

Analyse comparative des systèmes de production de soja basés sur l'utilisation de l'inoculum dans un contexte de gestion durable des terres au Centre du Bénin

[Comparative analysis of soybean production systems based on the use of inoculum in a context of sustainable land management in Central Benin]

Firmin Ibidon Akpo, Modeste Djromahuton Dohou, Zachée Houessingbe, and Jacob Afouda Yabi

Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES), Faculté d'Agronomie (FA),
Université de Parakou (UP), BP 123 Parakou, Benin

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This article aims to analyze two soybean production systems based on the use or not of inoculum. To this end, firstly, it was a question of identifying the factors likely to explain the practice of inoculum in soybean production systems and then secondly to assess the economic profit made by producers practicing these production systems. Qualitative as well as quantitative data on socio-economic characteristics and soybean production had been collected from nearly 47 inoculum users and 58 non-users. The logit model as well as the profit indices was estimated using the STATA 13.0 software. The results showed that socioeconomic factors such as the number of agricultural workers (10%) and experience in soybean production (1%) significantly explained the practice of the production system based on the use of inoculum. Likewise, access to agricultural credit was the only institutional factor explaining the 10% threshold for the practice of this system. Compared to the profile, the same system had a net margin of 78,592 FCFA / Ha ($p = 0.000$) more than the system without the use of inoculum. Furthermore, no significant difference was observed in the benefit-cost ratio (3.29 FCFA for the system with use of inoculum against 3.19 FCFA for the system without use of inoculum). This was due to the costs spent on acquiring the inoculum. The inoculum subsidy would be essential for the future of the soybean industry.

KEYWORDS: Production system, soybean, inoculum, explanatory factors, profit, Center of Benin.

RESUME: Cet article vise à analyser deux systèmes de production de soja basés sur l'utilisation ou non de l'inoculum. A cet effet, dans un premier, il s'est agi d'identifier les facteurs susceptibles d'expliquer la pratique de l'inoculum dans les systèmes de production de soja puis dans un second temps d'évaluer le profit économique que se font les producteurs pratiquant ces systèmes de production. Des données qualitatives ainsi que quantitatives relatives aux caractéristiques socio-économiques et à la production de soja avaient été collectées au près de 47 utilisateurs de l'inoculum et 58 non utilisateurs. Le modèle logit ainsi que les indices de profit avaient été estimés grâce au logiciel STATA 13.0. Les résultats montraient que les facteurs socioéconomiques tels que le nombre d'actif agricole (10%) et l'expérience dans la production de soja (1%) expliquaient significativement la pratique du système de production basé sur l'utilisation de l'inoculum. De même, l'accès au crédit agricole était le seul facteur institutionnel qui expliquait au seuil de 10% la pratique de ce système. Par rapport au profil, le même système avait une marge nette de 78592 FCFA/Ha ($p=0,000$) de plus que le système sans utilisation de l'inoculum. Par ailleurs, aucune différence significative n'est observée au niveau du Ratio bénéfice coût (3,29 FCFA pour le système avec utilisation de l'inoculum contre 3,19 FCFA pour le système sans utilisation de l'inoculum). Ceci était dû aux coûts dépensés pour l'acquisition de l'inoculum. La subvention de l'inoculum serait indispensable pour l'avenir de la filière soja.

MOTS-CLEFS: Système de production, soja, inoculum, facteurs explicatifs, profit, Centre du Bénin.

