



<b>Table des matières</b> .....	i
<b>Dédicace</b> .....	iii
<b>Remerciements</b> .....	iv
<b>Listes des figures</b> .....	vii
<b>Résumé</b> .....	viii
<b>Abstract</b> .....	ix
<b>Introduction</b> .....	1
<b>Chapitre I : REVUE DE LITTERATURE</b> .....	4
<b>1.1. Gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture du cotonnier en rotation avec le maïs</b> .....	5
<b>1.2. Caractéristiques des résidus de récoltes et leur impact sur la qualité des sols</b> .....	6
<b>1.3. Modes de gestion des résidus de récoltes dans les systèmes d'exploitations</b> .....	7
<b>1.3.1. Exportation des résidus de récolte</b> .....	7
<b>1.3.2. Gestion des résidus de récolte par la technique d'enfouissement</b> .....	7
<b>1.3.3. Gestion des résidus de récolte par la technique de compostage ou recyclage des résidus de récolte</b> .....	8
<b>1.3.4. Gestion des résidus de récolte par la technique de paillage</b> .....	8
<b>1.3.5. Gestion des résidus de récolte par la technique de brûlis</b> .....	9
<b>1.4. Valorisation et restitution des résidus de récolte</b> .....	9
<b>1.5. Travail du sol et son impact sur le niveau de productivité des sols.</b> .....	10
<b>1.5.1. Effet du labour sur les propriétés physiques, chimiques, et biologiques du sol</b> .....	10
<b>1.6. Le semis direct</b> .....	11
<b>1.7. La rotation culturale</b> .....	12
<b>Chapitre II : MATERIEL ET METHODES</b> .....	14
<b>2.1.1. Site d'étude</b> .....	15
<b>2.1.2. Caractéristiques du sol</b> .....	17
<b>2.1.3. Matériel végétale</b> .....	18
<b>2.1.4. Fumure minérale et organique</b> .....	18
<b>2.1.5. Produits phytosanitaires</b> .....	18
<b>2.2. Conduite de l'étude</b> .....	18
<b>2.2.1. Dispositif expérimental</b> .....	18
<b>2.2.2. Historique de l'étude et de la parcelle</b> .....	19
<b>2.2.3. Traitements étudiés</b> .....	20

2.2.4. Opérations culturales .....	20
2.2.5. Paramètres mesurés .....	21
2.2.6. Méthodes d'analyse des sols.....	22
2.2.7. Traitement des données .....	23
<b>Chapitre III: RESULTATS –DISCUSSION.....</b>	<b>24</b>
3.1.1. Caractéristiques chimiques des sols.....	25
3.1.2. Nutrition minérale des cultures.....	31
3.1.3. Rendements et ses composantes .....	33
<b>3.2. Discussion .....</b>	<b>40</b>
3.2.1. Caractéristiques chimiques du sol avant la mise en place du maïs en 2014 .....	40
3.2.2. Caractéristiques chimiques du sol à la récolte du cotonnier en 2015. ....	40
3.2.3. Nutrition minérale du maïs et du cotonnier.....	42
3.2.4. Rendements et composantes .....	43
3.2.4.1. Production de maïs grain, de biomasse en 2014. ....	43
<b>Conclusion générale et perspectives.....</b>	<b>48</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>A</b>
<b>Annexe 1 : NORMES D’INTERPRETATION DES ELEMENTS CHIMIQUES, BU.NA.SOLS, 1989.....</b>	<b>A</b>
<b>Annexes 2 : instructions diagnostic foliaire I.R.C.T.....</b>	<b>D</b>

*Je dédie ce mémoire*

*A*

*Mes parents BEYE Dofini Ouari et BOGNINI Ydoumani pour les efforts consentis et pour avoir fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Je vous dis infiniment merci!*

*SOME Madeleine ma tutrice décédée prématurément le 20 août 2016, elle m'avait accordé son amour maternel pendant mes moments difficiles.*

*KAMBOU Fernandette, ma grande sœur chérie qui nous a quittés le 12 avril 2016. Elle, qui était impatiente de me voir finir mes études d'ingénieur. Que ton âme repose en paix.*

## Remerciements

Ce présent mémoire est le fruit de nos efforts et du soutien de nombreuses personnes auxquelles nous témoignons nos sincères remerciements.

Nos remerciements s'adressent :

- au Dr KOULIBALY Bazoumana, chef du programme coton, chercheur du dit programme et notre maître de stage; il est celui qui a accepté le déroulement de notre stage dans son établissement, qui a été toujours disponible malgré ses multiples occupations. Il n'a ménagé aucun effort pour la réussite de ce mémoire.
- à notre directeur de mémoire, le Dr TRAORE Mamadou pour sa contribution à la réalisation de ce mémoire;
- à OUATTARA Adama, chercheur du dit programme, il a toujours été auprès de nous pour corriger nos erreurs multiples et n'a ménagé aucun effort pour la réussite de ce mémoire. Nous vous disons sincèrement merci pour votre compréhension, vos soutiens financiers, matériels et moraux.
- à VOGNAN Gaspard, lui qui a permis notre entrée au programme coton. Qu'il nous excuse pour nos multiples dérangements afin d'obtenir notre premier stage en 2013.
- à feu Dr BONZI Moussa qui nous a quittés prématurément pendant notre stage.
- aux techniciens BERE Michel , BEGUE Sessouma, SERI Moussa dit «Vieux Moussa», SOUARE Bakary, TRAORE Adama, BARRY Seydou dit « pas de BV », DINDANE Issouf et DAO Yacouba pour le suivi et les observations judicieuses de l'essai. Je leur dis merci pour les conseils techniques, les savoirs pratiques dont j'ai bénéficié
- à Mme Sanou/Dougouri Alidiata Rita et Mme Somé/Dah Irène pour leur appui constant.
- au technicien Ouattara Amoro pour la réalisation des analyses de sol et de plantes au laboratoire GRN/SP. Je remercie également tout le personnel de ce laboratoire.
- à MONSIEUR KAMBOU. O. Inès mon tuteur, qui nous a accueillis comme son fils, nous a témoigné toute son affection par ses soutiens multiformes. Il n'a ménagé aucun effort pour la réussite de ce mémoire à travers la correction du présent document. Que le seigneur vous comble de sa grâce et qu'il vous le rende au centuple.

- à Mme KAMBOU/SOME Madeleine qui avait fait de moi son fils en m'hébergeant pendant les moments les plus difficiles de ma vie du lycée. Sincèrement «maman» je te dois ma réussite. Que Dieu t'accorde la miséricorde et que ton âme repose en paix.

- à mes frères et sœurs, particulièrement BEYE Florent. Il nous a beaucoup soutenus financièrement, moralement depuis notre entrée à l'université. Merci beaucoup pour ce que tu cherches à me mettre sur le chemin de la réussite. Sincèrement du fond du cœur, je ne saurais te remercier, mais seul le bon Dieu te le rendra. Trouve en ce mémoire le fruit de tes efforts que tu as consentis en moi.

- à ma chérie que je nomme ZIDA Assata. Je te dis sincèrement merci pour tes soutiens que tu m'as accordés. Je me rappelle toujours ta phrase dans tes sms matinale «réveil toi car tu dois aller au stage». Merci bien et que Dieu fortifie notre union.

- à tout le corps professoral de l'Institut du Développement Rural (IDR) pour leur volonté manifeste de faire de nous des cadres à la hauteur du travail qui nous attend sur le terrain.

- à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, les étudiants de l'IDR, mes amis et plus particulièrement HIEN Anselme, DAH Sié Célestin, OUATTARA Sory pour leur soutien et solidarité.

Il m'est très agréable d'exprimer ma gratitude et mes sincères remerciements à l'ensemble du personnel du programme coton pour sa collaboration exemplaire durant cette période de stage.

## **Liste des sigles et abréviations**

**BU.NA.SOLS** : Bureau National des Sols

**CEC** : Capacité d'échange cationique

**CPVQ** : Conseil des Productions Végétales du Québec

**FAO** : Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)

**GRN/SP** : Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Production

**INERA** : Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

**IRCT** : Institut de la Recherche Coton et Fibres Textiles

**ISB** : Indice de stabilité biochimique

**Jal** : Jours après levée

**Jas** : Jours après semis

**Kg** : Kilogramme

**MAHRH** : Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des ressources Halieutiques

**MO** : Matière organique

**MOS** : Matière organique du sol

**PIB** : Produit intérieur brut

**PMC** : Poids moyen capsulaire

**SBE** : Somme des bases échangeables

## Liste des tableaux

<b>Tableau I:</b> Système de rotation des cultures de l'étude .....	19
<b>Tableau II :</b> Caractéristiques chimiques du sol à la mise en place de l'essai en 2014 (Farako-bâ).....	26
<b>Tableau III :</b> Caractéristiques chimiques des sols en fonction des traitements après la récolte à Farako-Bâ sur 0-10 cm .....	28
<b>Tableau IV:</b> Caractéristiques chimiques des sols en fonction des traitements après la récolte à Farako-Bâ sur 10-20 cm.....	30
<b>Tableau V :</b> Teneurs en azote, phosphore et potassium du maïs à Farako-bâ et Kouaré (2014) .....	31
<b>Tableau VI :</b> Teneurs en N, P et K du cotonnier du cotonnier. ....	32
<b>Tableau VII :</b> Teneurs du cotonnier en éléments minéraux du cotonnier en fonction des interactions. ....	33
<b>Tableau VIII :</b> Production de maïs grain à Farako-bâ.....	34
<b>Tableau IX:</b> biomasse produite par les plantes de couverture .....	35
<b>Tableau X :</b> Rendement et biomasse des tiges de maïs .....	36
<b>Tableau XI:</b> Rendement, nombre de capsules, matière sèche et PMC à Farako-bâ (2015). ..	37
<b>Tableau XII:</b> Production de coton graine (en g) par position par plant à Farako-bâ.....	38
<b>Tableau XIII :</b> Rendement, nombre de capsule, PMC et matière sèche en fonction du travail du sol et de la gestion des résidus de récoltes à Kouaré.....	40

## Listes des figures

<b>Figure 1:</b> Pluviométrie de la station de Farako-bâ (2014 et 2015).....	16
<b>Figure 2:</b> Pluviométrie de la station de Kouaré en 2014 et 2015. ....	17
<b>Figure 3:</b> Schéma du dispositif expérimental.....	19

## Résumé

Au Burkina Faso, les faibles restitutions organiques dues à la mauvaise gestion des résidus de récolte et la pratique du labour régulier et indiscriminé entraînent la baisse de la fertilité des sols et des rendements. L'objectif de ce travail était d'évaluer l'efficacité des modes de gestion des résidus de récolte combinés au travail du sol sur les rendements des cultures et la fertilité du sol. L'étude a été conduite pendant deux années, sur les stations de Farako-bâ (04°20 Ouest de longitude, 11°06 nord de latitude et 450 m d'altitude) et de Kouaré (11°59' Nord de latitude et une longitude de 0°19' Est avec une altitude de 850 m). Le dispositif expérimental était un bloc de Fisher randomisé comportant six (6) traitements qui sont : F1T1 : semis direct +exportation des résidus de récolte, F1T2 : semis direct + résidus de récoltes recyclés en compost, F1T3 : semis direct + conservation des résidus, F2T1 : labour + exportation des résidus de récolte, F2T2 : labour+ résidus de récoltes recyclés en compost et F2T3 : labour +conservation des résidus de récolte. Les paramètres mesurés étaient : les caractéristiques chimiques du sol, la nutrition minérale du maïs et du cotonnier, le rendement et ses composantes. Les résultats ont montrés que les caractéristiques chimiques du sol et la nutrition minérale des deux cultures n'ont pas été significativement influencées par les traitements. Le labour combiné à la conservation des résidus de récolte (F2T3) a entraîné la plus forte baisse de la matière organique. L'exportation des résidus de récolte combinée au semis direct (F1T1) ou avec le labour (F2T1) a entraîné une baisse des éléments chimiques en particulier le potassium disponible et totale respectivement de 136,62 à 64,61 mg/kg et de 733,82 à 645,91 mg/kg sur 0-10 et 10-20 cm. La nutrition azotée et potassique du cotonnier a été bonnes, tandis qu'une nutrition déficiente en phosphore a été observée sur dans les traitements. L'effet combiné du travail du sol et des modes de gestion de résidus de récolte n'est pas significatif sur le rendement en coton graine et ses composantes à Farako-bâ contrairement à la station de Kouaré. Le semis direct combiné à l'apport compost (F1T2) a permis d'obtenir le rendement le plus élevé (1124 kg/ha), et la plus forte production de coton graine sur les branches végétatives, fructifères 1 à 5 et du nombre de capsules par plant de cotonnier. Le semis sans labour du sol, combiné à la valorisation des résidus de récolte pourrait améliorer la fertilité des sols et les rendements.

**Mots clés** : Semis direct, labour, résidus de récolte, compost, fertilité du sol, Burkina Faso.

## Abstract

In Burkina Faso, the low organic matter input and bad management of crops residue and the practice of the regular ploughing are responsible of the weakness of yields and the drop of the soil fertility. The objective of this work was to evaluate the effectiveness of the management modes of the crops residues combined with the soil work on the cultures yields and the soil fertility. The study was conducted for two years in the stations of Farako-bâ (04°20' west longitude, 11°06' north latitude and 450 m of altitude and Kouaré (11°59' Nord latitude and longitude 0°19' East with an altitude of 850 m). An experimental device of block of Fisher with complete randomization compares F1T1: direct seeding +exportation of the crop residues, F1T2: direct seeding + recycling of crop residues to compost, F1T3: direct seeding + conservation of crop residues, F2T1: ploughing + exportation of the crop residues, F2T2: ploughing + recycling crop residues to compost and F2T3: ploughing + conservation of crop residues. The chemical characteristics of soil; the mineral nutrition of corn and cotton plant, the yields and these components were evaluated. The chemical characteristics of the soil and mineral nutrition of the two cultures were not significantly affected by the treatments. The ploughing combined with the conservation of the crop residues (F2T3) involved the strongest fall of the organic matter. The export of the crop residues combined with the direct seeding (F1T1) or with ploughing (F2T1) resulted a drop of the chemical elements in particular the potassium available and total respectively from 136,62 to 64,61 mg/kg and 733,82 to 645,91 mg/kg on 0-10 and 10-20 cm. Nitrogen and potassic nutrition were correct, while phosphorus deficiency was observed for all the treatments on cotton plant. The combined effect of soil work and modes of management of crop residues is not significant on the cotton yield and its components to Farako-bâ contrary to the station of Kouaré. The direct seeding combined with the compost (F1T2) permitted to obtain the highest yield (1124 kg/ha), and the strongest production on the vegetative, fruiting branches 1 to 5 and the number of capsules per cotton plant. Seeding without ploughing the soil, combined with the valorization of crop residues could improve soil fertility and yields.

**Key words:** Direct seeding, ploughing, crop residues, compost, soil fertility, Burkina Faso.

## Introduction

Au Burkina Faso, l'activité agricole occupe 80% de la population totale et constitue la principale source d'emploi et de revenu du pays, contribuant ainsi pour environ 40 % au PIB (MAHRH, 2007). Le coton, principale culture de rente, est une importante source de revenu pour les producteurs, et la deuxième source de devises pour le pays, après l'or depuis 2011 (OCDE, 2006 et Hauchart, 2006). Il est cultivé dans plus de 250 000 exploitations par plus de 325 000 producteurs et il assure une relative intensification des systèmes de culture à base de cotonnier et de céréales (CSAO, 2005). Le coton généralement cultivé en rotation avec le maïs qui occupe le troisième rang des superficies emblavées en céréales, après le sorgho et le mil. L'agriculture est pourtant soumise à plusieurs contraintes telles la baisse de la fertilité des sols cultivés qui limite la production agricole. Les restitutions organiques sont faiblement pratiquées par les producteurs à cause de nombreuses contraintes qui limitent la production de fumures organiques, notamment la mauvaise gestion des résidus de récolte qui sont souvent brûlés, pâturés ou exportés (Bacye, 1993; Koulibaly *et al.*, 2010a). En effet l'exportation des résidus de récoltes entraîne la baisse de la teneur en  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  ainsi que la CEC des sols (Koulibaly *et al.*, 2010b). Selon Pieri (1989), la pratique de la culture sur brûlis entraîne la chute du taux de matière organique (MO) du sol dans l'horizon superficielle. Cet auteur souligne, outre une diminution du taux d'éléments fins en surface, une baisse de la plupart des indices de fertilité chimique du sol. En effet, après une douzaine d'années de cultures, les propriétés chimiques se stabilisent, mais l'appauvrissement en calcium, en matière organique et en azote se poursuit. Or l'évolution régressive des teneurs en éléments chimiques s'accompagne d'un compactage du sol, qui réduit l'infiltration et gêne l'enracinement (Naitormbaide, 2012). A cela s'ajoute les effets du labour sur la baisse de la fertilité du sol lorsqu'il est mal pratiqué. Selon Sissoko *et al.* (2013) dans les sols tropicaux, le labour continu et indiscriminé accélère la décomposition de la matière organique qui peut conduire à des pertes de nutriments. Aussi, lorsque le labour est effectué sur un sol trop sec ou trop humide et dans le sens de la pente, les effets obtenus sont contraires à ceux attendus : apparition d'une semelle de labour, sol émietté en surface, tassement, pertes de la matière organique et érosion du sol. Tout cela pourrait à long terme causer une dégradation globale des conditions de culture. Face à ces pratiques entraînant une baisse de la fertilité des sols et partant, la baisse des rendements, l'utilisation des engrais minéraux devient indispensable. Ces engrais minéraux, se révèlent efficaces seulement pendant les premières années de culture, car les rendements baissent après 5 à 10 ans (Sedogo, 1993). De même, la fumure

minérale sans aucune restitution organique affecte davantage les caractéristiques chimiques du sol avec le nombre d'années de culture, ce qui dénote d'ailleurs les limites de cette fumure (Koulibaly *et al.*, 2010b). L'engrais minéral modifie certaines propriétés physico-chimiques du sol causant une acidification des sols. Ainsi l'utilisation quasi exclusive des engrais minéraux s'accompagne d'une baisse de la fertilité des sols.

