de COS, perception paysanne de fertilité et types de sols reconnus par les paysans

La perception paysanne de la fertilité des sols et les types de sols ont été croisés par ACM (Analyse des Correspondances Multiples) avec les valeurs de stocks (**figure 5**). Le premier axe factoriel F1 explique 66,6% et l'axe F2 explique 33,3% de la totalité de la variance (100%). Les sols avec des stocks entre 35,4 et 72,4  $\text{MgC. ha}^{-1}$  se retrouvent dans un même

groupe, sur l'axe F1 négatif. Ces sols présentent des stocks élevés et regroupent les sols de *Baiboho noir*, les sols des collines à faible pente, les sols des contrebas de versants et les sols des rizières à irrigation aléatoire noirs. Ces types de sols sont perçus comme fertiles par les paysans. Inversement, les sols avec des stocks entre 7,9 et 31,1 MgC. ha<sup>-1</sup> sont regroupés sur l'axe F1 positif. Ces sols présentent les plus faibles valeurs de C et sont représentés par les *Baiboho* blancs. Ce sont des sols perçus comme non fertiles. Les sols de *Baiboho* limoneux se trouvent dans l'axe F2 négatif. Les stocks sont entre 31 et 34 MgC .ha<sup>-1</sup> et sont perçus moyennement fertiles.



**Figure 11** : Lien entre stocks de carbone organique du sol, évaluation paysanne de fertilité et types de sols (ACM : Analyse des Correspondances Multiples)

**Avec** : bb : *baihoho* blanc ; bl : *baihohocouvert* de limon ; bn : *Baibohonoir* ; bp : sols des contrebas des versants ; rn : sols des terres à riz de régime hydrique aléatoire noir ; tan : sols des *tanety* à pente faible ; MF : sols perçus comme moyennement fertiles ; NF : sols perçus comme non fertiles ; F : sols perçus comme fertiles

## 5.4 Discussions

### Stocks de carbone et perception paysanne de la fertilité des sols

Dans cette étude, il a été montré que les sols perçus comme fertiles par les paysans ont des stocks de COS significativement élevés par rapport aux sols perçus comme moyennement fertiles et aux sols perçus comme non fertiles. La perception paysanne en termes de fertilité de sol s'accorde ainsi parfaitement avec les savoirs scientifiques par rapport à la catégorisation du stock de carbone en tant qu'indicateur de la fertilité des sols (Feller, 1995 ; Irungu *et al.*, 1996 ; FAO, 2002). Parmi les principaux indicateurs locaux de fertilité, la couleur et la texture des sols sont liées directement aux stocks de COS et constituent les indicateurs d'évaluation paysanne de fertilité les plus utilisés de par le monde (Ettema, 1994 ; Barrera-Bassols, 2003 ; Saito *et al.*, 2006 ; Blanchard, 2010).

La couleur noire du sol, attestant selon les paysans un sol fertile, fait référence à l'importance de la quantité de la matière organique du sol, et corollairement des stocks. Ces stocks élevés (Irungu *et al.*, 1996) distinguent un sol fertile d'un sol non fertile.

Pour ce qui est de la texture, les paysans avancent que la présence importante de sable correspondrait à la pauvreté d'un sol et qu'une texture plus équilibrée entre sable (*fasika*), limon (*bedana*) et argile (*tanimanga*) caractériserait un sol fertile. Ces résultats sont similaires à ceux de Lepsch *et al.* (1994), Feller *et al.* (1997), Metay (2005), Razafimbelo *et al.* (2010) et Musinguzi (2013), confirmant qu'un sol argileux possède un pouvoir de stockage plus élevé qu'un sol sableux.

Des résultats similaires dans ce sens ont été rapportés par Murage (1999) mentionnant qu'au Kenya les sols productifs identifiés par les paysans ont significativement des taux élevés de carbone organique total.

Hossain (2001) et Musinguzi *et al.* (2013) avancent aussi qu'il existe déjà des indices révélant que les paysans sont conscients d'une corrélation positive entre éléments nutritifs du sol et niveaux de stocks de COS. Les paysans savent pertinemment qu'un taux important de matière organique, équivalent en langage paysan à la couleur noire du sol, est nécessaire pour assurer la productivité des plantes.

La comparaison des résultats avec les études faites par Musinguzi *et al.* (2013) semble aussi donner des résultats semblables, bien que les objectifs assignés soient légèrement différents. En essayant, en effet, d'estimer le rôle régulateur du COS dans le contrôle de la dose optimale d'engrais azoté à appliquer dans les sols tropicaux, l'étude a fait ressortir qu'un sol moins sensible à l'application de l'engrais azoté est un sol pauvre caractérisé par un faible taux de COS et un sol plus sensible réagissant efficacement à l'engrais azoté est un sol fertile à quantité de COS élevé.