1 INTRODUCTION

Le secteur agricole se trouve confronté à plusieurs contraintes, bien qu'il soit fondamental pour le développement économique et social en Afrique de l'Ouest. L'une des plus importantes est la dégradation accélérée des sols qui a pour conséquence la baisse considérable du niveau de fertilité des sols qui entraîne le faible rendement des cultures. Face à cette désastreuse situation, plusieurs stratégies ont été envisagées aussi bien par les chercheurs que par les agriculteurs eux-mêmes pour y remédier. Parmi ces alternatives, figure la technologie de maintien de fertilité des sols à base des légumineuses herbacées [1] qui en améliorant la fertilité des sols contribuent en même temps à la lutte contre l'insécurité alimentaire. Elles contribuent en effet, de part leur teneur en protéine à l'amélioration de la qualité de l'alimentation familiale [2]. Grâce à leurs capacités à fixer la grande partie de leur besoin en azote de l'atmosphère à travers le processus de la fixation symbiotique, les cultures légumineuses peuvent améliorer le bilan de l'azote dans les systèmes de cultures [3]. Ce macro élément est la substance nutritive la plus importante pour les plantes. Toutefois, la plupart des sols tropicaux renferment une faible quantité de cette substance [2]. Ainsi, le soja comme les autres légumineuses, présente de nombreux intérêts agronomiques et nutritionnels. Outre, il a aussi la capacité d'utiliser l'azote atmosphérique grâce à une association symbiotique avec les bactéries du genre *Rhizobium* au niveau des nodosités localisées sur son système racinaire dont la minéralisation enrichit le sol en azote [4].

Dans un contexte où l'écologie du sol est réduite de nos jours associé à la faible complémentarité de la nature de *Rhizobium* présente dans le sol avec la plante de soja, des chercheurs ont mis en place un bio fertilisant appelé inoculum qui contient des bactéries de type *Rhizobium japonicum* ou *Bradyrhizobium japonicum*. Cette innovation augmenterait le nombre de nodules au niveau des racines et améliorerait ainsi le rendement des plants de soja [5].

L'intégration de l'inoculation dans le processus de production du soja devrait donc être une opportunité pour les agriculteurs. Mais malheureusement, les études réalisées par [6] montrent que l'utilisation de l'inoculum sur le soja est l'une des technologies de gestion durable des terres les plus faiblement adoptées par les producteurs dans certaines régions notamment dans le département des Collines au Bénin. Dans ce même sens, d'autres études révèlent que les producteurs n'adoptent pas une méthode uniquement pour améliorer la fertilité de leurs terres, mais qu'ils en attendent aussi des avantages économiques [7]. Cela signifie alors que les innovations dans la gestion durable de la fertilité des terres ne seront facilement adoptées que si elles sont économiquement rentables aux yeux des producteurs. Cette importance particulière accordée à la dimension économique des diverses innovations apportées en milieu rural est une raison assez pertinente de cette étude. Elle se propose donc dans un premier temps d'identifier les facteurs susceptibles d'expliquer l'adoption de l'inoculum dans les systèmes de production de soja puis dans un second temps analyser le gain économique que se font les producteurs pratiquant ce système de production.

2 CADRE THÉORIQUE

Le système de production agricole est un concept ayant fait objet de plusieurs discussions scientifiques. Cette notion a été largement utilisée mais varie d'un auteur à un autre selon les domaines [8]. Les économistes pensent que le système de production est la combinaison des facteurs de production et des productions dans l'exploitation agricole [9]. Le but du système de production est donc la maximisation du profit. Il est alors spécifique à chaque producteur et dépend des objectifs qu'il vise à la fin de sa campagne agricole. La théorie de cet auteur est centrée cependant sur la gestion de l'exploitation agricole. Au fil du temps, [10] abordera le côté social du système de production en parlant de la diversité des exploitations agricoles. Pour cet auteur, un système de production est caractérisé par la nature des productions, de la force de travail et des moyens de travail mis en œuvre et aussi par la quantité de ce travail. Qu'il soit utilisé à usage interne (gestion) ou à usage externe (sociale), nous pouvons retenir que le système de production est une combinaison qui relie les facteurs de production et les produits. [11] viendront confirmer que parler de système de production agricole veut dire s'intéresser à la combinaison des activités et les pratiques agricoles au sein d'une exploitation agricole, à la rationalité de ses pratiques, aux difficultés techniques et économiques qu'elle rencontre et à l'évaluation des résultats qu'elle obtient. Dans l'optique d'aider les producteurs, des innovations ont été apportées pour une optimisation des facteurs de production. Par ailleurs, des producteurs restent réticents quant à l'utilisation de ces innovations. Parmi tant d'autres, les facteurs institutionnels [24] et les caractéristiques socio-économiques [12] des producteurs pourraient expliquer leurs aptitudes d'adoptions.