Pour pallier cette situation, l'utilisation de la matière organique s'avère incontournable. Berger *et al.* (1987) ont proposé l'enfouissement direct des résidus au sol ou leur restitution sous forme de fumure organique pour maintenir la fertilité des sols cultivés. Aussi la fumure minérale associée à l'enfouissement au sol des résidus et à leur recyclage en fumure organique, améliore les rendements et les bilans culturaux en N, P, K et S (Koulibaly *et al.*, 2010b). En effet, la matière organique améliore la stabilité structurale du sol, augmente la porosité et la capacité de rétention en eau du sol. De même, elle permet d'améliorer les propriétés physiques du sol tout en créant des micro-agrégats résistants au lessivage et aux effets néfastes de l'érosion.

L'adaptation des pratiques culturales en fonction des sols participe à l'amélioration de la fertilité des sols. En effet, le travail du sol agit directement sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol. C'est également un moyen d'associer certaines tâches comme la destruction des premiers adventices, ainsi que l'incorporation dans le sol d'amendements et de certains pesticides. Par ailleurs la présence d'un mulch en surface et la limitation des perturbations verticales du sol protègent le sol de l'érosion éolienne et hydrique, limitent les pertes de matière organique du sol (MOS) favorisent l'activité biologique des sols (Kern et Johnson., 1993; cité par Vian 2009). Selon Sauzet (2012), le semis direct permet d'augmenter la teneur en matière organique en surface (5 à 10 cm du sol) à cause du maintien d'une quantité élevée de résidus en surface qui permet cette stratification et de la faible décomposition des résidus.

Face à la dégradation des sols et à la faible productivité dans les systèmes de culture céréales-coton, il est important de rechercher des solutions de gestion rationnelle de la fertilité des sols dans les exploitations qui soient économiquement rentables et écologiquement durables. La présente étude dont le thème est : «*Effets combinés de la gestion des résidus de récolte et du travail du sol sur les paramètres de fertilité du sol et la productivité du maïs et du coton dans un système rotation coton-maïs à l'ouest du Burkina Faso*», s'inscrit dans cette démarche et vise l'amélioration et le maintien de la fertilité des sols à travers la combinaison de la gestion des résidus de récolte et le travail du sol.

L'étude a pour objectif global d'améliorer les rendements et la fertilité des sols à travers les modes de gestion des résidus de récolte combinés aux modes de travail du sol.

De manière spécifique, il s'agit de :

- évaluer l'effet du semis direct et de la gestion des résidus de récolte sur le rendement ;
- évaluer les effets de la gestion des résidus de récolte et du travail du sol sur les propriétés physico-chimiques ;
- déterminer l'efficacité du recyclage des résidus de récolte en compost sur les propriétés du sol.

Les hypothèses suivantes ont été formulées:

**Hypothèse 1** : le semis direct combiné aux modes de gestion des résidus de récolte améliorent le rendement

**Hypothèse 2** : Les modes de gestion des résidus de récolte et du travail du sol affectent positivement les propriétés du sol

- **Hypothèse 3** : Le recyclage des résidus de récolte en compost est plus efficace dans la gestion de la fertilité du sol

Le présent mémoire s'articule autour de trois chapitres: le premier est consacré à une revue de la littérature, le second présente le matériels et les méthodes utilisés pour la réalisation de l'étude, et enfin le troisième présente les résultats obtenus, la discussion, la conclusion et perspectives.

# **Chapitre I : REVUE DE LITTERATURE**

### **1.1. Gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture du cotonnier en rotation avec le maïs**

Pour la majorité des sols du Burkina Faso, caractérisés par leur faible fertilité originelle (Sedogo, 1993), la gestion de la fertilité des sols passe le plus souvent par la gestion de la matière organique ainsi que l'apport de matières minérales aux cultures. Dans la zone cotonnière, les exploitants ont recours à plusieurs pratiques à la fois pour gérer la fertilité de leurs terres. Ces pratiques sont les suivantes.

#### **❖ L'apport d'engrais minéral**

Dans le système de culture du cotonnier en rotation avec le maïs, la fertilisation des cultures est principalement basée sur les engrais minéraux au détriment des amendements calco-magnésiens et organiques, qui sont pourtant indispensables pour la protection du complexe argilo-humique sur lequel repose le maintien de la fertilité des sols (Berger *et al.* 1987). La fumure minérale utilisée dans la zone cotonnière est composée de 150 kg/ha de NPKSB (14-18-18-6S-1B) appliquées à 15 jours après semis (jas) et de 50 kg/ha d'urée à 40 jas sur le cotonnier. Pour le maïs, il est recommandé d'appliquer 100 kg/ha de NPK (14-23-14) à 15 jas complétés par 100 kg/ha d'urée à la montaison. Selon Pouya *et al.* (2013) les engrais minéraux sont peu utilisés par les paysans surtout à cause de leurs coûts élevés et de leur disponibilité irrégulière. L'utilisation des engrais est surtout limitée aux cultures de rente et aux cultures irriguées. Selon l'auteur, ces engrais minéraux sont le plus souvent utilisés de façon exclusive et les doses recommandées ne sont pas respectées. Or la fumure minérale sans aucune restitution organique affecte davantage les caractéristiques chimiques du sol avec le nombre d'années de culture, ce qui dénote d'ailleurs les limites de cette fumure (Koulibaly *et al.*, 2010b). Néanmoins certains producteurs y ajoutent de la fumure organique.

#### **❖ L'apport de matière organique**

L'utilisation de la matière organique reste peu répandue (26 % des cotonculteurs) malgré le rôle fondamental de celle-ci pour assurer aux cultures une fourniture optimale en nutriments et oligo-éléments (Pouya *et al.*, 2013). Cela peut être dû à la difficulté d'approvisionnement en résidus culturaux et à un manque de cheptel pour fournir les fèces nécessaires pour leur compostage. De plus, le recyclage par le compostage nécessite un savoir-faire et surtout de l'eau, choses qui ne sont pas toujours à la portée du producteur. Par ailleurs l'apport de fumure organique est indispensable pour l'amélioration et le maintien de la fertilité du sol. En effet la matière organique améliore la fertilité chimique des sols en accroissant la capacité d'échange

cationique (CEC), la somme des bases échangeables et améliore l'efficacité des engrais minéraux (Pallo *et al.*, 2006). Selon Larbi (2006), l'application de matière organique, particulièrement le compost a généralement des effets positifs sur la stabilité des agrégats à court terme (moins de trois ans). Cependant, ces effets se maintiennent lors d'applications répétées.

#### ❖ **Rotation des cultures**

Le maïs est utilisé dans les rotations à base de cotonnier parce qu'il constitue la base de la ration alimentaire dans la zone Ouest. Le maïs est une plante exigeante, qui gagne à être cultivé derrière une plante améliorante ou en tête de rotation. Selon Sissoko *et al.* (2013) et Pouya *et al.* (2013) dans cette rotation le maïs bénéficie de l'arrière effet de la fertilisation organo-minérale apportée sur le cotonnier. Ainsi les rendements des céréales restent largement liés aux arrières effets de la fertilisation du coton dans les zones cotonniere.

#### **1.2. Caractéristiques des résidus de récoltes et leur impact sur la qualité des sols**

Les résidus de récolte sont constitués essentiellement de glucides, lipides, protéines, celluloses, hémicelluloses et lignines avec des proportions variables. Plusieurs études, ont montré qu'il existe des corrélations entre la composition biochimique et la biodégradabilité de la matière organique (Jedidi *et al.*, 1993 cités par Bouajila *et al.*, 2013). Ainsi les résidus de récolte riches en lignine qui est un composé très stable dans le sol offre une présence constante de matériel fibreux de plus lente décomposition (Naman *et al.*, 2015). Par contre, les résidus de récolte riches en carbone peuvent immobiliser une partie de l'azote minéral résiduel. Ceci pourrait être considéré comme avantageux dans la mesure où l'azote minéral, surtout sous forme nitrique, échappe à la lixiviation suite aux pluies hivernales percolantes.

Plusieurs indicateurs permettent de caractériser les différents résidus de récolte. Ainsi, le rapport C/N est un des indices de qualité des produits. Un produit organique au rapport C/N élevé (> 15-20) peut entraîner un risque de « faim d'azote » pour les plantes, car les micro-organismes du sol utiliseront l'azote du sol disponible pour la minéralisation du produit en question (Huber et Schaub, 2011). De plus, ce produit se transforme et se minéralise peu et est rapidement stabilisé s'il est riche en lignine (Ancelin *et al.*, 2007), ce qui n'est pas intéressant pour l'amélioration de la fertilité du sol. Aussi, les résidus de récolte au rapport C/N élevé proviennent des débris végétaux riches en cellulose et lignine et pauvres en azote. Pourtant, les résidus de récoltes riches en cellulose ont un rendement en humus stable plus faible et leur dégradation dans le sol peut provoquer une phase d'organisation de l'azote minéral (Ançelin *et*

*al.*, 2007). On a tout intérêt, lors de leur enfouissement, à rechercher une décomposition maximale des pailles de céréales en les maintenant dans les 10 premiers centimètres du sol, pour bloquer le maximum de nitrates en surface avant leur migration en profondeur. Par contre, les résidus de récolte à rapport C/N bas (< 15) se décomposent rapidement car ils sont riches en azote soluble (Barbot *et al.*, 2004).

L'indice de stabilité biochimique (ISB) est un indicateur de caractérisation biochimique des résidus de récolte. Il représente la proportion de l'amendement de départ la plus résistante aux dégradations microbiennes, et donc susceptible de se stabiliser dans le sol. Plus l'ISB est élevé, plus l'amendement est stable dans le sol (Huber et Schaub, 2011). Les tiges de cotonnier riche en lignine, sont difficilement biodégradables. Aussi avec un ISB élevé, cela traduit la stabilité de l'amendement dans le sol. Quant aux pailles de maïs, elles sont facilement décomposables compte tenu de leur faible teneur en lignine (Autfray *et al.*, 2012).

### **1.3. Modes de gestion des résidus de récoltes dans les systèmes d'exploitations**

Dans la zone cotonnière, les résidus de récoltes sont utilisés à plusieurs fins. Selon Sissoko et Autfray (2006), les résidus de récoltes sont apportés comme litière au niveau des fosses fumière, laissés au champ ou brûlés. En plus, ils sont utilisés d'une part pour l'alimentation du bétail et d'autre part restitués au sol par enfouissement (Autfray *et al.*, 2012).

#### **1.3.1. Exportation des résidus de récolte**

Les végétaux cultivés contiennent une certaine quantité d'éléments minéraux qu'ils prélèvent du sol. L'agriculteur emporte la partie de la production qui l'intéresse, ce qui correspond à une perte pour le milieu. Si en plus de cela, les résidus de cultures sont exportés des champs, cela pourrait augmenter les pertes de nutriments au niveau de la parcelle. Les paramètres chimiques qui sont le plus concernés par cette exportation sont entre autres les teneurs en  $\text{Ca}^{2+}$ , en  $\text{Mg}^{2+}$  ainsi que la Somme des Bases Echangeables sur une période relativement longue (Koulibaly *et al.*, 2010b). Ainsi, les exportations des éléments minéraux par les récoltes et les résidus entraînent la dégradation des sols cultivés (Naitormbaide, 2012). A titre d'exemple, l'exportation des tiges de cotonnier entraîne une perte en N, P, K et S respectivement de 28,6, 11, 12 et 3,7 kg/ha pour le cotonnier et de 61,6, 5, 33,7 et 3,3 pour le maïs (Koulibaly *et al.*, 2009).

#### **1.3.2. Gestion des résidus de récolte par la technique d'enfouissement**

L'enfouissement des résidus de récolte intervient en début d'hivernage et permet d'enfouir par labour le paillis constitué par les résidus de récolte. Selon Djenontin *et al.* (2003)

l'enfouissement du paillis réalisé avec les résidus de récolte peut constituer une bonne alternative quant à la valorisation des résidus de récolte. De même, l'enfouissement des résidus de récoltes au sol ou leur restitution sous forme de fumure organique permet le maintien de la fertilité des sols cultivés (Berger *et al.*, 1987).

### **1.3.3. Gestion des résidus de récolte par la technique de compostage ou recyclage des résidus de récolte**

Il existe plusieurs définitions du compostage et il n'est pas aisé de trouver une définition universelle. Selon Znaïdi (2002), le compostage est un processus de décomposition et de transformations contrôlées de déchets organiques biodégradables d'origine végétale et/ou animale, sous l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie. Le produit résultant de ce processus est le compost. Il est de couleur brune à noirâtre.

Le compost est un amendement organique, plus rapidement assimilable par le milieu et réduit les risques de fuite et de pollution des eaux. De même, il véhicule moins de parasites animaux, de bactéries pathogènes et moins de grains des adventices que la matière organique fraîche. Cependant, pour Blanchard (2010), il est coûteux en main d'œuvre pour la production et le transport.

### **1.3.4. Gestion des résidus de récolte par la technique de paillage**

Selon Hien *et al.* (2004), le paillage consiste à recouvrir le sol d'une couche de 2 cm d'herbes, de branchages ou de résidus culturaux (tiges de mil ou de sorgho) équivalent à 3 à 6 t/ha, de façon à stimuler l'activité des termites. Ces derniers vont casser la croûte superficielle du sol en creusant des galeries sous les paillis. Cela aura pour conséquence l'amélioration de la structure du sol et de la capacité de rétention en eau du sol.

Selon Traoré (2010) le paillage permet de lutter contre l'insolation et de réduire l'érosion hydrique et éolienne. De même, la décomposition progressive des pailles améliore le statut organique du sol. Le paillage améliore également l'activité biologique dans le sol, en protégeant et en assurant la nutrition des macros et des micro-organismes (FAO, 2011). Enfin, le paillis peut permettre un développement de végétation couvrant complètement un sol nu dans un délai de deux ans (Hien *et al.*, 2004). On reconnaît à présent que le maintien d'une couverture végétale sur le sol est le facteur essentiel pour sa conservation (FAO, 1996).

### **1.3.5. Gestion des résidus de récolte par la technique de brûlis**

Plusieurs causes expliquent les brûlis. Ce sont surtout les brûlis des anciens champs pour faciliter le labour ou des champs mis en jachère et nouvellement défrichés.

La pratique du brûlis constitue pour les sols une perte de matière organique, réduisant ainsi les quantités d'humus et les stocks organiques du sol. Pour Pieri (1989), la pratique de la culture sur brûlis entraîne la chute du taux de matière organique du sol dans la couche superficielle. Il précise qu'outre une diminution du taux en éléments fins en surface, on constate la baisse de la plupart des indices de richesse chimique du sol. En effet, après une douzaine d'années de cultures, les propriétés chimiques se stabilisent, mais l'appauvrissement en calcium, en MO et en azote se poursuit. L'évolution régressive des teneurs en éléments chimiques s'accompagne d'un compactage de la structure du sol, qui réduit l'infiltration et gêne l'enracinement (Naitormbaide, 2012). Cela pourrait à long terme causer une dégradation globale des conditions des cultures.

La présente étude a été conduite dans un milieu où les principaux modes de gestion des résidus de récolte sont l'exportation des résidus de récolte, le recyclage des résidus de récoltes en compost et la conservation des résidus sur la parcelle.

### **1.4. Valorisation et restitution des résidus de récolte**

La valorisation des résidus de récolte contribue de façon déterminante à assurer le maintien de la fertilité des sols. La fumure minérale associée à l'enfouissement au sol des résidus et à leur recyclage en fumure organique améliore les rendements et les bilans culturaux en N, P, K et S (Koulibaly *et al.*, 2010b). De même, l'association du compost à la fumure minérale est une bonne option pour l'amélioration de la productivité (Ouattara, 2011). Selon Berger *et al.* (1987), l'enfouissement direct des résidus au sol ou leur restitution sous forme de fumure organique permet le maintien de la fertilité des sols cultivés.

Il est recommandé 2t /ha et par an ou 6t/ha tous les 3 ans de fumure organique pour compenser globalement les pertes annuelles de matière organique du sol (OUATTARA, 2011). Cependant, après une forte minéralisation durant les deux premières années, aucun effet de ces doses n'est perceptible sur les rendements en troisième année ce qui amène plutôt de privilégier des apports annuels de 2 t/ha de compost en association avec la pratique du travail minimal du sol ou du semis direct afin de réduire la vitesse de minéralisation de la matière organique du sol. Bien que l'efficacité des amendements soit établie, leur utilisation en milieu paysan demeure très faible compte tenu des contraintes à la production et

l'utilisation (Ouattara, 2011). Les difficultés de transformation et de transport (insuffisance de main d'œuvre, non-maîtrise des techniques de transformation et le faible niveau d'équipement en moyens de transport) sont aussi d'autres contraintes (Zangré, 2000 et Dembelé, 1994).

