

Évaluation participative du labour et non-labour pour l'amélioration de la productivité du maïs au Centre Bénin

R. MALIKI², F. AMADJI³, I. ADJÉ³, K. N'DJOLOSSE² et S. BELLO²

Résumé

L'objectif de l'étude était d'évaluer les contraintes et les avantages agronomiques et socio-économiques du labour et du non-labour intégrant le paillage de la biomasse de *Cajanus* et de la jachère naturelle. Des essais ont été conduits suivant un dispositif de bloc de Fisher à Gbanlin dans la commune de Ouèssè et Gomè dans la commune de Glazoué suivis des entretiens individuels avec différents groupes socio-professionnels. Les résultats ont montré que les rendements en grains, en paille du maïs et en fanes d'arachide et du soja n'étaient pas significativement ($p > 0,05$) différents sur les deux sites pour les deux types de systèmes. Le non-labour avec le paillage était plus rentable que le labour avec l'enfouissement de la biomasse. Cette pratique supprimait la charge de travail liée au labour au niveau des exploitations. Les enquêtes individuelles avec différents types d'exploitation (traditionnel, évolutif et agro-éleveur) ont révélé les contraintes et avantages liés aux deux systèmes. Des points de vue des producteurs le non-labour était indiqué pour les sols gravillonnaires mais n'était pas approprié pour les sols hydromorphes. Sur la base des différentes préoccupations soulevées par les producteurs et de l'analyse des résultats, s'impose la nécessité d'adapter la technique du non-labour aux spécificités des exploitations agricoles pour une production durable au centre du Bénin.

Mots clés : Bénin, dégradation des sols, maïs, productivité, systèmes adaptés

Participatory evaluation of the ploughing and the none-ploughing for the maize productivity improvement in the Center of Benin

Abstract

The study aimed to evaluate the constraints and the agronomic and socio-economic advantages of the ploughing and the none-ploughing integrating the mulching of the biomass of *Cajanus* and the natural fallow. Block Fisher Trials on ploughing and none-ploughing with ten farmers were the experimental design at Gbanlin and Gomé sites in the districts of Ouèssè and Glazoué respectively followed by discussions with different socio-professional groups. The results showed that the maize grains and straw, groundnut and soybean fan yields were not significantly ($p > 0.05$) different for both systems. The none-ploughing with mulching was more profitable than the ploughing with hiding of the biomass. This practice suppressed the labour related to the ploughing in the farms. The individual surveys with different household farmers (traditional, evolutionary and agro-stockbreeder) revealed the constraints and advantages related to the both systems. This focussed that the none-ploughing was more indicated to the soil with concretions ("sols gravillonnaires") but is not adequate to the hydromorphic soils. On the basis as of various concerns raised by farmers and of the analysis of the results, it arises the need for adapting the technique of the none-ploughing to specificities of the farms for sustainable production in Center of Benin.

Key words: Benin, Adapted systems, maize, productivity, soil degradation

INTRODUCTION

Au Bénin, la production traditionnelle est basée sur les systèmes itinérants de défriche sur brûlis des jachères naturelles causant la déforestation, la dégradation et la baisse de la productivité des sols (Igué *et al.*, 2013). Les dernières réserves de terre de la région des savanes sont menacées de

² Dr Ir. Raphiou MALIKI, Centre de Recherches Agricoles Centre (CRA-Centre), Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), BP 112 Savè, E-mail : malikird@yahoo.fr, Tél. : (+229)97909039, République du Bénin

MSc. Kouami N'DJOLOSSE, CRA-Centre/INRAB, BP 112 Savè, E-mail : kndjolosse@yahoo.fr, Tél. : (+229)95429437/96838341, République du Bénin

Dr, Ir. Saliou BELLO, CRA-Centre/INRAB, BP 112 Savè, E-mail : bello_saliou@yahoo.fr, Tél. : (+229)98125675/94108119, République du Bénin

³ Ir. Firmin AMADJI, CRA-Centre/INRAB/GiZ/ProSOL/CRCD, BP 106 Bohicon, E-mail : f_amadji@yahoo.fr, Tél. : (+229)98294561/64304180, République du Bénin

Ir. Isaïe ADJE, CRA-Centre/INRAB/GiZ/ProSOL/CRCD, BP 106 Bohicon, E-mail : itadje@yahoo.fr, Tél. : (+229)67740668, République du Bénin

déforestation avec ses conséquences sur l'environnement. Des problèmes d'érosion surtout hydrique en résultent. Ils sont amplifiés par la dégradation de la qualité physique des sols, ce qui induit un appauvrissement en matière organique. A terme, ce mode de production traditionnel est condamné par l'épuisement des ressources édaphiques (Igué *et al.*, 2013).

A titre indicatif, de 1990 à 1995, le Bénin a perdu 298.000 ha de sa couverture forestière, ce qui correspond à une disparition moyenne d'environ 60.000 ha de forêt par an (Sinsin et Kampmann, 2010). Ainsi, la superficie forestière par habitant qui était de 1,63 ha en 1980 est passée à 0,87 ha en 1995, et elle devrait atteindre 0,29 ha en 2025, si les tendances actuelles se maintiennent (Schmidt-Soltau et Alimi, 2008). A cette perte des habitats s'ajoutent proportionnellement des pertes d'espèces. En conséquence, on assiste au cours de ces dernières décennies, à un rythme sans précédent de dégradation des terres amplifiées par les pratiques de labour. Selon les estimations, 62% des terres agricoles au Bénin sont déclarées dégradées (COP 13, 2017).

Dans le contexte des exploitations agricoles de la région des Collines au centre du Bénin, la pratique du labour est assez répandue. Elle consiste à confectionner les billons qui permettent d'augmenter le volume de la couche arable et d'incorporer la jachère naturelle et les résidus de récolte au sol. La main d'œuvre pour le labour devient de plus en plus onéreuse et se raréfie. Les manœuvres dans la course effrénée du profit confectionnent des billons filiformes et peu soignés ce qui favorise l'enherbement des parcelles affectant ainsi le rendement des cultures. Le labour mal fait, le sol devient de plus en plus sensible à l'érosion surtout hydrique dans les zones où le relief est ondulé ou vallonné. Face à ce épineux problème de dégradation et de la baisse de la fertilité des sols, la productivité du maïs reste encore faible, en dépit de son importance et de sa demande de plus en plus croissante au Bénin. Ainsi, certains producteurs continuent d'avoir des rendements inférieurs à 0,5 t/ha (Houndékon et Gogan, 1996 ; Adégbola *et al.*, 2013).