3 MATÉRIELS ET MÉTHODES

3.1 ZONE D'ÉTUDE

La présente étude a été conduite dans la commune de Ouèssè (département des Collines) au centre de la république du Bénin. Cette zone est située géographiquement à 231 mètres d'altitude moyenne, à la latitude 8°29'45" et à la longitude 2°25'24". Elle s'étend entre l'Okpara à l'Est et l'Ouémé à l'Ouest sur une superficie d'environ 3 200 km², puis partage ses frontières au Nord avec la Commune de Tchaourou, au Sud avec les Communes de Savè et de Glazoué, à l'Ouest avec celles de Bantè et de Bassila, et à l'Est avec la République Fédérale du Nigéria (figure1). La commune de Ouèssè est située dans la zone tropicale humide et jouit d'un climat tropical intermédiaire entre le climat guinéen et le climat soudanien. Sa pluviométrie annuelle varie entre 723,4 mm et 1554,7 mm. Plusieurs raisons justifient le choix de cette commune comme zone de la présente étude. En effet, la population de la commune de Ouèssè accorde une importance particulière à la production du soja. Les statistiques de production obtenue auprès de la Direction Départementale de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche des collines (DDAEP-Collines/2018), montraient que cette commune occupe la troisième place en termes de production de soja dans le département des Collines après les communes de Dassa et Glazoué. Les populations avaient alloué près de 4790 ha de leur superficie à cette culture au cours de la campagne agricole 2018. Suivant les critères d'accessibilité des villages et l'existence d'au moins une coopérative villageoise de producteur de soja fonctionnelle, les arrondissements de Ouèssè; Laminou; Toui et Gbanlin ont été sélectionnés aléatoirement dans ladite commune.