### **1.5. Travail du sol et son impact sur le niveau de productivité des sols.**

Selon Kombema (2008), le travail du sol est l'ensemble des opérations conduites sur le sol dans le but d'avoir un profil cultural estimé favorable à la culture qui y sera installée. Les effets du travail du sol sur le développement racinaire, le régime hydrique et la dynamique de l'azote se traduisent sur la croissance et les rendements des plantes cultivées. Le travail du sol a des effets bénéfiques sur le rendement de toutes les cultures. Cependant, un travail du sol indiscriminé peut entraîner une dégradation à court ou moyen terme des sols cultivés.

#### **1.5.1. Effet du labour sur les propriétés physiques, chimiques, et biologiques du sol**

Le labour influe sur la structure du sol, le régime hydrique, la matière organique et la vie microbienne. Ainsi, le labour agit sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, la lutte contre les mauvaises herbes et par conséquent les rendements des cultures.

Le labour modifie les propriétés structurales du sol comme l'arrangement des vides, les agrégats, la connectivité des pores, soit indirectement en changeant les conditions d'aération, de température et de pénétrabilité du sol par les racines (Huwe, 2003 cité par Vian, 2009). Lorsque le labour est fait avec précaution, il peut favoriser l'aération, l'infiltration et le développement des racines, l'activité des organismes du sol, mais il peut être également destiné à incorporer les mauvaises herbes, les résidus de récolte et le fumier de ferme (Sissoko *et al.*, 2013). De même pour Zangré (2000), il améliore sensiblement la structure du sol grâce à une activité biologique qu'il accroît par stimulation. Aussi, le labour conduit à une augmentation de la porosité de l'horizon de surface par rapport à l'absence de travail de sol (Bouchenafa *et al.*, 2014).

Bien que certains auteurs pensent que le labour améliore les propriétés physiques du sol, d'autres affirment le contraire. Selon Abdellaoui *et al.* (2011), les terres labourées sont sujettes à l'érosion et à la baisse de leur fertilité impliquant des dégradations physiques parfois irréversibles. De plus, le labour ne permet pas le maintien d'un bon état de surface et favorise l'érosion (Diallo *et al.*, 2012). Aussi, il peut favoriser la formation de semelle de labour (Sissoko *et al.*, 2013). Selon N'dayegamiye et Mehuys (2008) le labour entraîne une réduction de la porosité totale.

Quant à son effet sur les propriétés chimiques, le labour profond conduit à une homogénéisation de la matière organique et, donc à une réduction de sa teneur dans la couche superficielle du sol (CPVQ, 2000). Toutefois, sur la couche de surface des sols labourés, le pH du sol est légèrement croissant comparativement à un sol en semis direct (N'dayegamiye et Mehuys, 2008). Les teneurs en C et N sont homogènes sur 0-30 cm dans les sols labourés et diminuent généralement dans les horizons qui ne sont plus fragmentés par les outils de travail du sol (Vian, 2009). Cela pourrait être dû à la minéralisation des résidus de récolte enfouis lors du labour. Cependant dans les sols tropicaux, le labour régulier accélère la décomposition de la matière organique qui peut conduire à des pertes de nutriments (Sissoko *et al.*, 2013). En effet, le sol après labour est très exposé à l'érosion si l'on le laisse nu avant le début des grandes pluies.

Nous avons vu que le travail du sol modifie la structure du sol ainsi que la répartition des résidus de cultures et l'accessibilité de la MOS aux microorganismes. Ces modifications agissent sur la biologie du sol et notamment sur les microorganismes du sol. Le nombre et l'activité des vers de terre augmentent dans les systèmes de travail du sol de conservation par rapport aux systèmes labourés. En effet, le labour détruit l'habitat des vers de terre, notamment des espèces anéciques, et les expose aux prédateurs et à la dessiccation (Vian, 2009). La proportion d'espèces fouisseuses reste faible dans les sols labourés et *L. terrestris*, le plus efficace pour drainer le sol, est pratiquement absent (Maurer-Troxler *et al.*, 2006). En conséquence, l'infiltration de l'eau est réduite dans le système avec le labour, ceci surtout pendant l'hivernage, quand les précipitations peuvent être intensives. De plus le labour est généralement considéré comme stimulant la minéralisation de l'azote organique du sol par un effet direct sur l'oxygénation du sol qui accélère la minéralisation et par un effet indirect sur la diminution de la stabilité des agrégats et de la protection de la matière organique au sein des agrégats (Balesdent *et al.*, 2000 cités par N'dayegamiye et Mehuys, 2008).

## **1.6. Le semis direct**

D'après Seguy (2001), « Le semis direct est un système conservatoire de gestion des sols et des cultures, dans lequel la semence est placée directement dans le sol qui n'est jamais travaillé. Seul, un petit trou ou un sillon est ouvert, de profondeur et largeur suffisantes avec des outils spécialement conçus à cet effet pour garantir une bonne couverture et un bon contact de la semence au sol. Aucune autre préparation du sol n'est effectuée. L'élimination des mauvaises herbes, avant et après le semis, pendant la culture, est faite avec des herbicides, les moins polluants possibles pour le sol qui doit toujours rester couvert ».

Les avantages agronomiques du semis direct concernent principalement l'amélioration des propriétés du sol. Selon Sauzet (2012) et Sturny *et al.* (2007) en semis direct, la teneur en matière organique augmente dans les cinq à dix premiers centimètres de sol à cause du maintien d'une quantité élevée de résidus en surface qui permet cette stratification. Par conséquent, l'activité biologique peut s'y développer plus intensivement, contribuant à la formation d'agrégats stables. En plus le semis direct améliore la porosité du sol; réduit les pertes par ruissellement et la réhumidification après une période sèche se fait plus régulièrement que dans un sol travaillé où la semelle de labour gêne l'infiltration et, dans l'autre sens, la remontée capillaire.

La vie biologique dans les parcelles en semis direct est nettement supérieure à celle observée dans les parcelles labourées. Sissoko *et al.* (2013) dénote une intense activité des termites dans les parcelles avec des résidus en couverture pendant toute la saison sèche. En outre, le semis direct entraîne une accumulation des résidus en surface, donc des éléments P, K et de la matière organique du sol ; et permet d'augmenter significativement les stocks de C et N organique dans le sol (N'dayegamiye et Mehuys, 2008). En effet, cette augmentation peut être attribuée à l'accumulation des résidus de culture et à la diminution de perte de C et N par érosion et minéralisation.

### **1.7. La rotation culturale**

La rotation des cultures est la succession dans le temps de plusieurs cultures sur le même champ. Elle diffère de l'association culturale où plusieurs variétés sont rangées simultanément. Selon Boue (2013), la rotation culturale est une succession ordonnée et répétée des cultures sur une même parcelle pendant une série d'années. Ces successions sont d'autant plus bénéfiques que les espèces cultivées sont variées.

La rotation des cultures présente des intérêts agronomiques, environnementaux et socio-économiques. La rotation des cultures n'est pas seulement nécessaire pour assurer la couverture des besoins des micro-organismes du sol en éléments nutritifs. Grâce à la différence entre les systèmes racinaires des cultures utilisées, la rotation culturale opère comme une pompe biologique dans la mesure car elle permet de remonter et de recycler les éléments minéraux situés dans les horizons inférieurs du sol (FAO, 2015). Cette fonction est importante pour limiter les pertes de nutriments par lixiviation. De même, selon Koulibaly *et al.* (2010), la rotation permet de lutter efficacement contre les maladies, les mauvaises herbes comme le *striga*, et d'améliorer la fertilité du sol. Par ailleurs, les rotations culturales sont importantes pour la lutte phytosanitaire dans la mesure où elles permettent de casser le chaîne

de transmission des pathologies spécifiques à certains végétaux. Pour Ouattara (2014), la rotation favorise une activité biologique souhaitable dans le sol, améliore l'ameublissement, et donc augmente l'absorption d'eau et diminue le ruissellement et l'érosion. Le principe de base consiste à alterner des plantes dont les besoins nutritifs et la sensibilité aux ravageurs ou aux maladies sont différents.

## **Chapitre II : MATERIEL ET METHODES**

## **2.1. Matériel**

### **2.1.1. Site d'étude**

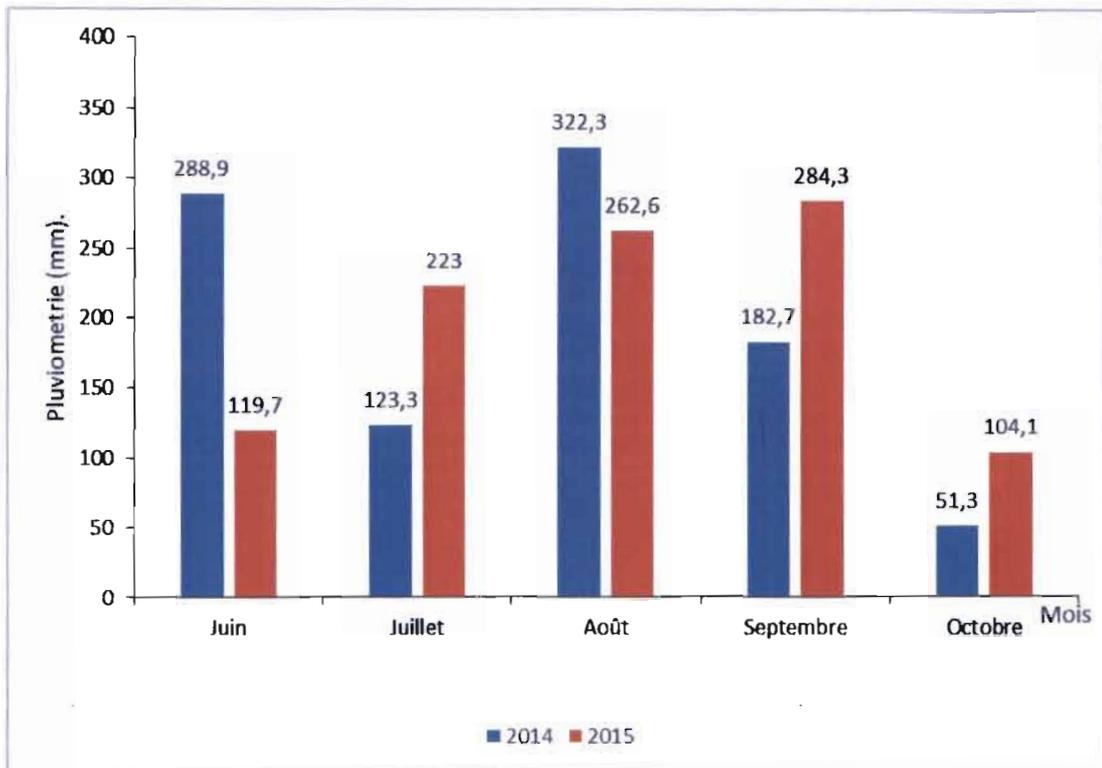
Cette étude a été conduite sur les stations de recherches agricoles de Farako-bâ et de Kouaré situées respectivement à l'Ouest et à l'Est du Burkina Faso.

L'expérimentation a commencé lors de la campagne agricole 2014-2015 et a été poursuivie au cours de cette campagne 2015-2016, pour notre stage.

#### **❖ Station de Farako-bâ**

La station de recherches agricoles de Farako-Bâ est située sur l'axe Bobo-Banfora, à 10 km au Sud-ouest de Bobo Dioulasso. Ses coordonnées géographiques sont de 04°20 Ouest de longitude, 11°06 nord de latitude et 450 m d'altitude.

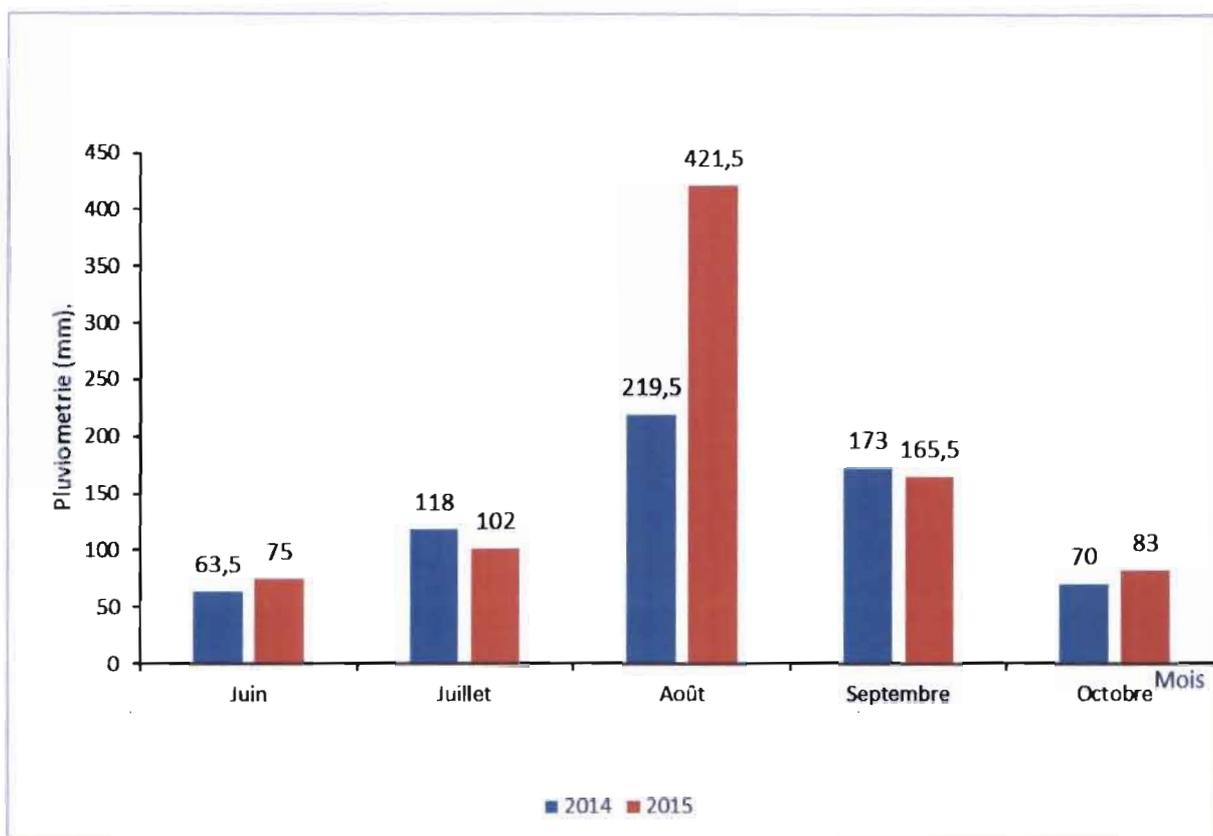
Le climat est de type Sud-soudanien (Guinko, 1984) avec une pluviométrie variant entre 950 et 1100 mm. Les précipitations sont concentrées sur la période de Juin à Septembre: On distingue deux saisons bien distinctes qui sont une saison pluvieuse de 5 à 6 mois, allant de juin à Octobre et une saison sèche qui va de Novembre à Avril. Les températures varient entre 18 et 40°C en saison sèche et entre 20 et 35°C en saison humide. La figure 1 présente la pluviométrie enregistrée à Farako-bâ en 2014 et 2015, sur la période de juin à octobre. La quantité totale de pluies par an a été de 1190,5 mm en 2014 contre 1063,9 mm en 2015, avec respectivement 79 et 65 jours de pluie.



**Figure 1:** Pluviométrie de la station de Farako-bâ (2014 et 2015).

#### ❖ Station de Kouaré

La station de recherches agricoles de Kouaré est située à 11 km de Fada à une latitude de 11°59'Nord et une longitude de 0°19' Est, avec une altitude de 850n m. La pluviométrie moyenne annuelle est d'environ 800 mm. La saison des pluies commence généralement en mi-juin et se termine en septembre. A l'instar de la station de Farako-bâ, la saison des pluies se caractérise par une irrégularité. La figure 2 présente la pluviométrie enregistrée à Kouaré en 2014 et 2015. Elle montre la quantité de pluie totale tombée en 2014 et 2015 qui est respectivement de 804 et de 904 mm, répartie sur 45 et 44 jours de pluie. Comparativement à Farako-bâ, le site de Kouaré a connu une plus faible pluviométrie avec des poches de sécheresse durant les mois de juin et de juillet.



**Figure 2:** Pluviométrie de la station de Kouaré en 2014 et 2015.

### 2.1.2. Caractéristiques du sol

#### ❖ Station de Farako-Bâ

Les sols de la station de Farako-Bâ appartiennent à la classe des sols à sesquioxydes de fer et au sous-groupe des sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés peu profonds (lixisols ferriques, phase petro-ferrique). La texture est sablo-limoneuse en surface et argilo-sableuse en profondeur. Ce sol, de type ferrugineux tropical se caractérise par une pauvreté en matière organique (inférieure à 1%) avec une faible capacité d'échange cationique (CEC). Les réserves minérales sont très faibles.

#### ❖ Station de Kouaré

Le site de Kouaré présente des caractéristiques physico-chimiques similaires à celles de Farako-bâ. Le sol a une texture sablo-limoneuse et est pauvre en argile. Il est aussi pauvre en matière organique et est acide. Le complexe absorbant est pauvre en éléments minéraux. La CEC et la SBE sont également faibles. Les sols de kouaré sont de type ferrugineux tropical et présente une déficience en potassium.

### **2.1.3. Matériel végétale**

Le matériel végétal utilisé pour cette étude en 2014 et 2015 est le suivant.

En 2014, la variété de maïs SR 21 avec un cycle de 95 jours a été utilisée. Il a un rendement potentiel en grain de 5 t/ha (Sanou, 1993). Les plantes de couverture utilisées étaient *Brachiaria ruziziensis* et, *Cajanus cajan* qui est une légumineuse contribuant à l'amélioration des propriétés physiques du sol.