Dans le but de réduire la dégradation des ressources édaphiques, le coût et la pénibilité du travail liés au labour manuel et d'accroître la productivité du maïs, la Recherche-développement (R-D) au Centre Bénin a mené des investigations sur la pratique du non-labour intégrant le paillage des légumineuses alimentaires dont le pois d'angole (*Cajanus cajan*). Les raisons motivant le choix du pois d'angole par rapport à d'autres légumineuses herbacées dont notamment *Mucuna pruriens var utilis* et *Aeschynomene histrix* résident dans le fait que la culture de *C. cajan* se pratique spontanément par les producteurs et productrices sans l'appui d'un organisme extérieur. En outre, le pois d'Angole a une valeur d'usage. Les graines de *C. cajan* sont comestibles; ainsi une jachère améliorée de *C. cajan* est plus vite acceptée. En outre, le pois d'Angole est une légumineuse à usages multiples, riche en protéines et autres nutriments qui peut fournir de la nourriture (Aïhou, 2003), du bois de chauffe et du fourrage pour les animaux (Aïhou, 2003). Il peut aussi relever la fertilité des sols (Versteeg et Koudokpon, 1993 ; Versteeg *et al.*, 1998 ; Aïhou, 2003 ; Adjei-Nsiah *et al.*, 2007), fournir des matériaux de clôture et de construction (ICRISAT, 2000) et stabiliser le sol. *C. cajan* est unique parmi les légumineuses arbustives à graines à pouvoir combiner une bonne production, une installation facile, une croissance rapide et une production élevée de biomasse au sol (Aïhou, 2003). *C. cajan* est une plante tolérante à la sécheresse et aux températures élevées (Aïhou, 2003). Il peut accumuler entre 2.100 et 8.184 kg/ha de biomasse en fonction de la densité de semis (Aïhou, 2003).

Comme toutes les légumineuses, le pois d'Angole enrichit le sol en azote grâce à sa capacité de fixation symbiotique d'azote. *C. cajan* est à la fois une culture vivrière (pois secs, farine, pois frais ou légumes verts) et une culture fourragère de couverture. Le paillage du sol avec les légumineuses à graines dont *C. cajan* peut constituer une solution alternative à la préservation et à la valorisation durable des terres, et partant à l'amélioration de leur productivité. Il consiste à installer la plante productrice de biomasse qui fabrique une couverture végétale, dans laquelle après rabattage, est semée une culture principale. Les effets attendus du paillage sont, entre autres, la suppression du travail du sol, la souplesse du calendrier cultural, l'emploi minimal d'intrants, la stabilité des rendements, les marges nettes élevées, la fixation des familles rurales sur un espace limité, la suppression de l'érosion, la restauration de la fertilité du sol avec réactivation de la vie biologique et la création d'une structure du sol favorable à une bonne production des cultures (Aïhou, 2003). Malgré les multiples avantages liés au paillage, cette technique est peu pratiquée laissant place au labour, transmis de génération en génération, permettant l'enfouissement des résidus.

L'objectif de l'étude était d'évaluer les contraintes et les avantages agronomiques et socio-économiques du labour et du non-labour intégrant le paillage de la biomasse de *Cajanus* et de la jachère naturelle.

ZONE D'ÉTUDES

Dans le but de mieux cerner les contraintes et avantages liés au non-labour, des essais intégrant la biomasse de *Cajanus cajan* et la jachère naturelle ont été conduits à Gbanlin dans la commune de Ouèssè et à Gomè dans la commune de Glazoué suivis des entretiens avec différents groupes socio-professionnels. La région des Collines faisant l'objet de l'étude est caractérisée par une différenciation liée à la durée des occupations humaines et à la densité de peuplement: une zone de colonisation ou d'occupation ancienne (Glazoué), et une zone d'occupation relativement récente (Ouèssè) à pression démographique relativement faible. La densité de peuplement et les mouvements migratoires saisonniers ou permanents ont une incidence prononcée sur l'état des ressources naturelles (sols, arbres, eaux, faune). Les activités des populations locales et les modes de prélèvement sur le stock des ressources ont entraîné durant ces dernières années des problèmes de dégradation qui fragilisent le milieu (humain et naturel). Gomè (occupation ancienne à dominance bas-fonds) et Gbanlin (occupation relativement récente) ont été les deux sites retenus.

La zone jouit d'un climat de type soudano-guinéen. Elle constitue une zone de transition entre le sud à régime pluviométrique bimodal et le nord à régime pluviométrique monomodal. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1.200 mm avec une tendance à la baisse ces dernières années. Les sols sont principalement des ferrugineux tropicaux relativement riches en éléments minéraux. Les propriétés physiques des sols sont variables selon leur teneur en argile (Agossou *et al.*, 2002). La végétation est de type savane arborée dégradée. Le maïs, l'arachide, le manioc, l'igname constituent les principales cultures vivrières. Le coton et l'anacardier constituent les principales cultures de rente. L'agriculture y est fortement marquée par des problèmes de dégradation des ressources naturelles (Dugué et Floquet, 2000).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Matériels

Les matériels d'essai ont été des résidus de récolte et de *Cajanus cajan* à Gbanlin (Ouèssè), puis la jachère naturelle et des résidus de récolte à Gomè (Glazoué). La culture principale a été la variété de maïs *Obatanpa*. Les cultures de relais ont été les variétés locales d'arachide à Gbanlin et de soja à Gomè. Les engrais minéraux composés de 100 kg de NPK 14-23-14 et 50 kg d'urée ont été appliqués en poquet 15 jours après semis du maïs sur toutes les parcelles. Les deux types d'engrais ont été apportés une seule fois en dose unique.

Dispositifs expérimentaux

Site de Gbanlin dans la commune de Ouèssè

Cajanus cajan associé au maïs et l'arachide en relais ont été installés au cours de la campagne agricole de la première année à Gbanlin avec un écartement de 1 m x 1,20 m et 3 lignes de *C. cajan* et 10 lignes de maïs. Suite à la récolte des cultures associées, *C. cajan* a poursuivi son cycle de développement jusqu'en début de la campagne suivante. Au cours de la campagne agricole de la deuxième année, la biomasse de *C. cajan* d'environ un an de culture a été fauchée après la récolte des graines. Sur une sous-parcelle (de 20 m x 20 m) la biomasse a été épandue sous forme de mulch. Sur la deuxième sous-parcelle (de 20m x 20 m) la biomasse a été enfouie représentant la pratique paysanne (le témoin). Les deux sous-parcelles ont été séparées par une allée de 2 m. Le maïs (variété *Obatanpa*) a été installée en avril au cours de la grande saison pluvieuse suivie de l'arachide installée en relais en juillet au cours de la petite saison pluvieuse. Ainsi, 100 kg de NPK 14-23-14 et 50 kg d'urée ont été appliqués sur le maïs. Six producteurs (hommes adultes, femmes) ont abrité l'essai dans leurs champs à Gbanlin. Chaque champ constituait une répétition. Le dispositif de l'essai a été un bloc aléatoire à six répétitions et à deux traitements. Les deux traitements ont été les suivants à Gbanlin dans la Commune de Ouèssè :

- Traitement 1 (T1) : labour avec enfouissement de la biomasse de *Cajanus cajan* + résidus de récolte ;
- Traitement 2 (T2) : non-labour (sans labour) avec épandage des émondes (paillage de la biomasse) de *Cajanus cajan* + résidus de récolte.

Site de Gomè dans la commune de Glazoué

Les producteurs de Gomè ont opté pour une jachère naturelle suite à la récolte du maïs au cours de la campagne agricole de la première année. Au cours de la campagne agricole de la deuxième année, la biomasse naturelle de la jachère a été fauchée. Sur une sous-parcelle (de 20 m x 20 m) la biomasse de la jachère naturelle a été épandue sous forme de mulch. Sur la deuxième sous-parcelle (de 20 m x 20 m) la biomasse naturelle a été enfouie représentant la pratique paysanne (le témoin). Le maïs (variété Obatanpa) a été installé en avril au cours de la grande saison pluvieuse suivie du soja installée en relais en juillet au cours de la petite saison pluvieuse. Ainsi, 100 kg de NPK 14-23-14 et 50 kg d'urée ont été appliqués sur le maïs. Cinq producteurs (hommes adultes, femmes) ont abrité l'essai dans leurs champs à Gomè. Chaque champ constituait une répétition. Le dispositif de l'essai est un bloc aléatoire à cinq répétitions et avec les deux traitements suivants :

- Traitement 1 (T1) : labour avec enfouissement de la biomasse de jachère naturelle + résidus de récolte ;
- Traitement 2 (T2) : non-labour avec épandage des émondes (paillage de la biomasse) de la jachère naturelle + résidus de récolte.