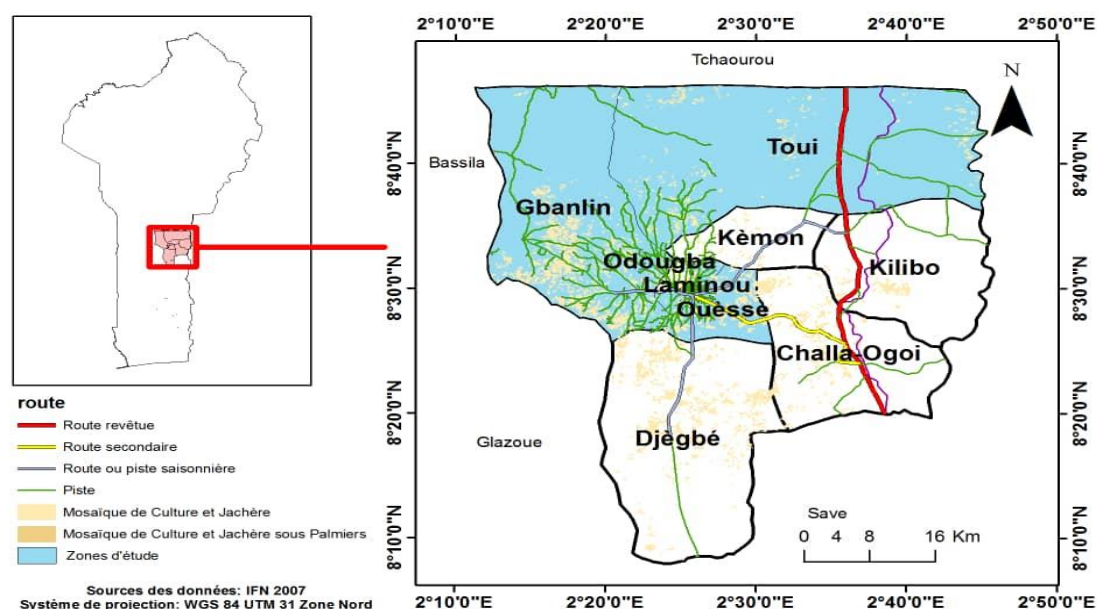


Fig. 1. Zone d'étude

3.2 ECHANTILLONNAGE ET BASE DE DONNÉES

L'unité statistique de recherche la plus propice pour la présente étude était le chef de l'exploitation agricole productrice de soja. Dans chaque arrondissement, les listes des producteurs de soja disponibles au niveau des coopératives fonctionnelles de producteurs de soja des villages ont d'abord été obtenues. Elles ont été complétées par celle des producteurs n'appartenant pas à une coopérative après un recensement général. Cette base de sondage ainsi obtenue a servi de principal outil pour le choix des producteurs. Les données primaires relatives aux caractéristiques sociodémographiques, aux itinéraires techniques de production, aux coûts de production, à la commercialisation et aux difficultés rencontrées par chaque exploitation productrice de soja au cours de la campagne agricole 2018-2019 avaient été collectées à travers un questionnaire structuré. Cet outil de collecte inséré sur la plateforme de KoBocollect a été administré à chaque chef d'exploitation. Au total 105 (47 utilisateurs de l'inoculum et 58 non utilisateurs) producteurs ont été sélectionnés de façon aléatoire.

3.3 MÉTHODE D'ANALYSE

3.3.1 DÉTERMINANTS DES SYSTÈMES DE PRODUCTION

Il s'agit ici de déterminer les facteurs qui influencent la pratique du système de production basé sur l'utilisation de l'inoculum. En d'autres termes, il est question d'identifier les variables qui réduisent ou augmentent la probabilité de pratiquer ce type de système. A cet effet, l'outil d'analyse la plus approprié est celle de la régression. Mais, la difficulté majeure reste au niveau du choix du modèle de régression approprié. Le choix du modèle de régression est déterminé d'abord par la nature continue ou discontinue des variables. Dans cette étude, la variable dépendante qui est la pratique est binaire. Elle ne peut que prendre que deux valeurs (1 pour pratique du système de production avec utilisation de l'inoculum et 0 pratique du système de production sans utilisation de l'inoculum). Nous avons ainsi deux choix de modèle. Utiliser le Probit binomial qui se base sur la loi normale ou le Logit binomial qui se base sur la loi logistique de distribution de probabilité.

Toutefois, le second cité sera utilisé dans cette étude compte tenu de sa simplicité ([26], [13]). Sa formule mathématique est sous la forme de:

$$Y = f(Z, \varepsilon)$$

Avec Y= variable dépendante; Z= matrice des variables (facteurs) pouvant expliquer la variation de Y et ε = les termes d'erreur.

Soit M_i la probabilité du producteur du soja i:

$$M_i = F(I_i) = \frac{1}{1 + e^{-I_i}}$$

$$I_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$$

I_i représente les caractéristiques du producteur de soja; β_i représente les coefficients des variables explicatives; Les X_i représentent les variables explicatives.

Le producteur opte pour le système de production basé sur l'utilisation de l'inoculum lorsque l'effet combiné des facteurs atteint une valeur critique. En supposant que l'effet est mesuré par un indice non observable I_t pour le producteur t et I_{0t} la valeur critique de l'indice à partir de laquelle il pratique le système de production basé sur l'utilisation de l'inoculum, on a:

I_t est supérieur ou égal à I_{0t} , donc le producteur pratique ce système de production et la variable de pratique Y prend la valeur 1. Plus l'indice I_t est supérieur à la valeur critique, plus la probabilité pour que le producteur pratique le système de production est élevée. Si I_t est inférieur à I_{0t} , alors le producteur ne pratique pas ce système de production et Y est égal à 0.