Le cotonnier de variété STAM 59A qui est vulgarisée en culture cotonnière au Burkina Faso est venu en rotation en 2015 sur la même parcelle à Farako-bâ et à Kouaré. Cette variété dont le cycle est de 150 jours a un rendement potentiel de 3 t/ha.

### **2.1.4. Fumure minérale et organique**

L'engrais coton (N P K S B) de formule 14-18-18-6S-1B et l'urée à 46% d'azote ont été utilisés pour la fumure minérale. Quant à la fumure organique, le compost utilisé pour la fertilisation organique dans cette étude a été obtenu par le recyclage des résidus de tiges de maïs récolté en 2014. Ces tiges ont été découpées en morceaux de 10 à 15 cm. puis compostées en tas.

### **2.1.5. Produits phytosanitaires**

La protection des cotonniers contre les ravageurs a été assurée par l'utilisation des insecticides vulgarisés en culture cotonnière suivant un programme de traitements à trois fenêtres. Une fenêtre correspond à 30 jours après semis. Les produits utilisés sont AVAUNT 150 EC (Indoxacarb 150 g/l) pour la première fenêtre ; LAMBACAL 636 EC (Lambdacyhalothrine 36 g/l + Profenofos 600 g/l) pour la deuxième fenêtre et enfin CONQUEST 176 EC (Acetamipride 32 g/l + cypermethrine 144 g/l) pour la troisième fenêtre

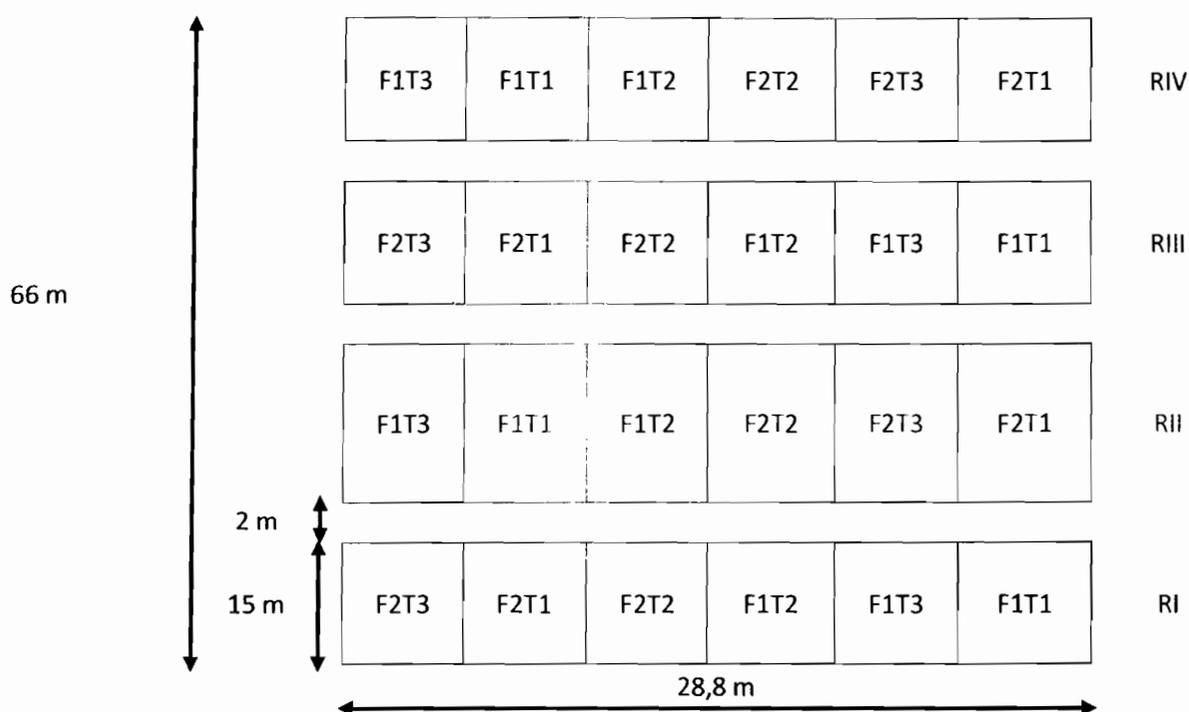
## **2.2. Conduite de l'étude**

### **2.2.1. Dispositif expérimental**

L'essai est en conduit depuis 2014 selon un dispositif expérimental de blocs de Fischer à randomisation complète comportant deux modes travail du sol combinés à trois modes de gestion des résidus de récolte. Les traitements sur le travail du sol qui sont F1 et F2 correspondent respectivement au semis direct et au labour. Les trois modes de gestion des résidus de récolte étaient : T1: exportation des résidus de récolte, T2 : le recyclage des résidus de récolte en compost et T3 : la conservation des résidus de récolte sur la parcelle.

Le dispositif expérimental comportait 4 répétitions. La superficie affectée à chaque parcelle élémentaire était de 72 m<sup>2</sup> (15mx 4,8m) ; chaque parcelle élémentaire comportait 6 lignes. La densité de semis était de 0,40 m entre les poquets de la même ligne et 0,80 m entre deux lignes consécutives. Les observations y ont été faites sur les 4 lignes centrales.

La superficie de la parcelle principale est de 216 m<sup>2</sup> et celle d'une répétition de 432 m<sup>2</sup> soit une superficie totale de l'essai de 1728 m<sup>2</sup>.



**Figure 3:** Schéma du dispositif expérimental

### 2.2.2. Historique de l'étude et de la parcelle

L'étude a été conduite depuis 2014 avec la culture du maïs. Elle est conduite selon un système de rotation coton-céréale représenté dans le Tableau I. En 2015, la culture pratiquée lors de notre stage était le coton. En effet, avant la mise en place de ces essais, toutes les parcelles, à Farako-bâ comme Kouaré étaient emblavées en coton.

**Tableau I:** Système de rotation des cultures de l'étude

Années	Cultures
Année 1	Maïs + <i>Brachiaria ruziziensis</i> + <i>Cajanus cajan</i>
Année 2	Semis direct du coton sur la biomasse

En remarque, l'étude est à la deuxième année, le semis direct du coton sur la biomasse des tiges de maïs et de plantes de couverture a été pratiqué.

### **2.2.3. Traitements étudiés**

Au total, six traitements ont fait l'objet de comparaison au cours de la présente étude sur le coton (2015). Il s'agissait de :

- **F1T1** : semis direct + exportation des résidus de récolte
- **F1T2** : semis direct+ résidus de récoltes (tiges de maïs) recyclés en compost
- **F1T3** : semis direct + conservation des résidus sur la parcelle (semis sous couvert végétal).
- **F2T1** : labour + exportation des résidus de récolte
- **F2T2** : labour+ résidus de récoltes (tiges de maïs) recyclés en compost
- **F2T3** : labour + conservation des résidus sur la parcelle (semis sous couvert végétal).

### **2.2.4. Opérations culturales**

En 2014, la préparation du sol a consisté en un labour à la traction bovine à une profondeur d'environ 15 cm, complété par un hersage. Pour la campagne 2015 et sur le traitement F2, le labour et le hersage ont été effectués le 18 juin 2015 à Farako-bâ et le 17 Juillet 2015 pour l'essai de Kouaré. Quant au traitement F1, aucun labour ni hersage n'a été effectué. Les semis ont été réalisés le 22 juin et 23 juillet 2015, respectivement à Farako-bâ et Kouaré. Le semis a été fait à raison de 5 graines par poquet avec pour écartement entre deux poquet de 0,40 m et de 0,80 m entre les lignes. Les cotonniers ont été démarrés à la levée à 2 plants par poquet à 15 jours après semis. Il faut noter que des ressemis ont été effectués à 14 et 20 jas à Farako-bâ. L'entretien des parcelles contre les mauvaises herbes a été assuré par des sarclages manuels et des buttages. En effet le sarclage a été effectué à 20 jal à Farako-bâ et à Kouaré. Le buttage a été effectué à 43 jal dans les deux sites.

L'engrais coton (14-18-18-6S-1B) a été apporté à 15 jours après la levée (jal) avec une dose de 150 kg/ha. Le complément d'urée (46% N) a été apporté à 40 jal avec une dose de 50 kg/ha. Ces engrais ont été placés dans des raies tracées tout au long des lignes de semis avant d'être enfouis.

Le compost a été apporté uniquement sur les traitements intégrant les T2 selon deux modes d'apports en fonction du mode de travail du sol. En effet sur F2T2 ; il a été apporté de façon uniforme au hersage et sur F1T2 au poquet pendant le semis. La quantité de compost apporté a été en moyenne de 9 t/ha.

La protection des cotonniers contre les ravageurs a été assurée par l'utilisation des insecticides vulgarisés en culture cotonnière suivant un programme de traitements à trois fenêtres. Une fenêtre correspond à 30 jours après levé. Le premier traitement a été réalisé le 17 août et le 31 août respectivement à Farako-bâ et à Kouaré. Les intervalles entre les traitements sont d'environ 14 jours.

### **2.2.5. Paramètres mesurés**

#### **❖ Collecte des échantillons de sol**

Les échantillons de sols ont été prélevés à la tarière avant la mise en place de la culture du maïs (2014) et à la récolte du coton (2015). En 2014, les échantillons de sol ont été prélevés sur les deux diagonales de l'essai aux profondeurs de 0-10 cm et de 10-20 cm. En 2015, les échantillons de sol ont été prélevés à 0-10 et 10-20 cm sur chaque parcelle élémentaire en 6 points de sondage qui sont mélangés pour constituer un échantillon composite par profondeur. Ces échantillons de sols ont été séchés, broyés et tamisés à 2 mm, puis analysés au laboratoire GRN/SP de l'INERA Farako-bâ. Les éléments déterminés sont le taux de matière organique, l'azote, le rapport C/N, P total, P assimilable, le K total, le K disponible, et le pH eau.

#### **❖ Prélèvement foliaire sur le cotonnier**

Afin d'évaluer la nutrition minérale du cotonnier, des prélèvements foliaires ont été réalisés à 70 jours après les semis selon la méthode de diagnostic foliaire de l'IRCT (Braud, 1984). Cette méthode consiste à prélever la feuille située à l'aisselle de la fleur du jour (fleur ouverte le jour du prélèvement) située sur le premier nœud des branches fructifères. Le limbe de cette feuille retenu, est séché à l'étuve (70°) et broyé pour déterminer les teneurs en azote organique et le phosphore. La teneur en potassium a été déterminée dans les pétioles de ces feuilles. Selon (Braud, 1984) la nutrition du cotonnier est bonne pour des teneurs en N se situant entre 3 et 5%, des teneurs en P supérieure à 0,3% et des teneurs en K comprises entre 3 et 5%.

#### **❖ Evaluation des rendements et composantes de rendements**

La récolte a été faite sur la parcelle utile de 4 lignes de 15 m. Le coton graine a été conservé puis regroupé par traitement à la fin des récoltes pour égrenage. Les rendements à l'hectare ont été calculés et comparés statistiquement au niveau de chaque essai. Les composantes du rendement tels que le nombre et le poids de capsules, le poids moyen capsulaire, le poids sec des tiges ont été déterminées. En effet le nombre de capsules récoltées sur chaque parcelle

utile a été compté pour la détermination de la production de capsule et du poids moyen capsulaire. Le poids sec des tiges a été déterminé par la pesée des tiges sur la parcelle à l'aide d'un peson.

#### ❖ **Caractérisation de l'architecture du cotonnier**

Une caractérisation des cotonniers a été réalisée à 150 jas à la récolte par la récolte par position. Cette observation permet d'évaluer le potentiel de production des cotonniers en fonction des différentes positions des branches végétatives et fructifères

### **2.2.6. Méthodes d'analyse des sols**

#### ❖ **Détermination du pH eau**

Le pH eau a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre électronique dans une suspension de l'échantillon dans de l'eau distillée selon le rapport 1/2,5 (normes Afnor, 1981).

#### ❖ **Détermination de l'Azote total**

L'azote total, a été déterminé après minéralisation par la méthode KJELDAHL. Pour cela, 2,5 g d'échantillon de sol a été attaqué à chaud par l'acide sulfurique concentré. Après ajout d'une pincée de catalyseur sélénium, le produit intermédiaire a été porté progressivement à chaud jusqu'à décoloration. Le dosage a été fait par calorimétrie automatique.

#### ❖ **Détermination du phosphore total**

La minéralisation (par la méthode KJELDAHL) a été identique à celle de l'azote. Le molybdate d'ammonium utilisé en présence d'acide ascorbique donne une coloration bleue avec le phosphore. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de phosphore. Le dosage se fait par calorimétrie automatique.

#### ❖ **Détermination du potassium total**

Le potassium total lui, est dosé à l'aide d'un photomètre à flamme après minéralisation (par la méthode KJELDAHL) des échantillons de sol avec une solution d'acide sulfurique concentrée à chaud en présence d'un catalyseur

#### ❖ **Détermination du phosphore assimilable et du potassium disponible**

L'extraction du phosphore assimilable a été faite selon la méthode Bray I (Bray et Kurtz, 1945). Cette méthode consiste à extraire les formes de phosphore soluble dans les acides en grande partie celle liée au calcium et une portion liée à l'aluminium et au fer par l'acide

chlorhydrique en présence de fluorure d'ammonium. On a utilisé le rapport prise d'essai/solution d'extraction de 1/7. Les filtrats obtenus sont alors analysés par colorimétrie au spectrophotomètre. La densité optique des filtrats est fonction de la concentration en ions phosphore initialement présents.

Le potassium a été extrait en utilisant l'acide sulfurique puis dosées directement par le photomètre à flamme.

### **2.2.7. Traitement des données**

Les données collectées ont été analysées par le logiciel XLSTAT 2007. Le test de Fisher a été utilisé pour la séparation des moyennes lorsque l'analyse de la variance révèle des différences significatives entre les traitements au seuil de probabilité de 5%. Le tableau Excel version 2013 a été utilisé pour la saisie des données et la construction des histogrammes.

## **Chapitre III: RESULTATS –DISCUSSION**

### **3.1. Résultats**

#### **3.1.1. Caractéristiques chimiques des sols**

##### **3.1.1.1. Caractéristiques chimiques des sols à Farako-bâ en 2014 à la mise en place du maïs**

Les caractéristiques chimiques du sol de la Station de Farako-bâ avant la mise en place de l'essai en 2014 sont présentées dans le tableau II. Les teneurs en matière organique sont respectivement de 0,97 et 0,82% pour les horizons 0-10 et 10 -20 cm. Ces teneurs sont toutes inférieures à 1%. Quant à la teneur en azote, elle est de 0,05 et 0,04 respectivement sur 0-10 et 10 -20 cm, et se situe en deçà de 0,06%. Le rapport C/N est en moyenne de 11 pour les deux horizons. Ce qui denote des faibles teneurs en M.O et en azote du sol avant la mise en culture des essais.

Ce sol présente des teneurs en phosphore totale de 118,90 mg/kg pour 0-10 cm et 109,61 mg/kg et sont toutes inférieures à 200 mg/kg. La forme assimilable du phosphore est respectivement de 6,48 et 6,06 mg/kg pour 0-10 et 10-20 cm. Ses teneurs sont toutes inférieures à 10 mg/kg.

Pour ce qui est de la teneur en potassium total, les teneurs sont toutes inférieures à 1000 mg/kg. Par contre les teneurs du potassium disponible (136,52 et 126,97 mg/kg) sur ces deux horizons sont supérieures à 100 mg/kg. Les valeurs du pH eau (5,43 et 5,38) sont inférieures à 5,5 pour les deux horizons.

**Tableau II : Caractéristiques chimiques du sol en 2014 (Farako-bâ)**

Caractéristiques	Horizons	
	0- 10 cm	10- 20 cm
<b>Matière organiques</b>		
Matière organique (%)	0,97	0,82
Carbone (%)	0,56	0,48
Azote (%)	0,05	0,04
C/N	11,65	11,44
<b>Phosphore</b>		
P.ass (mg/kg)	6,48	6,06
P.total (mg/kg)	118,90	109,61
<b>Potassium</b>		
K.total (mg/kg)	746,25	733,82
K.dispo (mg/kg)	136,52	126,97
pH eau	5,43	5,38

N : azote, P-Total : phosphore total, P-ass : phosphore assimilable, K-total : potassium total, K-dis : potassium disponible.

### **3.1.1.2. Caractéristiques chimiques des sols à Farako-bâ en 2015 à la récolte du cotonnier**

#### **❖ Caractéristiques chimiques des sols sur 0-10 cm.**

Le tableau III présente les caractéristiques chimiques du sol en deuxième année d'étude, après la récolte en 2015. L'interaction entre le travail du sol et les modes de gestion des résidus de récolte n'est pas statistiquement significative pour ces paramètres. D'une manière générale, on observe une baisse de la teneur en matière organique. Comparativement à la première année à la mise en place du maïs, Les tendances montrent de légères variations des paramètres chimiques. Les teneurs en matière organique ont baissé de 14% avec le labour suivi de l'exportation des résidus de récolte (F2T1) et de 30% avec le labour combiné avec la conservation des résidus de récolte (F2T3).