Estimation de rendement en graines de *Cajanus cajan*

Le rendement en grains de maïs a été estimé de la façon suivante :

$$R_C = PFGousses \times \frac{100 - TE}{100} \times \frac{PFEGousses}{PFEGrains} \times \frac{10000}{S} \quad (1)$$

, avec :

R_C = Rendement en graines de *C. cajan* (kg.ha⁻¹) ; PFGousses = Poids frais des gousses de *C. cajan* par surface élémentaire (kg) ; PFEGousses = Poids Frais de l'échantillon de gousses de *C. cajan* par surface élémentaire (g) ; TE = Teneur en eau des grains de *C. cajan* (par la méthode de l'humidimètre de marque PFEUFFER HE 50) ; PFEGrains = Poids frais de l'échantillon de graines de *C. cajan* (g) ; S = Surface élémentaire.

Évaluation de la quantité de résidus sur les parcelles

La quantité de résidus (biomasse feuille de *C. cajan* + résidus de récolte ou jachère naturelle + résidus de récolte) a été déterminée suite au paillage et avant l'enfouissement. Un cadre de 1 m² a été posé neuf fois suivant les diagonales de la parcelle élémentaire. Le poids de résidus par cadre a été évalué. Un échantillon a été prélevé pour déterminer après séchage le poids sec par la formule mathématique suivante :

$$Q_{M0} = \frac{(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_9)}{9} \times \frac{PSEr}{PFER} \times \frac{10000}{S} \times \frac{1}{1000} \quad (2), \text{ où : } Q_{M0} = \text{Quantité}$$

résidus (t.ha⁻¹) ; P_1 = Poids frais de résidus du cadre 1 (kg) ; P_2 = Poids frais de résidus du cadre 2 (kg) ; P_3 = Poids frais de résidus du cadre 3 (kg) ; P_4 = Poids frais de résidus du cadre 4 (kg) ; P_5 = Poids frais de résidus du cadre 5 (kg) ; P_6 = Poids frais de résidus du cadre 6 (kg) ; P_7 = Poids frais de résidus du cadre 7 (kg) ; P_8 = Poids frais de résidus du cadre 8 (kg) ; P_9 = Poids frais de résidus du cadre 9 (kg) ; PFER = Poids frais échantillon résidus (g) ; PSEr = Poids sec échantillon résidus (g) ; S = Surface du cadre.

Estimation du rendement en grains de maïs

Les récoltes de maïs ont été effectuées sur trois lignes de la parcelle d'essai (la médiane et les quartiles de la parcelle). Le poids total des épis de maïs par ligne a été déterminé après avoir enlevé les spathes. Après un mélange, un échantillon de 15 épis a été prélevé. Les grains obtenus après égrenage des épis ont été pesés et leur teneur en eau a été déterminée à l'aide d'un humidimètre (HE 50 de marque PFEUFFER). Le rendement en grains de maïs a été estimé par la formule mathématique suivante :

$$R_M = PFMEL \times \frac{100 - TE}{100} \times \frac{PFEG}{PFEE} \times N_{lha} \times \frac{1}{1000} \quad (3), \text{ avec : } R_M = \text{rendement de maïs (t.ha}^{-1}\text{)} ; PFMEL = \text{Poids frais moyen épis par ligne (kg)} ; TE = \text{Teneur en eau des grains (par la méthode de l'humidimètre)} ; PFEG = \text{Poids frais échantillon grains (g)} ; PFEE = \text{Poids frais échantillon épis (g)} ; N_{lha} = \text{Nombre de billon à l'hectare.}$$

Estimation du rendement en grains de maïs commercial dosant 15% d'humidité

Le rendement en grains de maïs commercial qui renferme 15% d'humidité a été estimé par la formule mathématique suivante : $R_{rm} = R_M \times \frac{100}{85}$ (4), avec : R_M = rendement de maïs (t.ha⁻¹) ; R_{rm} = rendement en grains de maïs dosant 15% d'humidité ; R_{rm} est déterminé pour les évaluations économiques.

Estimation du rendement en graines de l'arachide

Le rendement en graines d'arachide a été estimé par la formule mathématique suivante :

$$R_A = PFMAL \times \frac{100 - TE_a}{100} \times N_{lha} \times \frac{1}{1000} \quad (5), \text{ où : } R_A = \text{Rendement en grains d'arachide (t.ha}^{-1}\text{)} ; PFMAL = \text{Poids frais moyen grains de l'arachide par ligne (kg)} ; TE_a = \text{Teneur en eau des grains d'arachide (par la méthode de l'humidimètre)} ; PFEG = \text{Poids frais échantillon grains (g)} ; PFEE = \text{Poids frais échantillon épis (g)} ; N_{lha} = \text{Nombre de billon à l'hectare.}$$

Estimation du rendement en graines du soja

Le rendement en graines d'arachide a été estimé par la formule mathématique suivante :

$$R_S = PFMSL \times \frac{100 - TE_s}{100} \times N_{lha} \times \frac{1}{1000} \quad (6), \text{ où : } R_S = \text{Rendement en grains de soja (t.ha}^{-1}\text{)} ; PFMSL = \text{Poids frais moyen grains de soja par ligne (kg)} ; TE_s = \text{Teneur en eau des grains de soja (par la méthode de l'humidimètre)} ; PFEG = \text{Poids frais échantillon grains (g)} ; PFEE = \text{Poids frais échantillon épis (g)} ; N_{lha} = \text{Nombre de billon à l'hectare.}$$

Évaluation financière

L'analyse financière prend en compte les différents dispositifs. Un horizon de planification de deux ans a été considéré et dans un premier temps, un taux d'actualisation de 10%, standard de la Banque Mondiale. Le choix du taux d'actualisation faisant objet de forte controverse entre les économistes (Stern, 2006). Ensuite, ces taux d'actualisation ont été faits varier de 0 à 50% pour une analyse de sensibilité. La valeur nette actualisée se présentait comme suit :

$$NPV = (TPR - TPC) \quad (7) \text{ ou}$$

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{R_n}{(1+r)^n} - \sum_{i=1}^n \frac{D_n}{(1+r)^n} = \sum_{i=1}^n \frac{(R_n - D_n)}{(1+r)^n} \quad (8), \text{ avec :}$$

NPV = Valeur nette actualisée (FCFA/ha) ; TPR = Revenu actualisé (FCFA/ha) ; TPC = Coût total actualisé (FCFA/ha) ; R_n = Revenu en année n (FCFA/ha) ; D_n = Coût de production en année n (FCFA/ha) ; r = Taux d'actualisation (%).

Pour les différents dispositifs, la valeur économique du maïs dosant 15% d'humidité a été prise en compte. Les coûts de production étaient répartis comme suit : coût du foncier (location de la terre) ; coût des intrants (semences de *C. cajan*, maïs, arachide et soja) ; coût de la main d'œuvre (coût des activités champêtres pour les différents dispositifs).