### Stocks de COS et types de sols reconnus par les paysans

Les résultats ont aussi montré que les stocks de COS varient de manière significative selon les types de sols (Jones (1973), Feller *et al.* (1997) et Batjes (1996). Les types de sols utilisés dans cette étude sont ceux issus de la classification pédologique locale. Cette typologie se trouve être en parfaite adéquation avec la typologie proposée dans la zone d'étude (Raunet, 1984; Garin, 1998; Rabenandro *et al.*, 2009) et avec la classification CPC<sup>8</sup> (1967)(**tableau n°11**).

**Tableau 11** : Stocks de carbone en MgC. ha<sup>-1</sup> suivant les types de sols locaux comparés à la classification scientifique

Unité morpho logique	Types de sols reconnus par les paysans	Types de sols issus des précédentes études (Raunet, 1984 ; Garin, 1998 ; Rabenandro <i>et al.</i> , 2009)	Types de sols suivant la classification CPC <sup>8</sup>	Stocks de COS 0-40cm de profondeur MgC. ha <sup>-1</sup>
Tanety (collines)	Sols des <i>tanety</i> à faible pente ( <b>sompirana tan</b> )	<b>Sols ferralitiques de collines</b> , moyennement à très différenciés, pH neutre ou légèrement basique, généralement argileux	Sols fortement rajeunis, penévoués	57,6 ± 2,7 a
	Sols des contrebas des versants ( <b>voditany</b> ) Bp	<b>Sols ferralitiques aux piedmonts de collines</b> : enrichis en matière organique, sols minéraux, majoritairement argilo-sableux, pH acide 4.5 à 5		63,5 ± 5,5 a
Baiboho (bas de collines)	<i>Baiboho</i> noir ( <b>baiboho-pasikamainty</b> ) Bn	<b>Sols alluviaux de fonds de vallées</b> : riche en MO, structure de type arrondi grenu, poreux, friable et stable, pH neutre, sablo-limoneux	Sols rajeunis à structure dégradée  ou  Sols fortement rajeunis, penévoués	49,6 ± 1,5 a
	<i>Baiboho</i> limoneux ( <b>baiboho bedana</b> ) Bl	<b>Sols alluviaux à dominance limoneuse</b> , argilo-sablo-limoneux, structure fragmentaire à agrégats anguleux, pH neutre		32,7 ± 2,6 b
	<i>Baiboho</i> blanc ( <b>baiboho-pasika fotsy</b> ) Bb	<b>Sols alluviaux sableux</b> , structure continue, souvent localisés à proximité des cours d'eau, sableux, pH neutre		21,5 ± 2,48 c
Plaine (bas fond)	Rizières noires à irrigation aléatoire ( <b>hotsahotsaka mainty</b> ) Rn	<b>Sols hydromorphes moyennement organiques</b> , 6 à 15 % MO, argileux mais fréquence de strates sableuses, eau non maîtrisée	Sols hydromorphes	64, 0 ± 7,8 a

<sup>8</sup>Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols



## 5.5 Conclusion

Les indicateurs locaux de fertilité des sols ont servi de base pour caractériser 3 classes de fertilité (fertile, moyennement fertile et non fertile) des parcelles paysannes. Plus le stock de COS est élevé plus la parcelle est perçue comme riche et moins la parcelle dispose de C, plus elle est perçue comme pauvre par les paysans. L'étude a aussi mis en évidence que les stocks de COS varient suivant les types de sols reconnus par les paysans. Trois groupes de sols classés suivant les valeurs de COS et suivant la perception qu'ont les paysans de leur fertilité ont été catégorisés. Les sols des *baiboho* noirs, sols de bas de pente, sols noirs des rizières à irrigation aléatoire et les sols des collines à faible pente appartiennent au premier groupe. Ces sols sont perçus comme fertiles par les paysans et ont des stocks élevés. Le 2<sup>ème</sup> groupe est représenté par les *baiboho* limoneux, ils ont des stocks de COS intermédiaires et sont perçus comme moyennement fertiles par les paysans. Les sols des *baiboho* blancs constituent le 3<sup>ème</sup> groupe avec un stock de carbone assez faible, ces sols sont perçus comme non fertiles par les paysans.

La perception paysanne de la fertilité de ces sols s'est avérée similaire aux savoirs scientifiques en termes de stocks de COS. Ce propos confirme ainsi la bonne connaissance des sols par les paysans du Lac Alaotra et la pertinence de leurs critères d'évaluation. Les savoirs locaux peuvent être ainsi explorés en tant qu'information-clé dans l'introduction ou le réajustement des nouvelles techniques ou encore à la réorientation de la recherche pour une agriculture durable et avantageuse pour les paysans.

## Remerciements

Les auteurs remercient et reconnaissent les appuis financiers et techniques des organismes suivants : IFS (International Foundation for Science, Al Cirad (Bourse de soutien pour doctorants alloué par le CIRAD), BGF (Bourse du Gouvernement Français), Parraf (Programme d'appui à la recherche en réseau en Afrique), FSP PARRUR (Fonds de Solidarité Prioritaire pour la Promotion de la recherche dans le secteur du développement rural). Les auteurs remercient également les paysans du Lac Alaotra d'avoir partagé leurs riches connaissances et pour leurs accueils chaleureux durant tous les travaux d'enquêtes.