Les teneurs en azote statistiquement homogènes, ont baissé en moyenne de 20% par rapport à 2014. Les valeurs des rapports C/N sont comprises entre 10,76 et 12,53. Sur l'évolution des teneurs en P total et P assimilable, seul le labour associé à un apport de compost (F2T2), a

permis une amélioration de 9% par rapport au P total de 2014. Comparativement à l'état initial du sol, le semis direct combiné à la conservation des résidus de récolte (F1T3) présente la plus forte baisse de 15% et 38% respectivement pour le P total et le P assimilable. Il a été noté une baisse du P ass de même que celle en potassium total présentées dans le tableau VII qui sont comprises entre 626,77 à 723,87 mg/kg de sol. D'une manière générale, on observe une baisse de la teneur en phosphore total. Néanmoins, le labour combiné à l'apport de compost (F2T2) a présenté une baisse de 3% par rapport au semis direct couplé à l'apport de compost (F1T2) qui réduirait le potassium total de 16% comparativement à la teneur de référence qui est de 746,25 mg/kg. Le potassium disponible a connu une importante baisse avec le semis direct combiné à l'exportation des résidus de récolte (F1T1) qui a entraîné une baisse de 52,6% du potassium disponible dans le sol comparativement à la teneur initiale de 136,6% de 2014. Les valeurs du pH eau ont varié de 5,45 (F1T1) à 5,77 (F2T2).

**Tableau III :** Caractéristiques chimiques des sols en fonction des traitements après la récolte à Farako-Bâ sur 0-10 cm

Traitements	M.O (%)	N (%)	C/N	P total	P ass	K total	K disp	pH eau
				mg/kg				
<b>F1T1</b>	0,81	0,04	12,53	102,67	4,17	684,83	64,61	5,45
<b>F1T2</b>	0,81	0,04	11,38	102,77	5,19	626,77	65,57	5,47
<b>F1T3</b>	0,75	0,04	11,58	101,26	4,03	684,71	86,79	5,66
<b>F2T1</b>	0,83	0,04	11,01	111,06	5,95	646,21	76,66	5,72
<b>F2T2</b>	0,71	0,04	10,76	129,01	5,83	723,87	82,93	5,77
<b>F2T3</b>	0,68	0,03	11,74	104,13	4,14	675,53	67,98	5,33
<b>Probabilité (5%)</b>	0,903(ns)	0,698(ns)	0,374(ns)	0,625(ns)	0,832(ns)	0,785(ns)	0,644(ns)	0,315(ns)

M.O : matière organique, N : azote, P-Total : phosphore total, P-ass : phosphore assimilable, K-total : potassium total, K-dis : potassium disponible. ns : non significatif. **Travail du sol :** F1 = semis direct et F2 = labour. **Gestion des résidus de récolte :** T1= exportation des résidus de récolte, T2 = résidus de récoltes recyclés en compos et T3= semis direct + conservation des résidus sur la parcelle

### ❖ **Caractéristiques chimiques des sols sur 10-20 cm.**

Le tableau IV présente les résultats des analyses de sol sur 10-20 cm. Comparativement à la teneur initiale qui est de 0,82% (Tableau II), les teneurs en matière organique sont en baisse. Le semis direct combiné à la conservation des résidus de récolte (F1T3) a occasionné la plus faible baisse soit une réduction de 4,8% de la teneur en matière organique. Tandis que le labour couplé à un apport de compost (F2T2) a entraîné la plus forte baisse de l'ordre de 23% par rapport à la teneur en 2014. Les teneurs en matière organique sont inférieures à 1% et diminuent en profondeur sur 10-20 cm

Les teneurs en azote (0,03 à 0,04%) et les rapports C/N (11,25 à 11,72) ont été statistiquement homogènes. Les teneurs en phosphore total variant de 101,28 à 123,50 mg/kg de sol sont statistiquement homogènes. Toutefois, il a été noté en moyenne une légère amélioration par rapport à la teneur initiale qui est de 109,61 mg/kg de sol. De façon générale le phosphore assimilable a connu une baisse après deux années d'exploitation.

Les teneurs en potassium total étaient comprises entre 645,91 et 948,87 mg/kg de sol. La plus forte teneur a été enregistrée avec la combinaison entre le semis direct et la conservation des résidus de récolte (F1T3). Le labour combiné à l'exportation des résidus de récolte a induit la plus faible teneur en K total. Les combinaisons travail du sol (semis direct et labour) et la conservation des résidus de récolte (F1T3 et F2T3) ont permis des accroissements respectifs de 29% et 19% du potassium total comparativement à la teneur du potassium total avant la mise en place de l'essai qui est de 733,82 mg/kg (Tableau II). Par contre le labour couplé à l'exportation des résidus de récolte (F2T1) entraîne une réduction de la teneur en potassium total de l'ordre de 13% comparativement à la valeur de la teneur initiale. Quant au potassium disponible, les teneurs ont baissées en moyenne de 45% comparativement à la teneur avant la mise en place de l'essai qui est de 126,97 mg/kg (Tableau II). Ces teneurs ont varié de 51,59 à 68,47 mg/kg de sol. La plus forte baisse (59%) a été enregistrée avec le semis direct et l'apport de compost (F1T2). La baisse du potassium disponible dû à la combinaison entre le labour et l'apport de compost (F2T2) a été plus faible.

L'acidité du sol représentée par le pH eau a peu évolué. Les valeurs du pH ont varié de 5,41 à 5,62. La plus forte valeur du pH eau a été obtenue avec la combinaison du semis direct et la conservation des résidus de récolte (F1T3).

**Tableau IV:** Caractéristiques chimiques des sols en fonction des traitements après la récolte à Farako-Bâ sur 10-20 cm

Traitements	M.O (%)	N (%)	C/N	P total	P ass	K total	K disp	pH eau
<b>F1T1</b>	0,72	0,04	11,25	108,14	2,16	743,03	65,09	5,53
<b>F1T2</b>	0,67	0,03	11,44	101,28	3,15	684,92	51,59	5,41
<b>F1T3</b>	0,78	0,04	11,72	122,08	3,30	948,87	56,41	5,65
<b>F2T1</b>	0,76	0,04	11,27	119,35	4,20	645,91	59,79	5,63
<b>F2T2</b>	0,63	0,03	11,34	123,50	4,05	655,59	68,47	5,62
<b>F2T3</b>	0,64	0,03	11,56	122,06	1,90	870,55	55,93	5,48
<b>Probabilité (5%)</b>	0,565 (ns)	0,479 (ns)	0,981 (ns)	0,646 (ns)	0,222 (ns)	0,924 (ns)	0,668 (ns)	0,815 (ns)

M.O : matière organique, N : azote, P-Total : phosphore total, P-ass : phosphore assimilable, K-total : potassium total, K-dis : potassium disponible ns : non significatif. **Travail du sol :** F1 = semis direct et F2 = labour. **Gestion des résidus de récolte :** T1= exportation des résidus de récolte, T2 = résidus de récoltes recyclés en compos et T3= semis direct + conservation des résidus sur la parcelle

### 3.1.2. Nutrition minérale des cultures.

#### 3.1.2.1. Nutrition minérale du maïs à Farako-bâ et Kouaré (2014)

Le tableau V présente la nutrition minérale du maïs en première année d'étude sur les sites de Farako-bâ et de Kouaré. La teneur en azote à Farako-bâ était de 2,16% contre 2,87% à Kouaré. Les teneurs en phosphore étaient de 0,22 et 0,33%, respectivement à Farako-bâ et Kouaré. Il a été noté à Farako-bâ et à Kouaré des teneurs en potassium respectives de 2,57% et 2,67%

**Tableau V** : Teneurs en azote, phosphore et potassium du maïs à Farako-bâ et Kouaré (2014)

Teneurs	Farako-bâ	Kouaré
N-total (%)	2,16 ± 0,31	2,87 ± 0,16
P -total (%)	0,22 ± 0,04	0,33 ± 0,01
K-total (%)	2,57 ± 0,50	2,67 ± 0,13

N : azote, P : phosphore, K : potassium,

#### 3.1.2.2. Nutrition minérale du cotonnier (2015)

##### ❖ Nutrition minérale du cotonnier à Farako-bâ

Les teneurs en azote, phosphore et potassium du cotonnier sont présentés dans le tableau VI. Les teneurs en N et K du cotonnier n'ont pas été significativement influencées par les interactions entre les modes de travail du sol et modes de gestion des résidus. Les teneurs en azote (4,32 à 4,68%) et potassium (3,97 à 4,73%) étaient supérieures au seuil de 3%. Le labour associé à l'apport de compost (F2T2) a présenté les teneurs les plus élevées de 4,68%, et 4,73% respectivement en azote et en potassium. Tandis que le labour combiné à la conservation des résidus de récolte (F2T3) et l'interaction entre le semis direct et l'exportation des résidus de récolte (F1T1) ont indiqué respectivement les teneurs les plus faibles (4,32% et 3,97%) en azote et en potassium. Les teneurs en phosphore, inférieures au seuil de 0,3% ont varié de 0,20 à 0,23%.

**Tableau VI :** Teneurs en N, P et K du cotonnier du cotonnier.

Traitements	N	P	K
	(%)		
F1T1	4,37	0,20 b	3,97
F1T2	4,36	0,21 ab	4,6
F1T3	4,5	0,20 ab	4,58
F2T1	4,42	0,20 b	4,64
F2T2	4,68	0,23 a	4,73
F2T3	4,32	0,20 ab	4,39
<b>Probabilité (5%)</b>	0,219 (ns)	0,018 (s)	0,265 (ns)

ns: non significatif, s : significatif. Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher. N : azote, P : phosphore, K : potassium. **Travail du sol :** F1 = semis direct et F2 = labour. **Gestion des résidus de récolte :** T1= exportation des résidus de récolte, T2 = résidus de récoltes recyclés en compos et T3= semis direct + conservation des résidus sur la parcelle

#### ❖ Nutrition minérale du cotonnier à Kouaré.

Le tableau VII présente les teneurs en azote, phosphore et potassium du cotonnier qui sont statistiquement homogènes. Les teneurs en azote ont varié de 4,05 à 4,69%. De même pour la nutrition potassique, excepté l'interaction entre le labour et l'exportation des résidus de récolte (F2T1), toutes les interactions ont présenté des teneurs supérieures à 3%. En effet cette interaction (F2T1) présente la plus faible teneur (2,97%) en potassium. Par contre les teneurs en phosphore allant de 0,22 à 0,24% ont été toutes inférieures à 0,3%. En outre le semis direct combiné à la conservation des résidus de récolte (F1T3) a présenté respectivement les teneurs les plus élevée (4,69%, 0,24% et 3,79%) en azote, phosphore et en potassium. En plus du semis direct associé à la conservation des résidus de récolte (F1T3), le labour combiné à la conservation des résidus de récolte (F2T3) a également permis d'améliorer la teneur en phosphore.

**Tableau VII : Teneurs du cotonnier en éléments minéraux**

Traitements	N	P	K
	(%)		
<b>F1T1</b>	4,20	0,23	3,18
<b>F1T2</b>	4,38	0,22	3,36
<b>F1T3</b>	4,69	0,24	3,79
<b>F2T1</b>	4,50	0,23	2,97
<b>F2T2</b>	4,33	0,23	3,56
<b>F2T3</b>	4,05	0,24	3,73
<b>Probabilité (5%)</b>	0,198 (ns)	0,740 (ns)	0,801 (ns)

ns: non significatif. N : azote, P : phosphore, K : potassium. **Travail du sol** : F1 = semis direct et F2 = labour. **Gestion des résidus de récolte** : T1= exportation des résidus de récolte, T2 = résidus de récoltes recyclés en compos et T3= semis direct + conservation des résidus sur la parcelle.

### 3.1.3. Rendements et ses composantes

#### 3.1.3.1. Résultats obtenus en 2014/2015

##### ❖ Résultats obtenus à Farako-bâ

##### ✓ Production de maïs grain

Le tableau VIII présente les rendements en maïs grain en 2014. En début de l'étude en 2014, les modes de travail du sol, et les modes de gestion des résidus sont pratiquement identiques pour l'ensemble des traitements. Cela correspond à la situation de référence. Les rendements grains compris entre 2120 à 2823 kg/ha sont statistiquement homogène pour toutes les combinaisons considérées.

**Tableau VIII : Production de maïs grain à Farako-bâ**

Traitements	Rendement maïs grain
	kg/ha
<b>F1T1</b>	2120
<b>F1T2</b>	2713
<b>F1T3</b>	2529
<b>F2T1</b>	2823
<b>F2T2</b>	2501
<b>F2T3</b>	2348
<b>Probabilité (5%)</b>	<b>0,203 (ns)</b>

ns: non significatif. **Travail du sol** : F1 = semis direct et F2 = labour. **Gestion des résidus de récolte** : T1= exportation des résidus de récolte, T2 = résidus de récoltes recyclés en compos et T3= semis direct + conservation des résidus sur la parcelle.

✓ **Production de tiges de maïs et de biomasse des plantes de couvertures.**

Le tableau IX présente la production de la biomasse par les plantes de couverture, la production de tiges de maïs et les quantités totales de biomasse produite en 2014.

Les quantités de tiges de maïs (5000 à 5781 kg/ha) sont homogènes pour l'ensemble des traitements. Les quantités de la biomasse des plantes de couvertures (1783 à 1800 kg/ha) diffèrent significativement. Il faut noter que pour les modes de gestion de résidus c'est seulement le traitement T3 qui a eu des plantes de couverture. Ce qui permet de constater que seules les combinaisons intégrant le traitement T3 ont des quantités de biomasse de plantes de couverture présenté dans le tableau. La quantité totale de biomasse qui a été conservée sur le traitement T3 pour la campagne en 2015 a été en moyenne de 7391 kg/ha et la quantité de tiges de maïs qui a été composté pour les T2 est en moyenne de 5495 kg/ha. Par contre la quantité de biomasse exportée en 2015 sur les traitements T1 a été en moyenne de 5313 kg/ha.

**Tableau IX:** biomasse des tiges de maïs et des plantes de couverture

Traitements	Biomasse	Biomasse	Biomasse
	tiges de maïs	plantes de couverture	total
	kg/ha		
<b>F1T1</b>	5000	-	5000 b
<b>F1T2</b>	5573	-	5573 b
<b>F1T3</b>	5417	1800	7217 a
<b>F2T1</b>	5625	-	5625 b
<b>F2T2</b>	5417	-	5417 b
<b>F2T3</b>	5781	1783	7564 a
<b>Probabilité (5%)</b>	0,731 (ns)	-	0,002 (s)

ns: non significatif, s : significatif. Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher. **Travail du sol :** **F1** = semis direct et **F2** = labour. **Gestion des résidus de récolte :** **T1**= exportation des résidus de récolte, **T2** = résidus de récoltes recyclés en compos et **T3**= semis direct + conservation des résidus sur la parcelle.

#### ❖ Résultats obtenus à Kouaré

##### ✓ Production de maïs grain

Il ressort du tableau X que les rendements en maïs grain et la biomasse de tige de maïs ont été statistiquement homogènes. Les rendements en maïs grain ont varié de 1315 à 1699 kg/ha et la biomasse de tiges de maïs de 3532 à 4232 kg/ha. La quantité de tiges de maïs exporté en après la culture du maïs a été en moyenne de 3961 kg/ha sur les traitements T1. Sur les traitements T2, la quantité de tige compostée a été en moyenne de 4029 kg/ha. La quantité de tiges de maïs conservée sur les traitements T3 a été en moyenne de 3679 kg/ha.

**Tableau X : Rendement en maïs grain et biomasse des tiges de maïs**

Traitements	Rendements maïs grain	Biomasse tige de maïs
	kg/ha	
<b>F1T1</b>	1589	3971
<b>F1T2</b>	1615	4232
<b>F1T3</b>	1432	3532
<b>F2T1</b>	1684	3950
<b>F2T2</b>	1699	3825
<b>F2T3</b>	1315	3841
<b>Probabilité (5%)</b>	<b>0,688 (ns)</b>	<b>0,603 (ns)</b>

ns: non significatif. **Travail du sol** : F1 = semis direct et F2 = labour. **Gestion des résidus de récolte** : T1= exportation des résidus de récolte, T2 = résidus de récoltes recyclés en compost et T3= semis direct + conservation des résidus sur la parcelle.

### 3.1.3.2. Résultats obtenus en 2015/2016

#### ❖ Résultats obtenus à Farako-bâ

- ✓ **Effets du travail du sol et de la gestion des résidus de récolte sur le rendement et ses composantes sur le cotonnier.**

Le tableau XI présente l'effet de différentes combinaisons sur le rendement, le nombre de capsule, la matière sèche et le PMC sur le cotonnier. L'analyse de variance indique que les différentes combinaisons n'ont pas eu d'effet significatif sur le rendement et ses composantes. Les rendements ont variés de 1402 à 1596 kg/ha. Bien que statistiquement équivalent, la combinaison entre le labour et l'apport de compost (F2T2) a permis d'obtenir le rendement le plus élevé (1596 kg/ha) comparativement aux autres combinaisons considérées. Par contre le semis direct associé à l'exportation des résidus de récolte (F1T1) présente le plus faible rendement (1402 kg/ha). Le nombre de capsule a varié de 321884 à 390596 capsules/ha. Pour ce qui est de la production de matière sèche et le PMC, ils ont variés respectivement de 1917 à 2962 kg/ha et de 3,96 à 4,80 g. Bien que l'effet de différentes combinaisons ne soit pas significatif, le semis direct combiné à l'apport de compost (F1T2) a présenté le PMC le plus élevé (4,80 g) et a permis d'avoir la plus forte production de matière sèche (2962 kg/ha).