Évaluation des contraintes relatives aux technologies testées

Une étude de zonage géographique et typologie des exploitations conduite dans la région des collines a révélé l'existence de six types d'exploitation chacune abritant les sous-types (Pigé et *al.*, 2001) suivants :

- les exploitations traditionnelles (T) avec une faible accumulation de capital et fort recours à la main d'œuvre familiale ;
- les exploitations évolutives (E) développant des stratégies pour l'augmentation de la production globale (cultures de rente et cultures vivrières destinées à la vente) ; elles faisaient montre aussi d'une bonne capacité d'épargne et d'investissement ;
- les exploitations à forte capitalisation (K) présentant un niveau élevé d'accumulation de capital (foncier, matériel agricole, etc.) et faisant plus recours à la main d'œuvre salariée ; elles développaient également les activités extra-agricoles telles que le commerce et l'immobilier ;
- les exploitations en diversification (D) aux ressources foncières limitées ce qui limitait la production des cultures vivrières ; cependant, elles diversifiaient dans la transformation agro-alimentaire, la production animale et le maraîchage ;
- les exploitations d'agro éleveurs (AE) concernant les peuls sédentaires pratiquant une forte intégration agriculture et élevage ;
- les exploitations de migrants (M) caractérisées par des moyens de production limités mais mieux valorisés.

Des entretiens de diagnostic participatif ont été effectués au niveau de 20 exploitations (testeurs ou non) ayant des connaissances avérées sur les systèmes pratiqués y compris des systèmes à base des légumineuses herbacées (exemple *Mucuna pruriens var utilis*) et appartenant aux types T, E et AE susmentionnés. Les contraintes relatives au non-labour ont été listées et discutées par chaque type. Au niveau de chaque type d'exploitant, il a été procédé aux entretiens individuels sur les contraintes relatives aux systèmes testés. Dans le cadre de cette évaluation, certains des paramètres suivants ont été considérés :

- Fréquence d'apparition d'une contrainte ou Fréquence Relative (FR) d'une contrainte : c'est le nombre de fois qu'une contrainte a été exprimée par le type d'exploitant.
- Fréquence Relative Totale (FRT) : indique la somme des fréquences correspondantes à une contrainte exprimée par les différents types d'exploitation.
- Fréquence Relative Maximum (FRM) : indique la somme des fréquences maximums au sein des différents types d'exploitation.
- Degré de sévérité d'une contrainte (DS) : c'est le pourcentage du rapport Fréquence Relative Totale (FRT) et la Fréquence Relative Maximum (FRM) d'une contrainte. Une contrainte qui présente un degré de sévérité de 100% serait celle ayant été ressentie comme la plus importante par le participant.
- Le niveau de réceptivité du non-labour : c'est le pourcentage d'exploitants manifestant un avis favorable à la technologie par rapport à l'effectif d'interviewés.

RÉSULTATS

Évaluation des quantités de biomasse épandues ou enfouies et des rendements des cultures

La production de biomasse foliaire de *C. cajan* d'environ un an y compris les résidus de récolte a été estimée à 6,6 t ha⁻¹ en moyenne de matière sèche à Gbanlin dans la commune de Ouèssè. Celle de la jachère naturelle produite à Gomé dans la commune de Glazoué pendant la petite saison était en moyenne de 3,5 t.ha⁻¹ de matière sèche y compris les résidus de récolte. Les rendements en grains, en paille et en fane du maïs, d'arachide et de soja n'étaient pas significativement ($p > 0,05$) différents sur les deux sites pour les deux types de systèmes de labour et de non-labour (Tableaux 1 et 2).

Tableau 1. Rendements du système maïs arachide à Gbanlin

Traitement	Dose de résidus de <i>Cajanus</i> et de récolte appliquée (t.ha ⁻¹)	Rendement en		Rendement en grains		Rendement en gousses
		pailles du maïs (t.ha ⁻¹)	fanés d'arachide (t.ha ⁻¹)	du maïs (t.ha ⁻¹)	d'arachide (t.ha ⁻¹)	d'arachide (t.ha ⁻¹)
Labour	6,31 a	2,80 a	1,20 a	1,90 a	0,97 a	1,28 a
Non-labour	6,96 a	2,53 a	1,27 a	1,63 a	0,87 a	1,08 a
Moyenne	6,63	2,67	1,23	1,77	0,92	1,18
PPDS (5%)	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	50,35	53,39	36,16	45,69	26,35	26,35
Écart-type	3,34	1,42	0,43	0,81	0,24	0,30
Probabilité F	0,81662	0,823	0,72296	0,70466	0,64009	0,64009

Les valeurs portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

CV % (coefficient de variation, PPDS (plus petite différence significative au seuil de 5%) ; Probabilité F (probabilité de Fisher), NS (non significative au seuil de 5%).

Tableau 2. Rendements du système maïs soja à Gomé

Traitement	Dose de jachère naturelle et résidus de récolte appliquée (t.ha ⁻¹)	Rendement en		Rendement en grains du	
		paille du maïs (t.ha ⁻¹)	fanés de soja (t.ha ⁻¹)	maïs (t.ha ⁻¹)	soja (t.ha ⁻¹)
Labour	3,16 a	4,10 a	1,15 a	1,85 a	0,65 a
Non-labour	3,37 a	3,25 a	0,70 a	1,65 a	0,70 a
Moyenne	3,26	3,68	0,93	1,75	0,68
PPDS (5%)	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	95,53	28,05	71,1	30,95	16,56
Écart-type	3,36	1,03	0,66	0,7	0,11
Probabilité F	0,84574	0,49721	0,56466	0,22787	0,69438

Les valeurs portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

CV % (coefficient de variation, PPDS (plus petite différence significative au seuil de 5%) ; Probabilité F (probabilité de Fisher), NS (non significative au seuil de 5%).

Évaluation de la rentabilité financière des systèmes

Dans les tableaux 3 et 4 ont été données des estimations du revenu actualisé, du coût de production actualisé, de la valeur nette actualisée (VAN), de la main d'œuvre (Homme-jour/ha), de la productivité de la main d'œuvre (FCFA/ha) et du ratio bénéfice coût (%) des systèmes de labour et de non-labour intégrant respectivement des résidus de *C. cajan* + de récolte sur le site de Gbanlin à Ouèssè et la jachère naturelle + résidus de récolte sur le site de Gomè à Glazoué suivant un horizon de planification de deux ans avec un taux d'actualisation 10%. Le non-labour avec paillage est plus rentable que le labour avec enfouissement de la biomasse. Sur les courbes des figures 1 et 2, a été également illustrée la rentabilité du non-labour par rapport au labour selon les différents taux d'actualisation (0 à 50%) respectivement à Gomè dans la commune de Glazoué et à Gbanlin dans la commune de Ouèssè.

Tableau 3. Rentabilité financière des systèmes de labour et de non-labour intégrant les résidus de *Cajanus cajan* et de récolte sur le site de Gbanlin à Ouèssè (horizon de planification : 2 ans ; taux d'actualisation 10%)

Pratiques culturales	Marge Brute (FCFA)	Coût de production (FCFA)			Coût Total (FCFA)	Revenu net (FCFA)	Retour sur Investissement (%)	Main d'œuvre (Homme-jour/ha)	Productivité de la main d'œuvre (FCFA)
		Location de terre	Intrants	Main d'œuvre					
Labour et enfouissement des émondes de <i>C. cajan</i> et de résidus de récolte	454.000	10.000	73.000	423.000	506.000	24.628	5	264	93
Non labour et paillage des émondes de <i>C. cajan</i> et de résidus de récolte	424.000	10.000	73.000	303.000	386.000	99.835	26	204	489

Tableau 4. Rentabilité financière des systèmes de labour et de non-labour intégrant la jachère naturelle et de récolte sur le site de Gomè à Glazoué (horizon de planification : 2 ans ; taux d'actualisation 10%)

Techniques culturales	Marge Brute (FCFA)	Coût de production (FCFA)			Coût Total (FCFA)	Revenu net (FCFA)	Retour sur Investissement (%)	Main d'œuvre (Homme-jour/ha)	Productivité de la main d'œuvre (FCFA)
		Location de terre	Intrants	Main d'œuvre					
Labour et enfouissement de la biomasse de jachère et résidus de récolte	419.000	10.000	38.500	309.000	357.500	89.835	25	192	468
Non labour et paillage de la biomasse de jachère et résidus de récolte	406.500	10.000	38.500	229.000	277.500	147.893	53	152	973

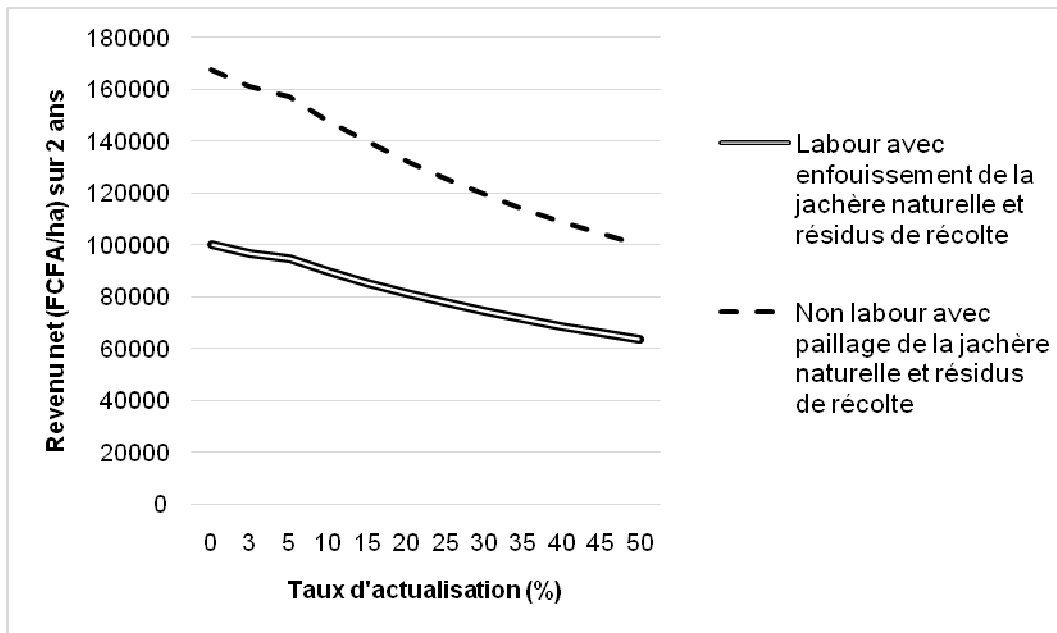


Figure 1. Rentabilité du non-labour par rapport au labour selon différents taux d'actualisation (0 à 50%) à Gomè dans la commune de Glazoué

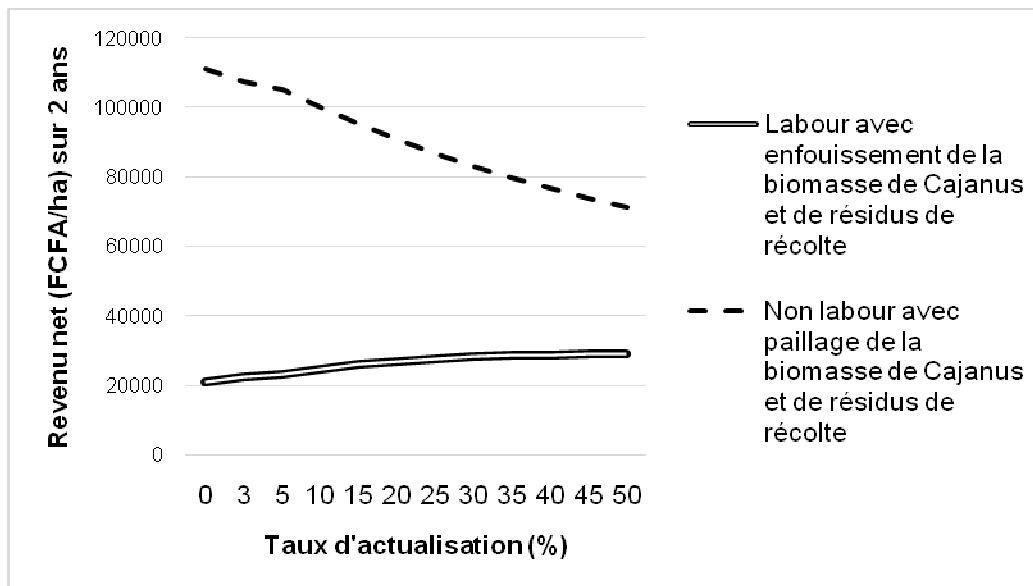


Figure 2. Rentabilité du non-labour par rapport au labour selon différents taux d'actualisation (0 à 50%) à Gbanlin dans la commune de Ouèssè

Avantages et contraintes liées à la pratique du labour selon les producteurs

Dans les tableaux 5 et 6 ont été indiqués les avantages et contraintes liés à la pratique du labour. Le labour selon différentes catégories de producteurs permettait un bon rendement avec un degré de satisfaction (DSa) de 92% suivi de la réduction de l'enherbement avec un DSa de 54%, de la bonne germination et d'un bon développement des plants sur les parcelles labourées avec un DSa de 38%. Concernant les contraintes relatives au labour manuel selon les exploitations agricoles, la pénibilité du travail et l'investissement financier additionnel avec des degrés de sévérité (DS) respectifs de 88 et 75% ont été soulignés principalement. Ces deux contraintes ont été suivies des contraintes telles que la dégradation et l'appauvrissement progressif des sols, la fatigue corporelle et la non disponibilité à temps de la main d'œuvre salariée avec un DS de 38%.

Tableau 5. Critères motivant la pratique du labour manuel selon les exploitations agricoles

Critères	Exploitation de type			Ordre d'importance		
	Traditionnel (T)	Évolutif (E)	agro-éleveur (AE)			
	FR	FR	FR	FRT	DSa	OI
Rendement relativement bon	5	2	5	12	92	1
Parcelle moins enherbée	6		1	7	54	2
Bonne germination		2	3	5	38	3
Bon développement des plants sur billon	-	2	3	5	38	3
Bon revenu		-	4	4	31	4
Décomposition rapide des résidus	2	-	-	2	15	5
Sol meuble	-	-	1	1	8	6
Résistance des cultures à la verse	1	-	-	1	8	6

FRM= Fréquence Relative Maximum (FRM= 13) ; FRT = Fréquence Relative Totale ; DSa = Degré de Satisfaction ; OI= Ordre d'Importance.