**Tableau XI:** Rendement, nombre de capsules, matière sèche et PMC à Farako-bâ (2015).

Traitements	Rendements	Nombre de capsules	Matière sèche	PMC
	kg/ha	Capsules/ha	Kg/ha	g
<b>F1T1</b>	1402	342408	2594	4,06
<b>F1T2</b>	1581	321884	2962	4,80
<b>F1T3</b>	1445	338866	2680	4,24
<b>F2T1</b>	1572	390596	2231	4,03
<b>F2T2</b>	1596	352708	2199	4,53
<b>F2T3</b>	1460	369691	1917	3,96
<b>Probabilité (5%)</b>	0,765 (ns)	0,882 (ns)	0,538 (ns)	0,543 (ns)

ns: non significatif. **Travail du sol :** F1 = semis direct et F2 = labour. **Gestion des résidus de récolte :** T1= exportation des résidus de récolte, T2 = résidus de récoltes recyclés en compos et T3= semis direct + conservation des résidus sur la parcelle.

✓ **Effet des différentes combinaisons sur la production de coton graine par position**

Le tableau XII présente la production de coton graine par cotonnier en fonction de différentes combinaisons entre mode de travail sol et modes de gestion des résidus de récolte. L'analyse de variance indique que les différentes combinaisons ont eu un effet significatif sur la production de coton au niveau des branches végétatives, des branches fructifères en position 1 à 5 et en position 2. En effet pour ces trois paramètres, la combinaison entre le semis direct et l'apport de compost (F1T2) a enregistré les rendements les plus élevées respectivement de 89,0 ; 174,4 et 150,0 kg/ha comparativement aux autres combinaisons. Cependant sur la position 6 à 10 et la position 3 des branches fructifères, la combinaison entre le semis direct et l'exportation des résidus de récolte (F1T1) a conduit à la plus faible production de coton graine respectivement de 80,2 et 13,5 kg/ha comparativement aux autres combinaisons. Il a été noté que sur les branches végétatives, l'effet de la combinaison entre le semis direct et l'exportation des résidus de récolte est statistiquement équivalent à l'effet de toutes les combinaisons intégrant le labour. Sur les branches végétatives et sur les positions 1 à 5, 11 à 15 et 2 des branches fructifères la plus faible production de coton graine a été enregistré avec la combinaison entre le labour et la conservation des résidus de récolte (F2T3).

**Tableau XII:** Production de coton graine (en g) par position par plant à Farako-bâ.

Traitements	Cg BV	Branches fructifères			Cg P2	Cg P3	Cg P4
		1 à 5	6 à 10	11 à 15			
<b>F1T1</b>	35,6 ab	162,9 abc	80,2	15,4	94,1 b	13,5	3,5
<b>F1T2</b>	59,0 a	174,4 a	119,0	18,1	150,0 a	32,0	2,0
<b>F1T3</b>	54,5 a	163,7 ab	101,9	15,9	103,6 ab	33,6	2,9
<b>F2T1</b>	34,2 ab	144,4 bc	113,3	17,5	99,9 ab	17,6	3,9
<b>F2T2</b>	26,8 b	153,1 bc	108,4	25,0	123,3 ab	22,8	3,1
<b>F2T3</b>	25,9 b	144,0 c	95,9	10,2	89,5 b	18,1	2,5
<b>Probabilité (5%)</b>	0,008 (s)	0,003 (s)	0,286 (ns)	0,672 (ns)	0,029 (s)	0,459 (ns)	0,931 (ns)

ns: non significatif, s : significatif. Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher. **Travail du sol :** F1 = semis direct et F2 = labour. **Gestion des résidus de récolte :** T1= exportation des résidus de récolte, T2 = résidus de récoltes recyclés en compos et T3= semis direct + conservation des résidus sur la parcelle. Cg : coton graine, P : position.

### ❖ Résultats de la station de Kouaré

#### ✓ Effets du travail du sol et de la gestion des résidus de récolte sur le rendement et ses composantes sur le cotonnier.

L'effet des différentes combinaisons sur le rendement, le nombre de capsule, la production de matière sèche et le PMC ont été présentés dans le tableau XIII. Le rendement, le nombre de capsule et la matière sèche ont été significativement influencés par les différentes combinaisons. Les rendements ont variés de 676 à 1124 kg/ha. Comparativement aux autres combinaisons, le semis direct associé à l'apport de compost (FIT2) a présenté le meilleur rendement. Par contre lorsque ce même mode de travail du sol est combiné avec la conservation des résidus de récolte (FIT3), elle présente le rendement le plus faible. En outre l'apport de matière organique sous forme de compost (T2 ou par les résidus de récolte (T3) en combinaison avec le labour présente des rendements statistiquement homogènes et ayant les rendements les plus élevés après la combinaison entre le traitement F1 et T2 comparativement au labour avec exportation des résidus de récolte. Cela pourrait montrer l'effet correcteur de la matière organique sur les effets négatifs du labour. Cependant le semis direct combiné à l'apport de compost (FIT2) a présenté un accroissement des rendements de l'ordre de 34% comparativement au labour combiné à l'apport de compost. Quant au nombre de capsule, il a varié de 155664 à 255990 capsule/ha. La plus forte production de capsule a été enregistrée avec la combinaison entre le semis direct et l'apport de compost (FIT2). Cette même combinaison (FIT2) a permis d'obtenir la plus forte production de matière sèche (1702 kg/ha) qui a varié de 1094 à 1702 kg/ha. Le semis direct combiné à la conservation des résidus de récolte (FIT3) a présenté la plus faible production de matière sèche. Pour ce qui est du PMC, il a varié de 4,27 à 4,45 g et est statistiquement homogène quel que soit la combinaison.

**Tableau XIII :** Rendement, nombre de capsule, PMC et matière sèche en fonction du travail du sol et de la gestion des résidus de récoltes à Kouaré

Traitements	Rendements	Nombre de capsules	Matière sèche	PMC
	kg/ha	Capsules/ha	kg/ha	g
<b>F1T1</b>	764 ab	174219 b	1289 ab	4,38
<b>F1T2</b>	1124 a	255990 a	1702 a	4,37
<b>F1T3</b>	676 b	155664 b	1094 b	4,27
<b>F2T1</b>	750 b	173958 b	1604 ab	4,33
<b>F2T2</b>	841 ab	191016 ab	1503 ab	4,42
<b>F2T3</b>	877 ab	196354 ab	1526 ab	4,45
<b>Probabilité (5%)</b>	<b>0,018 (s)</b>	<b>0,014 (s)</b>	<b>0,036 (ns)</b>	<b>0,236 (ns)</b>

ns: non significatif, s : significatif. Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher. **Travail du sol :** F1 = semis direct et F2 = labour. **Gestion des résidus de récolte :** T1= exportation des résidus de récolte, T2 = résidus de récoltes recyclés en compos et T3= semis direct + conservation des résidus sur la parcelle.

D'une manière générale on observe une baisse des rendements quel que soit le traitement durant les deux années et sur les deux sites. De même, on observe une baisse des rendements à Kouaré comparativement à Farako-bâ.

### 3.2. Discussion

#### 3.2.1. Caractéristiques chimiques du sol avant la mise en place du maïs en 2014

La teneur en matière organique des sols de Farako-bâ est inférieure à 1% et celle de l'Azote est de 0,06, ce qui indique une pauvreté en matière organique et en azote (BUNASOLS, 1989). Ces sols sont également pauvres en phosphore total et phosphore disponibles car les teneurs sont respectivement inférieures à 200 et 10 mg/kg. De même, avec des teneurs inférieures à 1000 mg/kg, ce sol est caractérisé par sa pauvreté en potassium total. Par contre le potassium disponible est en quantité moyenne dans ce sol. Les valeurs du pH eau, toutes inférieures à 5,5 indiquent que le sol est fortement acide. Le rapport C/N de ce sol est compris entre 11 et 12 indiquant une bonne minéralisation de la matière organique.

#### 3.2.2. Caractéristiques chimiques du sol à la récolte du cotonnier en 2015.

Les résultats montrent que la plupart des caractéristiques chimiques du sol, bien que statistiquement homogènes; semblent être affectées par l'effet combiné du travail du sol et la gestion des résidus de récolte. C'est le cas particulier de la matière organique dont la tendance

est à la baisse. Ces résultats confirment ceux de Koulibaly *et al.* (2010b) qui ont mis en évidence, dans une étude de longue durée, une baisse du taux de carbone même avec une restitution au sol des résidus de récolte transformés en compost ou en fumier. Cette baisse de la matière organique au niveau des différents traitements est due en partie à l'exportation à travers le coton grain. C'est pourquoi il est recommandé de compenser ces exportation avec des sources de fertilisants extérieurs, notamment l'engrais minéral en plus des résidus de récolte. Selon Berger *et al.* (1987), la minéralisation de la matière organique qui est de 2 à 4% par an, entraîne la baisse de la matière organique dans le sol. Dans cette étude, la baisse de la matière organique a été plus marquée avec le labour combiné la conservation des résidus de récolte (F2T3) sur 0-10 cm de profondeur en plus de l'exportation de carbone à travers le coton grain. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le labour contribue à accélérer la minéralisation de la matière organique du sol à travers l'aération du sol et la stimulation de l'activité biologique des microorganismes (Sissoko *et al.* 2013). Par ailleurs, la faible teneur en matière organique observée avec le semis direct et l'apport de compost (F1T2) pourrait s'expliquer par la courte durée de mise en place du semis direct.

Sur 0-10 cm de profondeur, le semis direct combiné à l'exportation des résidus de récolte a le rapport C/N est le plus élevé, tandis que sur 10-20 cm ces rapports avoisinent 11. Le rapport C/N est un indicateur de l'évolution des matières organiques dont les valeurs supérieures à 12 sur 0-10 cm, indiquent une minéralisation normale de la matière organique (Dakuo, 1994).

Les résultats indiquent que le semis direct associé à l'exportation des résidus de récolte (F1T1) a entraîné une baisse de 52,6% du potassium disponible sur l'horizon 0-10 cm du sol et le labour combiné à l'exportation des résidus de récolte (F2T1), une réduction de la teneur en potassium total de 13% sur 10-20 cm. Ces résultats montrent que la baisse des teneurs en nutriments du sol est exacerbée par l'exportation des résidus de récolte et cela indifféremment du mode de travail. Selon Naitormbaide (2012), les exportations des éléments minéraux par les récoltes et les résidus de récolte, sont les principales causes de la dégradation des sols cultivés. L'exportation des résidus de cultures entraîne un appauvrissement des sols en bases échangeables et peut exacerber l'appauvrissement des sols en phosphore. Berger *et al.* (1987) préconisent l'enfouissement direct des résidus de récolte au sol ou leur restitution sous forme de fumure organique, pour le maintien de la fertilité des sols cultivés. Toutefois, il faudrait plusieurs années pour que la fumure organique ou les résidus de récolte enfouis ou laissés à la surface se décomposent efficacement pour assurer l'amélioration significative de la fertilité. Naitormbaide, (2012), dans une étude de différents modes de gestion des résidus de récolte

dans la savane du Tchad sur un sol pauvre en matière organique, a montré qu'en deux années d'enfouissement des résidus de récolte, la minéralisation des résidus restitués n'a pas permis d'améliorer les propriétés bio-physico-chimiques du sol pauvre en matière organique.

Laghrou *et al.* (2015), dans une étude menée à la station expérimentale du Merchouch au Maroc sur Vertisol à texture argileuse, ont montré après dix ans, des effets significatifs sur le sol en faveur du semis direct comparativement au labour. De même, Khaoula *et al.* (2014) ont montré dans une étude en Tunisie sur un sol limono-argileux et pauvre en carbone que le semis direct ou le labour n'ont pas améliorés significativement les teneurs en phosphore assimilable sur les couches 0-10 et 10- 20 cm du sol en une année. Ainsi, dans notre étude les variations non significatives des paramètres chimiques seraient liées à la courte durée de mise en place des techniques de travail du sol et de gestion des résidus de récolte. Il a été noté une légère acidification du sol suite à une baisse légère du pH eau dû au semis direct combiné à l'apport de compost (F1T2). N'dayegamiye et Mehuys (2008), dans une étude au Québec sur la comparaison du semis direct et du labour à long terme, ont montré qu'après 10 ans, le semis direct a entraîné une acidification du sol. Les effets du semis direct ne sont pas perceptibles dès les premières années d'adoption. Ainsi, on pourrait avec le semis direct penser à faire un chaulage de temps en temps pour éviter l'acidification du sol à long terme.

### **3.2.3. Nutrition minérale du maïs et du cotonnier.**

La nutrition minérale du maïs a été appréciée selon Loue (1984), qui stipule que la nutrition du maïs est bonne lorsque les teneurs en N sont comprises entre 2,76 et 3,5 %, en Phosphore comprises entre 0,25 et 0,40 % et en potassium supérieures à 2,25%. Ainsi à Farako-bâ, les teneurs en azote et en phosphore de 2,16% et de 0,22%, respectivement inférieure à 3% et 0,25%, indiquent une nutrition azotée et phosphatée déficiente. Par contre la teneur en potassium de 2,57 a été supérieure à la teneur seuil de 2,25%, indiquant une bonne nutrition potassique du maïs à Farako-bâ. Par ailleurs, à la station de Kouaré les teneurs en azote , phosphore et potassium (2,87,0,33 et 2,67%) respectivement supérieures à 3%, 0,25% et 2,25% indiquent une bonne nutrition azotée, phosphatée et potassique du maïs sur ce site. Koulibaly *et al.* (2015), dans une étude sur les effets de l'association du compost et des engrais minéraux sur la nutrition du cotonnier et du maïs ont trouvé que les engrais minéraux ont amélioré la nutrition minérale de ces cultures. Cela pourrait justifier la bonne nutrition minérale du maïs en azote, phosphore, en potassium à Kouaré et en potassium à Farako-bâ.

En 2015, avec des teneurs supérieures à 3%, les nutriments azotée et potassique du cotonnier ont été bonnes à Farako-bâ (Braud, 1987). Par contre les teneurs en phosphore, inférieures à

0,3%, indiquent une nutrition déficiente en phosphore. Pour ce qui est de la station de Kouaré, excepté la nutrition phosphatée, les nutriments azotés et potassiques ont été bons. Les résultats de l'analyse de variance n'ont pas révélé de différences significatives entre les teneurs en azote et potassium à Farako-bâ et les teneurs en azote, phosphore et potassium à Kouaré. Ces résultats confirment ceux de Koulibaly *et al.* (2009) qui ont trouvé que le recyclage des résidus en compost ou fumier n'a pas d'effets significatifs sur les teneurs en éléments minéraux des cotonniers.

La nutrition azotée et potassique a été bonne. Koulibaly *et al.* (2015) ont montré sur des sols amendés en compost, que la nutrition minérale du cotonnier a été correcte pour l'azote et le potassium.

Sur les sites de Farako-bâ et de Kouaré, une déficience en phosphore même avec l'apport de compost (T2) et la restitution directe de résidus de récolte (T3) a été observée. Les déficiences de la nutrition du cotonnier en phosphate est la conséquence de la déficience du sol en phosphore assimilable observée précédemment.

### **3.2.4. Rendements et composantes**

#### **3.2.4.1. Production de maïs grain, de biomasse en 2014.**

En 2014 des rendements en maïs grain statistiquement homogènes ont été obtenus alors que la production de biomasse par les plantes de couvertures en première année d'étude a été significativement influencée. Le maïs associé aux plantes de couverture assure une meilleure production de biomasse avec les combinaisons intégrant le traitement T3 comparativement aux autres traitements (T1 et T2) qui n'ont pas différenciés statistiquement. Naitormbaide (2010) dans une étude sur les effets de la fertilisation du cotonnier sur les céréales au Tchad, rapporte que les rendements du maïs semé après la culture du coton présentaient des hausses de rendement de + 575 kg/ha à Bébédjia et de +1158 kg/ha à Békaou par rapport au rendement obtenu à partir de la pratique culturale traditionnelle (sans fumure). Signalons qu'en 2014, les modes de travail du sol et les modes de gestion des résidus étaient identiques au début de l'étude. Ce qui pourrait justifier l'homogénéité des rendements et de la biomasse des tiges de maïs. Les rendements élevés au niveau de Farako-bâ comparativement à Kouaré pourraient être dus aussi aux bonnes conditions pluviométriques à Farako-bâ. Notons que les quantités de matière sèche de maïs produite en 2014 ont été compostées (T2) ou conservées sur la parcelle (T3) en 2015.

### 3.2.4.2. Effet combiné de différents modes du travail du sol et de gestion des résidus de récolte sur le rendement en coton graine et ses composantes en 2015

Les résultats obtenus en 2015 ont montré que l'effet combiné du travail du sol et des modes de gestion des résidus de récolte n'est pas significatif sur le rendement en coton graine et ses composantes à Farako-bâ. Toutefois, le labour combiné à l'apport de compost (F2T2) a présenté une légère amélioration des rendements. Ces résultats confirment ceux de Chervet *et al.* (2005) qui ont obtenu des rendements en semis direct équivalents à ceux du labour. Ces auteurs soulignent qu'au bout de sept années de culture, les rendements des parcelles semées directement sont régulièrement supérieurs à ceux des parcelles labourées. Selon Sturny *et al.* (2007) après six années de rotations, le système semis direct a généré des rendements de même quantité et jusqu'à 10% supérieurs pour les céréales et pois protéagineux. Par ailleurs dans une étude en milieu contrôlé, Koulibaly (2011) précise que les rendements en coton graine ont été significativement influencés par les modes de gestion de résidus de récoltes après 15 années d'étude. De même, Naitormbaide (2012) a montré que les quatre modes de gestion des résidus de cultures à savoir le brûlis, les pailles laissées sur place dans la parcelle, l'exportation des pailles et la restitution sous forme de compost n'ont pas statistiquement améliorés les rendements du mil en deux ans de culture au Tchad. Selon l'auteur, cela peut s'expliquer par la courte durée du temps de restitution et l'évaluation des rendements (2 ans). En effet, compte tenu de la pauvreté des sols en matière organique, la minéralisation des résidus restitués n'a pas encore permis d'améliorer conséquemment les propriétés biophysico-chimiques du sol, et partant, le rendement des cultures. Il ressort de ces résultats, que le rendement et ses composantes sont statistiquement homogènes quel que soit la combinaison des différents modes de gestion de résidus de récolte avec soit le labour ou le semis direct. Cependant, N'dayegamiye et Mehuys (2008), dans une étude ont montré que le semis direct en rotation présente des rendements supérieurs à ceux du semis direct ou du labour en monoculture. De même, l'auteur souligne que pour une transition du labour vers le semis direct, il faut que des stratégies de fertilisation soient opérées. Ainsi, la forme et le mode d'application de l'engrais azoté doivent être modifiés en semis direct. En effet, il existe des risques de perte d'azote par volatilisation lorsque les engrais comme l'urée ne sont pas incorporés dans le sol. La prise en compte de ces modifications pourrait entraîner des hausses de rendements en semis direct dès les premières années de culture, comparativement au labour.