Tableau 6. Contraintes relatives au labour manuel selon les exploitations agricoles

Contraintes	Exploitation de type			Ordre d'importance		
	Traditionnel (T)	Évolutif (E)	agro-éleveur (AE)			
	FR	FR	FR	FRT	DS	OI
Labour manuel pénible	3	1	3	7	88	1
Dépenses supplémentaires	2	2	2	6	75	2
Dégradation/appauvrissement progressif des sols	1	-	2	3	38	3
Fatigue corporelle/humaine		1	2	3	38	3
Main d'œuvre non disponible à temps	3	-	-	3	38	3
Exigeant en main d'œuvre	-	-	2	2	25	4
Exigeant en temps de travail	1	-	1	2	25	4
Dégâts des déprédateurs	1	-	-	1	13	5
Travail peu soigné par les manœuvres	1	-	-	1	13	5
Risque d'érosion du sol	1	-	-	1	13	5

FRM= Fréquence Relative Maximum (FRM= 8) ; FRT = Fréquence Relative Totale ; DS = Degré de Sévérité ; OI= Ordre d'Importance.

Contraintes liées au non-labour avec paillage de la biomasse foliaire de *Cajanus cajan* selon les producteurs

Les contraintes liées au non-labour intégrant le paillage de la biomasse foliaire d'un an de *C. cajan* ont été consignées dans le tableau 7. La principale contrainte était l'exigence en sarclage manuel avec un degré de sévérité (DS) de 100% parce que les parcelles ont été plus enherbées. La contrainte refuge pour les reptiles et les mammifères rongeurs de la parcelle paillée a été également évoquée avec un DS de 38% suivie des contraintes risque de feux de végétation et de la non appropriation du non-labour aux sols hydromorphes avec un DS de 31%.

Tableau 7. Contraintes liées au non-labour avec paillage de la biomasse foliaire de *C. cajan*

Contraintes	Exploitation de type			Ordre d'importance		
	Traditionnel (T)	Évolutif (E)	agro-éleveur (AE)			
	FR	FR	FR	FRT	DS	OI
Sarclage difficile (parcelle plus enherbée)	8	2	3	13	100	1
Refuge pour les reptiles et les rongeurs	3	2	-	5	38	2
Risque de feux de végétation	2	2	-	4	31	3

Contraintes	Exploitation de type			Ordre d'importance		
	Traditionnel (T)	Évolutif (E)	agro-éleveur (AE)	FRT	DS	OI
	FR	FR	FR			
Non appropriation du non-labour aux sols hydromorphes	3	1	-	4	31	3
Décomposition lente des résidus	1	1	-	2	15	4
Difficulté relative à la verse	2	-	-	2	15	4
Non appropriation du non-labour sur les sols pauvres	-	-	1	1	8	5

FRM = Fréquence Relative Maximum (FRTM = 13) ; FRT = Fréquence Relative Totale ; DS = Degré de Sévérité ; OI = ordre d'importance

Niveau de réceptivité du non-labour avec le *Cajanus cajan*

Dans le tableau 8 ont été présentés des niveaux de réceptivité faibles des différentes catégories de producteurs pour le non-labour intégrant le paillage d'un an de la biomasse foliaire *Cajanus cajan*.

Tableau 8. Niveau de réceptivité des producteurs pour le non-labour intégrant le paillage de *Cajanus cajan*

Type d'exploitation	Types d'exploitants	Effectif (%)	Motivation
Exploitation traditionnelle (T)	Producteurs pratiquants	20	++
	Productrices pratiquantes	27	++
	Productrices non pratiquantes	7	+
Exploitation évolutive (E)	Producteurs pratiquants	7	-
	Producteurs non pratiquants	7	-
Exploitation d'Agro-éleveurs (AE)	Producteurs non pratiquants	32	-

+++ : Très intéressé ; ++ : Moyennement intéressé ; + : Peu intéressé ; - : Pas intéressé

DISCUSSION

Effet des pratiques de labour et de non-labour sur la production du maïs

Les rendements en grains, en paille et en fane du maïs, arachide et soja n'étaient pas significativement différents sur les deux sites pour les deux types de systèmes de labour et de non-labour. Toutefois, les rendements des cultures étaient relativement élevés sur le labour avec en foussement comparés au non-labour avec paillage. Selon le mode d'apport (enfouissement ou mulch), la minéralisation de la matière organique végétale fournit au sol les éléments nutritifs à savoir : azote, phosphore, potassium, magnésium, calcium, soufre et certains oligo-éléments en particulier le zinc et le manganèse. Généralement, les études ont révélé que l'incorporation de la matière organique végétale fournit plus d'azote que le mulching (paillage) à la culture subséquente en raison de la décomposition plus rapide de la matière organique après l'incorporation (Hulugalle *et al.*, 1985 ; Franzen *et al.*, 1994 ; lbewiro *et al.*, 2000).

Évaluation de la rentabilité économique des systèmes

Les résultats révèlent que le non-labour avec paillage est plus productif que le labour avec enfouissement (Tableaux 3 et 4). Ceci justifie les valeurs actualisées nettes (VAN) relativement élevées du non-labour estimées avec un horizon temporel de deux ans selon divers taux d'actualisation de 0 à 50% (Figures 1 et 2). Les taux d'actualisation reflètent l'alternative des investissements intéressants et la préférence des divers exploitants pour des investissements plutôt qu'un revenu immédiat. La productivité se justifie par le fait que le non-labour avec paillage a induit un gain de temps de travail sur le labour de 40 H-J et 60 H-J/ha respectivement à Gomé et à Gbanlin. Ce gain de temps de travail généré peut permettre aux producteurs de vaquer à d'autres occupations

génératrices de revenus et moins exigeantes en énergie humaine. Ceci peut constituer également un facteur favorable à l'adoption du non-labour sous mulch car d'ordinaire, les producteurs éprouvent un sentiment de rejet pour une technologie plus exigeante en main d'œuvre par rapport à leur pratique traditionnelle.

Pourquoi les producteurs pratiquent-ils le labour ?

Le tableau 5 est une matrice des critères exprimée par les différents types d'exploitation pour la pratique du labour. Le labour permet une bonne germination et un bon développement des plants ont-ils affirmé. Ce qui permet par conséquent un rendement meilleur sur les parcelles labourées par rapport aux parcelles non-labourées. Ceci explique un fort niveau de satisfaction (92%) attribuée pour ce critère. Il a été révélé d'autres critères non moins importants notamment la décomposition rapide des résidus sur les parcelles enfouies ; ce qui permet la libération à temps des éléments nutritifs au profit de la plante noble. Ceci est en concordance avec les travaux de recherche de Hulugalle *et al.* (1985), Franzen *et al.* (1994) et Ibewiro *et al.* (2000). La contrainte « résistance des cultures sur billon » a été exprimée dans la zone des bas-fonds où le problème d'engorgement du sol se pose en raison de leur caractère hydromorphe. Pour le cas particulier des zones inondées des bas-fonds, la stratégie paysanne consiste à confectionner des billons espacés afin de canaliser l'eau et limiter les pertes de culture. Cependant, la pratique du labour présente quelques contraintes évoquées par les producteurs illustrées dans le tableau 6. La contrainte « labour manuel difficile » a été fortement ressentie par les producteurs (88%). La difficulté du labour manuel réside dans l'exigence en temps de travail, en main d'œuvre, la nuisance à la santé humaine. Dans les ménages à actifs agricoles limités, la pratique du labour manuel exige la mise à contribution de la main d'œuvre salariée. Cet engagement conditionne une charge financière supplémentaire pour les ménages en raison du caractère de plus en plus onéreux de cette activité. De surcroît, la main d'œuvre n'est pas disponible à temps. Ceci amène certains producteurs à accuser de retard dans l'installation des cultures susceptibles d'entraîner une baisse de production. Il a été évoqué également que le labour entraîne le risque d'érosion du sol et par conséquent de dégradation et d'épuisement surtout sur les sols fragiles.

Contraintes relatives au non-labour avec le paillage de la biomasse de *Cajanus cajan* et résidus de récolte

La contrainte principale relative au non-labour et paillage de 6,6 t/ha en moyenne de la biomasse foliaire de *C. cajan* d'un an et résidus de récolte est l'enherbement des parcelles qui entraîne plus de sarclages (tableau 7) ; ce qui justifierait le faible taux de réceptivité de cette pratique (Tableau 8). Contrairement à ce qu'on pouvait penser que le paillage étouffe les mauvaises herbes. En effet, le tout réside dans le type végétal appliqué et de son taux de décomposition. Les feuilles de *C. cajan* se décomposent vite par rapport à d'autres espèces végétales dont l'impérata à taux de décomposition lent dont le paillage contrôle mieux les adventices (Maliki *et al.*, 2017). En outre, il a été souligné que la pratique du non-labour n'est pas appropriée aux sols hydromorphes d'où la nécessité de tenir compte du statut édaphique du sol pour la mise en application de la technique. Certains producteurs faisant partie de l'échantillon (30%) et ayant testé antérieurement le paillage de *Mucuna* ont révélé l'effet plus fertilisant de cette plante de couverture par rapport au *C. cajan* améliorant le rendement de la culture. Contrairement au *C. cajan* précisent-ils, le *Mucuna* contrôle mieux les adventices par une bonne couverture des sols et un taux de décomposition modéré, limitant ainsi la charge de travail liée aux activités de sarclage et réduit également le stress hydrique par le maintien de l'humidité du sol pendant les périodes de sécheresse parfois longues. Certains avantages sont cités par les producteurs pour le pois d'angole qui donne des graines comestibles et fournit du bois de chauffe contrairement au *Mucuna* qui présente une faible valeur d'usage. En outre, les feuilles de *C. cajan* sont utilisées à des fins médicinales.

Les systèmes d'association avec *C. cajan* sont intéressants dans la mesure où *C. cajan* installé à écartement raisonné permet les associations des cultures (maïs, arachide et soja par exemple) en petite saison contrairement au *Mucuna* qui couvre entièrement le sol formant un tapis végétal important. Ces deux légumineuses ainsi que d'autres (*Aeschynomene*, *Pueraria*, *Stylosanthes*, etc.) peuvent être utilisées dans une dynamique d'assolement rotation et selon les spécificités des exploitations agricoles (types, caractéristiques et aptitudes des sols, contrainte foncière, enherbement, pratiques culturales, main d'œuvre, contrainte de bois de chauffe, etc.). Sur la base de ces résultats, des options technologiques selon les spécificités des exploitations ont été discutées (Tableau 9).

Tableau 9. Identification participative des options technologiques en fonction des conditions agro-écologiques et socio-économiques du milieu

Type de sol (base référentielle de classification)	Caractéristiques	Zone de couverture	Aptitude agronomique	Options technologiques	Groupe-cible concerné
Lepthosol paralithique	Sols sableux peu profond sur affleurement rocheux ; comporte beaucoup de pierres et cailloux et sensible à l'érosion ("Ahouanikin", "Awiyan Kanmè")	Répandu en petite surface à Ouessè	Sol impropre à l'agriculture	Cultures pérennes	
Plinthosols ou lixisols ferriques	Sols limoneux de couleur brune rouge très concrétionné très sensible à l'érosion, difficile à travailler à sec	Dominant à Ouessè	Sols Relativement fertiles pour les cultures annuelles et pérennes	Travail minimum et semis direct sous mulch de légumineuses herbacées (mucuna, pueraria, Aeschynomène...), non-labour avec les légumineuses à graines (Cajanus, arachide, soja, niébé)+ dose raisonnée d'engrais minéraux (sauf cas des racines et tubercules)	Agriculteurs âgés, agricultrices, migrants, jeunes, adultes (appartenant aux exploitations T, E, D, AE, M)
				Labour perpendiculaire à la plus grande pente	Agriculteurs adultes et jeunes (appartenant aux exploitations T, E, D, AE, M)
				Fumier+ dose réduite d'engrais minéraux	Peuls sédentaires, agriculteurs à attelage (AE)
				Ados végétalisés avec les légumineuses arbustives	Agriculteurs

Type de sol (base référentielle de classification)	Caractéristiques	Zone de couverture	Aptitude agronomique	Options technologiques	Groupe-cible concerné
				Agroforesterie	adultes et jeunes, producteurs (T, E, AE, D)
Luvisols ferriques	Sols argileux (brun jaunâtre) à concrétion (hydromorphe) "Ilè Amon"	Assez présents à Gomé et Miniffi	Sols Relativement fertiles pour les cultures annuelles et pérennes	Travail minimum et semis direct sous mulch de légumineuses herbacées (mucuna, Aeschynomène), non- labour avec les légumineuses à graines (arachide, soja, niébé, Cajanus) + dose raisonnée d'engrais minéraux en première saison et labour manuel en deuxième saison	Agriculteurs âgés, agricultrice, migrants, jeunes, adultes (appartenant aux exploitations T, E, D, AE, M)
				Culture attelée + Fumier + dose raisonnée d'engrais minéraux ; légumineuses fourragères	Agro-éleveurs à traction animale (AE)
				Fumier + dose raisonnée d'engrais minéraux, légumineuses fourragères	Peuls sédentaires, agriculteurs à attelage (AE)
				Agroforesterie	Agriculteurs adultes et jeunes, producteurs (T, E, D, AE)

Type de sol (base référentielle de classification)	Caractéristiques	Zone de couverture	Aptitude agronomique	Options technologiques	Groupe-cible concerné
Régosols	Sols sablo-limoneux (graveleux) à concrétions présentant une faible capacité de rétention en eau et dont la pratique du labour appauvrit la couche superficielle du sol en argile	Présents à Miniffi, Gomé et Ouessè	Sols Relativement riches en nutriments pour les cultures annuelles et pérennes	Travail minimum et semis direct sous mulch de légumineuses herbacées (mucuna, Aeschynomène), non-labour avec les légumineuses à graines (Cajanus, arachide, soja, niébé) + dose fractionnée d'engrais minéraux	Agriculteurs âgés, agricultrice, migrants, jeunes, adultes
				Agroforesterie	Agriculteurs adultes et jeunes, producteurs (T, E, D, AE)
Arénosols	Sols sableux de couleur brune à brun jaunâtre	Présents à Gomé et Ouessè	Sols pauvres plus aptes aux cultures pérennes (ancardiers, teck..)	Agroforesterie, arbustes fourragers	Agriculteurs adultes et jeunes, producteurs (T, E, D, AE)
Ferrasols	Sols argilo-sableux de couleurs rouges peu concrétionnés	Présents à Gomé et Miniffi	Sols relativement riches pour les cultures annuelles et pérennes	Travail minimum et semis direct sous mulch de légumineuses herbacées (mucuna, Aeschynomène, non-labour avec les légumineuses à graines (arachide, soja, niébé, Cajanus)	Agriculteurs âgés, agricultrice, migrants, jeunes, adultes (T, E, D, AE)
				Culture attelée +Fumier+ dose raisonnée d'engrais minéraux, légumineuses fourragères	Agro-éleveurs à traction animale (AE)
				Fumier+ dose réduite d'engrais minéraux, légumineuses	Peuls