Sur la station de Kouaré, la combinaison entre le semis direct et le compost (FIT2) a eu un effet significatif sur les rendements comparativement aux autres combinaisons. Ce résultat pourrait s'expliquer par l'effet du semis direct d'une part et d'autre part de l'apport de compost ou des deux à la fois. En effet le semis direct contribue à une meilleure préservation de l'eau dans le sol, ainsi qu'à une efficacité de l'utilisation de l'azote par les plantes. Une meilleure préservation de l'eau dans le sol nécessite une bonne structuration des sols qui est promue par le travail minimum du sol c'est à dire le labour à la charrue. Pour certains auteurs, l'absence de fragmentation du sol par la charrue entraîne une diminution de la porosité d'origine mécanique. Cependant, selon Bottinelli (2010) cette réduction de porosité peut être compensée par une création de porosité d'origine biologique (par les lombricidés notamment) mais on observe progressivement des modifications d'architecture porale (moins de macropores, meilleure connectivité...) qui peuvent avoir des conséquences importantes sur la croissance racinaire, les flux d'eau, de gaz, le microclimat du sol et donc l'activité des organismes et le comportement du sol. En outre ces modifications sont susceptibles de jouer sur les cycles des éléments tels que C et N, les transferts d'eau, de sol (érosion), la fertilité du milieu, l'activité biologique et la biodiversité. L'augmentation des rendements dus à la combinaison entre le semis direct et l'apport de compost (FIT2) pourrait aussi s'expliquer par le début des effets de décomposition de la matière organique qui est ressenti sur les cultures. Ainsi, les apports de matière organique doivent être réguliers et accompagnés de fumure minérale pour que les effets sur les cultures soit perçus à court terme. Selon Larbi (2006), l'application de matière organique, particulièrement le compost a généralement des effets positifs sur la stabilité des agrégats à court terme (moins de trois ans). Cependant, ces effets se maintiennent lors d'applications répétées.

Les sols étant pauvres en matière organique, les restitutions deviennent indispensables pour maintenir et améliorer leur fertilité. Les restitutions organiques permettent d'améliorer les propriétés bio-physico-chimiques du sol, surtout sa disponibilité en éléments nutritifs (Vullioud *et al.*, 2004). Aussi la matière organique améliore la fertilité chimique des sols en accroissant la capacité d'échange cationique (CEC), la somme des bases échangeables et améliore l'efficacité des engrais minéraux (Pallo *et al.*, 2006). A défaut de maintenir le potentiel de production, l'enfouissement des résidus dans le sol et leur recyclage en fumure organique, combinés à la fumure minérale, réduisent la baisse des rendements liée à l'exploitation continue des terres (Koulibaly *et al.*, 2010b). Aussi Berger *et al.* (1987) ont

proposé l'enfouissement direct des résidus au sol ou leur restitution sous forme de fumure organique pour maintenir la fertilité des sols cultivés.

L'augmentation des rendements de l'ordre de 34% dû à la combinaison entre le semis direct et l'apport de compost comparativement au labour associé à l'apport de compost pourrait montrer que l'apport de compost sur un sol labouré n'est pas bénéfique à court terme pour la culture. Cela pourrait être dû à l'effet dépressif du labour sur la matière organique du sol. En effet, le labour par l'aération du milieu, favorise l'activité des microorganismes qui accélère la vitesse de minéralisation de la matière organique. Selon Coulomb *et al.* (1993), l'effet dépressif découle du fait que le labour en augmentant la perméabilité du sol par suite d'une augmentation de la porosité et de la capacité d'infiltration du sol, en induisant un bouleversement dans l'organisation des compartiments du sol, crée ainsi un état d'aération et de température favorables aux micro-organismes qui dégradent plus vite et plus facilement la matière organique. De ce fait, cette forte minéralisation pourrait entraîner la perte des éléments minéraux par érosion, lessivage ou lixiviation avec pour corollaire la réduction des rendements comme observé sur la station de Kouaré. Cependant, le tassement du sol en semis direct accompagné d'une réduction de la porosité du sol, de la circulation de l'oxygène et de l'augmentation du taux de saturation de la porosité en eau, limitent le développement et l'activité des microorganismes aérobies et réduisent ainsi la minéralisation de la MOS et de l'azote organique (Lipiec et Stepniewski, 1995 cité par Vian 2009). Aussi, le semis direct entraîne une accumulation des résidus en surface, donc des éléments P, K et de la matière organique du sol ; et permet d'augmenter significativement les stocks de C et N organique dans le sol (N'dayegamiye et Mehuys, 2008). Cette augmentation du stock de C et N pourrait s'expliquer par l'accumulation des résidus de récolte et à la diminution de perte de C et N par érosion et minéralisation. Selon Zangré (2000), le labour annuel réduit considérablement le stock organique du sol au fil des années de cultures. Or la matière organique améliore la capacité de rétention en eau des sols, limitent la compaction, et contribuent à la structuration et à l'amélioration de la stabilité structurale des sols. Par ailleurs, Zangré (2000), en comparant deux types de préparation de sol à savoir le labour à plat aux bœufs et grattage à la daba, combiné à deux niveaux de fumure qui sont l'apport et non apport de fumier a montré que la fumure organique combinée au labour permet d'avoir les meilleurs résultats sur des cultures de sorgho à la station de Saria. Selon l'auteur, la fertilisation organo-minérale permet d'inhiber l'effet néfaste du labour sur le rendement, voire convertir l'effet négatif. De cette étude, il apparaît que la pratique du labour sans apport de matière organique peut conduire à

une dégradation rapide de la fertilité du sol et par conséquent, la baisse drastique des rendements. Il est à noter que les effets positifs créés par le semis direct et le compost ont été ressentis significativement sur la production de coton graine par position à savoir sur les branches végétatives, sur la position 1 à 5 et 2 des branches fructifères du cotonnier à Farako-bâ. Ce traitement a également permis d'augmenter le nombre de capsule à Kouaré comparativement autres traitements. Par ailleurs, Diallo *et al.* (2012) ont trouvé dans une étude au Cameroun sur un sol ferrugineux tropical, que le rendement du maïs est nettement meilleur sur parcelle labourée que sur parcelle semée directement sous litière et que sur sol brun vertique, les rendements en coton graine étaient meilleurs avec le semis direct sous litière. L'auteur explique cela par les influences probables de la quantité annuelle de pluie et du type de culture. Aussi, affirme-t-il qu'à long terme, le semis direct sous litière devrait améliorer le sol et sa productivité. Cependant, sur les sols lourds, le semis direct peut conduire à un compactage du sol réduisant le développement des racines et l'absorption des nutriments par la plante.

D'une manière générale les faibles rendements observés sur le maïs et le coton comparativement au rendement potentiel, seraient liées aux déficits pluviométriques affectant les dates de semis. De même, les faibles rendements enregistrés sur l'ensemble des traitements à la station de Kouaré comparativement à celle de Farako-bâ seraient liés aux mauvaises conditions pluviométriques de 2014 et de 2015 et aux poches de sécheresse

## Conclusion générale et perspectives

En vue d'évaluer l'efficacité des modes de gestion des résidus de récolte combinés au travail du sol sur les rendements des cultures et la fertilité du sol, l'étude s'est fixée comme objectifs spécifiques, (i) évaluer l'effet du semis direct et des résidus de récolte sur le rendement, (ii) évaluer les effets de la gestion des résidus de récolte et du travail du sol sur les propriétés physico-chimique du sol et de déterminer l'efficacité du recyclage des résidus de récolte en compost sur les propriétés du sol dans un système de rotation coton- maïs.

Au terme de l'étude, on peut retenir que les caractéristiques chimiques du sol n'ont pas été significativement améliorées. Le labour combiné à la conservation des résidus de récolte (F2T3) entraîne la plus forte baisse de la teneur en matière organique. En plus de la baisse de la teneur en matière organique, l'exportation des résidus de récolte combinée avec le semis direct (F1T1) ou le labour (F2T1) entraîne respectivement la réduction de la plupart des éléments chimiques particulièrement le potassium total et le potassium disponible pour les horizons 0- 10 et 10- 20 cm. La nutrition minérale du maïs était déficiente en azote et potassium à Farako-bâ et, bonne à Kouaré pour l'azote, le phosphore et le potassium. En 2015, cette nutrition sur le cotonnier n'a pas été influencée par les traitements. Toutefois la nutrition azotée et potassique du cotonnier ont été bonne, tandis qu'une déficience en phosphore a été observé.

Les résultats obtenus en 2015 sur le rendement et ses composantes ont montré que l'effet combiné du travail du sol et des modes de gestion de résidus de récolte n'est pas significatif sur le rendement en coton graine et ses composantes à Farako-bâ contrairement à la station de Kouaré. A Kouaré le semis direct combiné à l'apport compost (F1T2) a permis d'obtenir le rendement le plus élevé (1124 kg/ha) et a permis d'obtenir la plus forte production de coton graine sur les branches végétatives et sur les branches fructifères du cotonnier à Farako-bâ. De même, cette combinaison (F1T2) a été responsable du plus grand nombre de capsule/ha à Kouaré.

Dans l'ensemble, la plupart des paramètres évalués n'a pas été affecté significativement par les traitements. Cela pourrait être dû à la courte durée d'évaluation. A long terme le semis direct associé soit au compost ou la conservation des résidus de récolte devrait améliorer la fertilité du sol par conséquent sa productivité et augmenter conséquemment les rendements si on arrive à supprimer l'exportation des résidus de récolte et à réduire la fréquence de labour.

De ce qui précède, la combinaison du travail du sol au recyclage des résidus de récolte sous quelque forme qu'elle soit doit être associée à l'apport raisonné des engrais minéraux pour avoir les résultats escomptés sur les rendements et le maintien de la fertilité des sols.

Au regard de ces résultats, les perspectives suivantes peuvent être suggérées :

- Poursuivre l'expérimentation sur au moins 7 ans afin de mieux évaluer l'effet de différentes combinaisons
- Evaluer l'effet d'un labour alterné de trois années de semis direct sur le sol, sa productivité et sur les résidus de récolte enfouies afin de comprendre l'effet de la réduction du labour sur la fertilité du sol,
- Suivre les paramètres de l'humidité du sol afin de comprendre l'effet des différentes combinaisons sur leur capacité à conserver l'humidité dans la parcelle.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdellaoui Z., Teskrat H., Belh adj. A., Zaghouane O., 2011.** Étude comparative de l'effet du travail conventionnel, semis direct et travail minimum sur le comportement d'une culture de blé dur dans la zone subhumide. *Options Méditerranéennes, A* no. 96, 71 – 87.
- Afnor, 1981.** Détermination du pH. (Association Française de Normalisation) NF ISO 103 90. In *AFNOR, qualité des sols*, Paris, 339-348.
- Ancelin O., Duranel J., Duparque A., Dersigny C., Fleutry L., 2007.** Mémento Sols et Matières Organiques - Agro-Transfert R&T et Chambres d'Agriculture de Picardie, 52 p.
- Autfray P, Sissoko F, Falconnier G, B A, Dugué P, 2012.** Usages des résidus de récolte et gestion intégrée de la fertilité des sols dans les systèmes de polyculture élevage : étude de cas au Mali-Sud. *Cah Agric* 21 : 225-34.
- Bacye B., 1993.** Influence des systèmes de culture sur le statut organique et minéral des sols ferrugineux et hydromorphes de la zone soudano-sahélienne. Thèse de docteur de l'université d'Aix-Marseille III. ORSTOM, Montpellier, France, 243 p.
- Barbot C., Lemercier G., Fritsch L., Rohrbacher P., Michaël R., Geist P., 2004.** Pour une bonne gestion des résidus de récolte. FICHE RESIDUS FERTI-MIEUX. Chambre d'Agriculture du Bas-Rhin, l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et le Conseil Général du Bas-Rhin, 2 p.
- Berger M., Belem, P.C., Dakouo D., Hien V., 1987.** Le maintien de la fertilité des sols dans l'Ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage, *Coton et Fibres Tropicales* Vol. XLII .fasc.3 : 201-210.
- Blanchard M., 2010.** Gestion de la fertilité des sols et rôle du troupeau dans les systèmes coton-céréales-élevage au mali-sud, avoires techniques locaux et pratiques d'intégration agriculture élevage. Thèse de doctorat Sciences de l'Univers et Environnement. Université paris-est, Créteil val de marne école doctorale SIE - sciences, ingénierie et environnement, Paris, France, 301 p.
- Bottinelli N., 2010.** Evolution de la structure et de la perméabilité d'un sol en contexte de non labour associé à l'apport d'effluent d'élevage : rôle de l'activité lombricienne. Thèse de docteur de l'institut supérieur des sciences agronomiques, agro-alimentaires, horticoles et du paysage. Sciences de la Terre. Agrocampus - Ecole nationale supérieure d'agronomie de rennes, France, 165 p.

- Bouajila K., Ben Jeddi.F., Taamallah H., Jedidi N., Sanaa M., 2013.** Effets de la composition chimique et biochimique des résidus de cultures sur leur décomposition dans un sol Limono-Argileux du semi-aride. *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (1) : 159-166.
- Bouchenafa N., Oulbachir K., Kouadria M., 2014.** Effets du travail du sol sur le comportement physique et biologique d'un sol sous une culture de lentille (*lens exculenta*) dans la région de tiaret Algérie. *European Scientific Journal* 10 (3) : 463-473.
- Boué A., 2013.** Analyse des effets conjugués travail du sol et culture associée sur la production du sorgho [*sorghum bicolor (L).moench*]. Mémoire d'ingénieur en vulgarisation agricole. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 78 p.
- Braud M. 1984.** Le diagnostic foliaire du cotonnier. In : Martin-Prevel P., Gagnard J. et Gautier P. (Ed). L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales. Techniques et documentation, Lavoisier. Paris, pp. 559-576.
- Braud M., 1987.** La fertilisation d'un système de culture dans les zones cotonnières soudano-sahéliennes. Supplément à *Cot. Fib. Trop.*, série Doc., Etudes et synthèse, n°8, 35 p.
- Bray R. I. I., Kurtz L. T., 1945.** Determination of total organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, 59 : 39-45.
- BU.NA.SOLS, 1989.** Normes d'interprétation des éléments chimiques, 2p.
- Chervet A., Ramseier L., Sturny G. W., Tschannen S., 2005.** Comparaison du semis direct et du labour pendant 10 ans. *Revue suisse Agric.* 37 (6): 249-256.
- Coulomb I., Caneill J., Manichon H., 1993.** Comportement du sol au labour : Evolution de l'état structural au cours du labour. *Agronomie*. Vol 13. (6) : 441-560.
- CPVQ., 2000.** Impacts sur les propriétés du sol, les cultures et l'environnement. Guides pratique de conservation en grande culture. Ed Conseil des Productions Végétales du Quebec inc, Aude Tousignant, 14 p.
- CSAO 2005.** Importance économique et sociale du coton en Afrique de l'Ouest : rôle du coton dans le développement, le commerce et les moyens d'existence. Secrétariat du Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest/OCDE, 72 p.
- Culot M. F., 2005.** Filières de valorisation agricole des matières organiques. 73 p.