Type de sol (base référentielle de classification)	Caractéristiques	Zone de couverture	Aptitude agronomique	Options technologiques	Groupe-cible concerné
				fourragères	sédentaires, agriculteurs à attelage (AE)
Pas de correspondance dans la BRMRS (Base de Référence Mondiale pour les Ressources en Sols)	Sols argilo-limoneux hydromorphes de couleurs brunes grisâtres	Faible extension Miniffi, Gomé et Ouessè	Sols Relativement fertiles	Travail minimum et semis direct sous mulch de légumineuses herbacées (mucuna, Aeschynomène) + dose réduite d'engrais minéraux en première saison et labour manuel en deuxième saison	Agriculteurs âgés, agricultrice, migrants, jeunes, (T, E, D, AE)
				Agroforesterie	Agriculteurs adultes et jeunes, producteurs (T, E, D, AE)

CONCLUSION

L'évaluation des contraintes et avantages agronomiques et socio-économiques du labour et du non-labour intégrant le paillage de la biomasse de *Cajanus cajan* et de la jachère naturelle, montre que les rendements en grains, en paille et en fane du maïs, de l'arachide et du soja ne sont pas significativement différents sur les sites d'essai de Gbanlin dans la commune de Ouèssè et de Gomè dans la commune de Glazoué pour les deux types de systèmes. Le non-labour avec paillage est plus rentable que le labour avec l'enfouissement de la biomasse. Les entretiens individuels avec différents types d'exploitations (traditionnel, évolutif et agro-éleveur) révèlent les contraintes et les avantages liés aux deux systèmes. Des points de vue des producteurs, le non-labour est plus indiqué aux sols gravillonnaires mais n'est pas approprié aux sols hydromorphes. Sur la base des différentes préoccupations soulevées par les producteurs et de l'analyse des résultats, s'impose la nécessité d'adapter la technique du non-labour aux spécificités des exploitations agricoles.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adegbola, Y. P., A. K. A. Djinadou, N. R. Ahoyo Adjovi, C. M. Allagbe, M. H. Gotoechan, A. Adjanohoun, G. A. Mensah, 2013 : Synthèse bibliographique des travaux de recherche effectués sur la filière maïs de 2000 à 2012 au Bénin. Document Technique et d'Information, CNS-Maïs, INRAB, PPAO/WAAPP, ProCAD & MAEP/Bénin. Dépôt légal N° 6947 du 04 novembre 2013, 4^{ème} trimestre 2013, ISBN : 978-99919-1-612-5, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin. 117 p. En ligne (on line) sur <http://www.slire.net>
- Adjei-Nsiah, S., T.W. Kuyper, C. Leeuwis, M.K. Abekoe, K.E. Giller, 2007: Evaluating sustainable and profitable cropping sequences with cassava and four legume crops: Effects on soil fertility and maize yields in the forest/savannah transitional agro-ecological zone of Ghana. *Field Crops Research*, 103 (2007) 87-97.
- Agossou, V., Mouïnou, I., 2002 : Caractérisation des sols des sites de Recherche-développement du CRA-Centre : classification dans la base de référence mondiale et actualisation de leur niveau de dégradation. Atelier scientifique Centre (1^{ère} édition) 18 au 19 Déc.2002 au CRA- Centre, Bénin, 18 p.
- Aïhou, K., 2003: Interaction between organic input by *Cajanus cajan* L. millsp. and inorganic fertilization to maize in the derived savanna of the Benin Republic. PhD Thesis, University of Gent, 222 p.
- Dugué, P., Floquet, A., 2000 : Projet d'amélioration et de diversification des systèmes d'exploitation dans les Départements du Zou, des Collines, du Borgou et de l'Alibori PADSE, Bénin. 132 p.
- Franzen, H., R. Lal, W. Ehlers, 1994: Tillage and mulching effects on physical properties of a tropical Alfisol. *Soil and Tillage Research* 28:329-346.
- Houndekon, V. A., Gogan, A. C., 1996 : Adoption d'une technologie nouvelle de gestion des ressources naturelles : cas du mucuna dans le Sud-Bénin. RAMR, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Cotonou, 65 p.
- Hulugalle, N.R., R. Lal, O.A. Opara-Nadi, 1985: Effect of tillage system and mulch on soil properties and growth of yam (*Dioscorea rotundata*) and cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) on an Ultisol. *Journal of Root and Tuber Crops*, 1-2:9-22.
- Ibewiro, B., N., Sanginga, B. Vanlauwe, R. Merckx, 2000: Nitrogen contributions from decomposing cover crop residues to maize in a tropical derived savanna. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 57:131-140.
- Igué, A. M., A. Saidou, A. Adjanohoun, G. Ezui, P. Attiogbe, G. Kpagbin, H. Gotoechan-Hodonou, S. Youl, T. Pare, I. Balogoun, J. Ouedraogo, E. Dossa, A. Mando, J. M. Sogbedji, 2013 : Évaluation de la fertilité des sols au sud et centre du Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) sur le site web <http://www.slire.net> Numéro spécial Fertilité du maïs – pp 12 à 23. ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line) : 1840-7099.
- Maliki, R., M. Bernard, E. Padonou, C. Englehart, B. Sinsin, N. Aho, 2017 : Effet combiné de NPK et différents mulch d'origine végétale sur la production maïsicole et la fertilité des sols au Sud-Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), Numéro spécial Technologie Alimentaire & Sécurité Alimentaire (TA&SA), pp. 10-26.
- Pigé, J., F. Biaou, O. Vigan, 2001 : Zonage géographique et typologie de fonctionnement des exploitations agricoles. Synthèse des résultats des missions d'appui au volet enquêtes villageoises (octobre 2000 – mai 2001), Projet d'Amélioration et de Diversification des Systèmes d'Exploitation (PADSE) Départements de l'Alibori, du Borgou, des Collines et du Zou, Bénin.
- Schmidt-Soltan, K., Alimi, R.M., 2008 : Rapport final du Programme de Conservation et de Gestion des Ressources Naturelle (ProCGRN). DGFRN/GTZ/MEPN, Bénin, 81 p.
- Sinsin, B., Kampmann; D., (eds) 2010 : Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome I : Bénin, Cotonou & Frankfurt, 725 p.
- Stern, N., 2006: Short Executive Summary. Stern Review Report on the Economics of Climate Change, pre-publication edition. HM Treasury. http://www.hm-treasury.gov.uk/d/CLOSED_SHORT_executive_summary.pdf. Retrieved 2009-05-20.

Versteeg, M.N., Koudokpon, V., 1993: Participative farmer testing of four low external input technologies, to address soil fertility decline in Mono province (Benin). *Agricultural Systems*, 42, 265– 276.

Versteeg, M.N., F. Amadji, A. Etèka, A. Gogan, V. Koudokpon, 1998: Farmers' adoptability of Mucuna fallowing and agroforestry technologies in the coastal savanna of Benin. *Agricultural Systems* 56: 269-287.