- Dakouo D., 1994.** Les carences en potassium sur cotonnier (*Gossypium hirsutum L.*) dans les systèmes de culture : cas de la zone cotonnière ouest du Burkina. Thèse de doctorat, option sciences agronomiques, Université Nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan, 141 p.
- Dembelé I., 1994.** Production et utilisation de la fumure organique. Fiche synthétique d'information, Document Ns94/19. 19 p.
- Diallo D., Orange D., Roose E., 2012.** Influence du labour, du semis direct et du type de sol sur le stock de carbone, les pertes en terre et les rendements d'une rotation intensive (coton/maïs) au Mali Sud. IRD éditions, Marseille, 12 p.
- Djenontin J. A., Amidou M., Baco N. M., Wennink B., 2003.** Production de fumier et enfouissement des résidus de récolte pour la gestion de la fertilité des sols. Dans Valorisation des résidus de récolte dans l'exploitation agricole au nord du Bénin. Actes du colloque international, 25-27 février 2003, Montpellier, France. Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux, 11 p.
- FAO., 1996.** CHOYEZ LA TERRE : Aménagement des sols pour une agriculture durable et la protection de l'environnement sous les tropiques. Viale delle Terme di Caracalla Rome 00100, Italie, 36 p.
- FAO., 2006 :** Sécurité alimentaire et développement agricole en Afrique Subsaharienne.
- FAO., 2011.** Agriculture de conservation et ses principes fondamentaux. Département de l'agriculture et de la protection des consommateurs. HTE N° 149/150, pp 61-66.
- FAO., 2015.** Les principes fondamentaux de l'agriculture de conservation. (<http://www.fao.org/ag/ca/fr/1b.html>, consulté le 27 mai 2016 à 11h 20.)
- Guinko S., 1984.** Végétation de la Haute- Volta. Thèse de Doctorat d'état, Université de Bordeaux III, France, Tome I, 318 p.
- Hauchart V., 2006.** Le coton dans le Mouhoun (Burkina Faso), un facteur de modernisation agricole : perspectives de développement, *Agricultures/Cahiers d'études et de recherches francophones*, 15(3), pp. 285-291.
- Heddadj D., Cloarec M., 2011.** Impact des techniques culturales sans labour sur le fonctionnement biophysique des sols. *Options Méditerranéennes : Série A n°9 6*, pp. 131 - 145

**Hien V., Bilgo A., Sangare S., Kambire L. F., Kaboré P. D., Lepage M., Somé L., Traore G/J., Somé B., Traoré K., 2004.** Recherche sur des technologies de lutte contre la désertification au sahel et étude de leur impact agro écologique. Rapport final de projet 83, INERA Ouagadougou, Burkina Faso. 91 p.

**Huber G., Schaub C., 2011.** La fertilité des sols : l'importance de la matière organique. Guide des amendements organiques. Ed chambre d'agriculture de Bas-Rhin, France. 46 p.

**Khaoula. B., Jemai. I., Nadhira. B. A., 2014.** Biodisponibilité du phosphore assimilable en région semi-aride sous semis direct et conventionnel : cas de Guern Halfaya et Elkrib, Nord-Ouest de la Tunisie. Journée Nationale sur la valorisation des Résultats de la Recherche dans le domaine des Grandes Cultures, Tunis, le 17 avril 2014 en Tunisie, pp. 51-54.

**Kombema E., 2008.** Effet des pratiques culturales (rotation des cultures, amendements organiques et travail du sol) sur les propriétés hydrauliques d'un sol ferrugineux tropical lessive au centre-ouest du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 61 p.

**Koulibaly B., 2011.** Caractérisation de l'acidification des sols et gestion de la fertilité des agrosystèmes cotonniers au Burkina Thèse de Docteur de l'Université de Ouagadougou, Option Sciences appliquées, Spécialité : Agro-pédologie. Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 183 p.

**Koulibaly B., Dakuo D., Ouattara A., Traoré O., Lompo F., Zombré P.N., Yao-Kouamé A., 2015.** Effets de l'association du compost et de la fumure minérale sur la productivité d'un système de culture à base de cotonnier et de maïs au Burkina Faso. *Tropicultura*, 33 (2), 125-134.

**Koulibaly B., Ouola T., Déhou D., Prosper N. Z., Bondé D., 2010a.** Effets de la valorisation des résidus de récolte sur la nutrition minérale du cotonnier et les rendements d'une rotation coton-maïs-sorgho dans l'Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4(6) : 2120-2132.

**Koulibaly B., Traoré O., Dakuo D., Zombré P.N., Bondé D., 2010b.** Effets de la gestion des résidus de récolte sur les rendements et les bilans culturaux d'une rotation cotonnier-maïs-sorgho au Burkina Faso. *Tropicultura*, 28, (3), 184-189.

**Koulibaly. B., Traore. O., Dakuo. D., Zombre. P. N., 2009.** Effets des amendements locaux sur les rendements, les indices de nutrition et les bilans culturaux dans un système de rotation coton-maïs dans l'ouest du Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13 (1) : 103-111.

**Laghrou. M., Moussadek. R., Zouahri A.A., Mekkaoui. M., Dahan. R., El Mourid. M., 2015.** Impact du semis direct sur les propriétés physiques d'un sol argileux au Maroc central. *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (2) : 391-396.

**Larbi M., 2006.** Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Thèse de Docteur ès Sciences présentée à la Faculté des Sciences de l'Institut de Botanique (Laboratoire sol et végétation). Université de Neuchâtel, Tunisie, 161 p.

**LOUE A., 1984.** Méthode de contrôle de la nutrition minérale du maïs. In: Martin-Prevel P., Gagnard J. & Gautier P. L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales. Paris : Editions Tec & Doc - Lavoisier, pp. 598-631.

**MAHRH., 2004.** Burkina Faso; 2004. Politique nationale de développement durable de l'agriculture irriguée. Rapport principal. 171 p.

**Maurer-troxler C., Chervet A., Ramseier L. et Sturny W. G., Oberholzer H.-R., 2006.** Biologie du sol après 10 ans de semis direct ou de labour. *Revue suisse Agric.* 38 (2): pp.89-94.

**N'dayegamiye A et Mehuys G., 2008.** Evaluation des effets à long termes du semis direct et du labour sur les propriétés du sol et les rendements des cultures. Rapport de recherche, irda, Quebec, Canada. 48 p.

**Naitormaide M., 2012.** Incidence des modes de gestion des fumures et des résidus de récolte sur la productivité des sols dans les savanes du Tchad. Thèse de doctorat unique du développement rural. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 192 p.

**Naman F., Soudi B., Adlouni C. E., CHIANG C. N., 2015.** Bilan humique des sols sous intensification agricole: cas des sols du périmètre irrigué des Doukkala au Maroc. *J. Mater Environ. Sci.* 6 (12) : 3574-3581

**OCDE., 2006.** Le coton. Atlas de l'intégration régionale, 20 p.

**Ouattara A., 2011.** Etude de l'association de la fumure minérale et du compost dans une rotation coton-maïs en zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur du

Développement Rural, option Agronomie. Institut du Développement Rural. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 54 p.

**Pallo F.J.-P., Asimi S., Assa A., Sedogo P.M., Sawadogo N., 2006.** Statut de la matière organique des sols de la région sahélienne du Burkina Faso. *Etude et Gestion des Sols*, 13 (4): 289-304.

**Pieri C., 1989.** Fertilité des terres de savanes. Bilan de 30 ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara. CIRAD. Ministère de la coopération et du développement. 144 p.

**Pouya B.M., Bonzi M., Gnankambary Z., Traoré K., Ouédraogo J.S., Somé A.N., Sedogo M.P., 2013:** Pratiques actuelles de gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la production du cotonnier et sur le sol dans les exploitations cotonnières du centre et de l'ouest du Burkina Faso. *Cach Agric*, vol.22, n°4, 282 – 292.

**SANOU J., 1993.** Choisir sa variété de maïs au Burkina Faso. Doc. CNRST/INERA-Burkina. 2 p.

**Sauzet G., 2012.** Le semis direct sous couvert temporaire : un système adapté à la culture du colza d'hiver. Ed CETIOM. 34 p.

**Sedogo P. M., 1993.** Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : Incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de Doctorat, Université Nationale de Côte d'Ivoire, 333p.

**Séguy., 2001.** Systèmes de culture et dynamique de la matière organique Seguy<sup>1</sup>, S. Bouzinac<sup>2</sup>, A. C. Maronezzi, 9 p.

**Sissoko F., Autfray P., 2006.** Projet PASE SCV rapport d'activités 2005. IER/CIRAD Mali. 106 p.

**Sissoko F., Koulibaly B., Dagbenonbakin G D., Naïtormaïde M., Djinodji R., Fayalo G., Amonmide I., Traore K., Ferreira A C B., Borin A L D C., Ferreira G B., Bogiani J C., Stéfano J G D., Lamas F M., Carvalho M C S., 2013.** Système de semis direct sous couverture végétale. Manuels de bonnes pratiques agricoles du coton. (ed) Embrapa Information Technologique., Brasília, DF, Brésil : Embrapa, 85 p.

**Sturny W. G., Chervet A., Maurer-troxler C., Ramseier L., Müller M., schafflützel R., Richner W., Streit B., Weisskopf P., Zihlmann U., 2007.** Comparaison du semis direct et du labour: ufe synthèse. *Revue suisse Agric*. 39 (5): 249-254.

**Traoré O. Y. A., 2010.** Fertilité chimique des lxisols et production du sorgho et du niébé dans le Centre Ouest du Burkina Faso: impact des stratégies paysannes en relation avec les conditions socio-économiques des ménages. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 111 p.

**Vian J-F., 2009.** Comparaison de différentes techniques de travail du sol en agriculture biologique : effet de la structure et de la localisation des résidus sur les microorganismes du sol et leurs activités de minéralisation du carbone et de l'azote. Thèse de doctorat de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech), option agronomie à Paris, France, 206 p.

**Vullioud P., Mercier E., Ryser J.P., 2004.** Bilan de 40 ans d'essai portant sur différentes fumures organiques (Changins 1963-2003). *Revue Suisse d'agriculture*, 36(2), : 43- 51.

Walkley A., Black I. A., 1934. An examination method of the det jareff and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science.* , 37, 29-38.

**Zangré .B. V. C. A., 2000.** Effets combinés d. u travail du sol et des amendements organiques sur la fertilité d'un sol ferrugineux tropical lessive dans la région de saria (zone centre du Burkina Faso). Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie. , Institut du Développement Rural. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 97 p.

**Znaïdi I. E. A., 2002.** Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes. Master of science degree mediterranean organic agriculture. Institut agronomique de la méditerranéen de Bari, Tunisie, 104 p.

## ANNEXES

### Annexe 1 : NORMES D'INTERPRETATION DES ELEMENTS CHIMIQUES, BU.NA.SOLS, 1989

#### Normes d'interprétation des éléments chimiques

##### 1. Matière organique

Classe (interprétation)	Très bas	Bas	Moyen	Elevé	Très élevé
Intervalle	< 0,5%	0,5%- 1,0%	1,0%- 2,0%	2,0%- 3,0%	> 3,0%

##### 2. Azote total

Classe (interprétation)	Très bas	Bas	Moyen	Elevé	Très élevé
Intervalle	< 0,02%	0,02%- 0,06%	0,06%- 0,10%	0,10%- 0,14%	> 0,14%

##### 3. Phosphore assimilable

Classe (interprétation)	Très bas	Bas	Moyen	Elevé	Très élevé
Intervalle	< 5ppm	5-10ppm	10-20ppm	20-30ppm	> 30ppm

##### 4. Phosphore total

Classe (interprétation)	Très bas	Bas	Moyen	Elevé	Très élevé
Intervalle	< 100ppm	100-200ppm	200-400ppm	400-600ppm	> 600ppm

##### 5. Potassium disponible

Classe (interprétation)	Très bas	Bas	Moyen	Elevé	Très élevé
Intervalle	< 25ppm	25-50ppm	50-100ppm	100-200ppm	> 200ppm

## 6. Potassium total

Classe (interprétation)	Très bas	Bas	Moyen	Elevé	Très élevé
Intervalle	< 500ppm	500-1000ppm	1000-2000ppm	2000-4000ppm	> 4000ppm

## 7. CEC

CEC (T) en meq/100 g de terre fine (méthode à l'argent thiouré)

Classe (interprétation)	Très bas	Bas	Moyen	Elevé	Très élevé
Intervalle	< 5meq/100g	5-10meq/100g	10-15meq/100g	15-20meq/100g	> 20meq/100g

Saturation en bases (S/T) en %

Classe (interprétation)	Très bas	Bas	Moyen	Elevé	Très élevé
Intervalle	< 20%	20-40	40-60	60-80	> 80%

Somme des bases (S) en meq/100g de terre fine

Classe (interprétation)	Très bas	Bas	Moyen	Elevé	Très élevé
Intervalle	< 1meq/100g	1-6meq/100g	6-11meq/100g	11-16meq/100g	> 16meq/100g

8. pH (eau)

Classe	Extrê mement acide	Tres fortement acide	Fortement acide	Moy. Acide	Faibl. Acide à neutre	Legere ment alcalin	Moy alcalin	Fort. Alcalin	Très fort. Acid
Valeurs	< 4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-7,3	7,4-7,8	7,9-8,4	8,5-9,0	> 9,0
Interpré tation 5=favorable 1=défavorable	1	2	3	4	5	4	3	2	1

## **Annexes 2 : instructions diagnostic foliaire I.R.C.T**

### **I.R.C.T.**

### **INSTRUCTIONS DIAGNOSTIC FOLIAIRE IRCT**

#### **Principe :**

Prélèvement de la feuille située à l'aisselle de la fleur du jour située en position I (Voir schéma)

#### **Méthode**

1°) Prélever vers le 70<sup>ème</sup> jour (à plus ou moins 3 jours).

2°) Prélever avant 9 heures du matin.

3°) Prélever les fleurs de n'importe quel niveau mais uniquement en position I. (c'est-à-dire située sur le premier nœud des branches fructifères. (Voir schéma)

4°) Les prélèvements de feuilles se font au hasard à raison de :

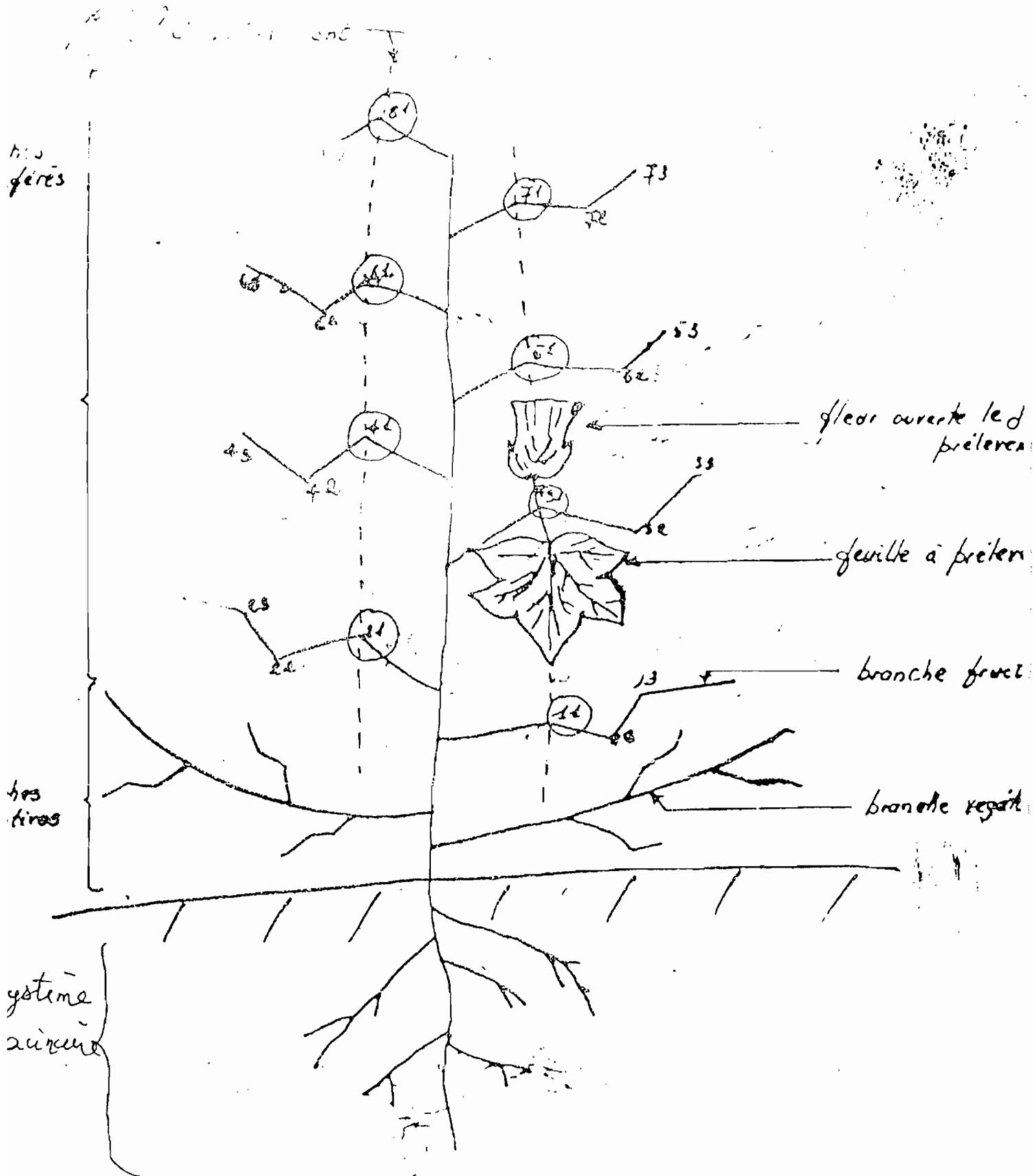
- 20 feuilles par PE si on a 6 répétitions : 120 : Garder 100
- 15 feuilles par PE si on a 8 répétitions : 120 : Garder 100
- 120 feuilles par zone homogène si on travaille sur de grandes parcelles de façon à en garder 100 par échantillon.

5°) Il faut séparer les limbes des pétioles avec une lame de rasoir lorsque les feuilles sont encore fraîches. Les garder séparément.

6°) Les positions se feront dans la matinée mais seulement lorsque les prélèvements seront terminés

7°) Ces positions se feront au hasard mais sur un nombre de pieds égale à la moitié du nombre de feuilles prélevés. (Fiche particulière)

8°) L'on veillera à faire sécher très rapidement les échantillons le jour même afin qu'il ne se produise pas de pourriture. Faire sécher sur un endroit où il n'y a pas eu d'engrais.



Schema: modalités de prélèvement foliaire sur cotonnier