L'équation empirique issue de ce modèle théorique dans cette étude est la suivante:

$$X = \beta_0 + \beta_1 ACTIFS + \beta_2 EXPSO + \beta_3 EEA142 + \beta_4 ACCREDI + \beta_5 INSTRUM + \mu_i$$

Où β_0 est la constante; β_i les coefficients à estimer; μ_i les termes d'erreurs; ACTIFS, le nombre d'actif agricole du ménage; EXPSO, l'expérience dans la production de soja; EEA142, le soja comme culture principale; ACCREDI, l'accès au crédit agricole; INSTRUM, le niveau d'instruction du producteur de soja.

- **Spécification du modèle**

Les signes attendus des variables introduites dans le modèle sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Variables introduites, Codes, Modalités et Signes attendus

Variables	Code	Modalités	Signes attendus
Nombre d'actifs dans le ménage	ACTIFS	En nombre de personne	+
Expérience en production de soja	EXPSO	En nombre d'année	+/-
Soja comme culture principale	EEA142	0 = Non; 1 = Oui	+
Accès au crédit agricole	ACCREDI	0 = Non; 1 = Oui	+
Instruction	INSTRUM	0 = Non; 1 = Oui	+

3.3.2 INDICES DE PROFITABILITÉ

La méthode des marges a été utilisée pour estimer la profitabilité des systèmes de production de soja. Cette méthode a été clairement définie par [14]. Elle inclue l'estimation du produit brut, des charges variables et fixes, des marges brute et nette et du ratio bénéfice-coût.

- **Produit Brut en Valeur (PBV)**

Il correspond à la valeur totale que peuvent prendre tous les produits issus d'un processus de production par hectare après la vente. C'est le produit entre le rendement (Q) et le prix de vente unitaire (P). Il est exprimé en FCFA/Ha:

$$PBV = Q \times P$$

- **Charges Variables (CV)**

Elles correspondent aux dépenses liées à la production et qui varient selon le volume d'extrants produit. Dans cette étude, elle regroupe le prix d'achat de la semence, des herbicides, de l'inoculum, de la main d'œuvre occasionnelle et du transport.

- **Charges Fixes (CF)**

Elles regroupent toutes dépenses liées à l'activité de production de soja qui ne varient pas en fonction du volume d'extrants produit. Il s'agit de la rente foncière, de l'amortissement des actifs agricoles et des intérêts sur emprunt.

- **Marge Brute (MB)**

C'est la différence entre le produit brut en valeur (PBV) et la charge variable (CV) de production. Elle est aussi exprimée en FCFA/Ha.

$$MB = PBV - CV$$

- **La Marge Nette (MN)**

Encore appelé bénéfice net ou profit ([15], [14]), elle est obtenue en déduisant de la marge brute, la charge fixe de production ou du produit brut en valeur le coût total de production. Sa formule s'écrit sous la forme de:

$$MN (FCFA/Ha) = PBV - (CV + CF) \text{ ou } MN = MB - CF$$

Lorsque la Marge nette sera supérieure à zéro, l'activité de production de soja est dite rentable. Dans le cas contraire, cette activité n'est pas rentable.

- **Ratio bénéfice coût (RBC)**

Le ratio-bénéfice-coût est un indicateur d'analyse financière par excellence. Il est le produit brut obtenu en valeur par unité de coût [25].

$$RBC = \frac{PBV}{CT}$$

L'interprétation de RBC se fait en le comparant à la valeur 1. Si $RBC > 1$, alors la production de soja est rentable dans la zone d'étude, 1 franc investi génère donc plus d'un franc. Cependant, lorsque $RBC < 1$, la production de soja n'est pas rentable, 1 franc investi génère donc moins d'un franc.

4 RÉSULTATS

4.1 FACTEURS DE PRODUCTION DANS LA PRODUCTION DE SOJA

La production du soja dans la commune de Ouèssè, comme toute production fait intervenir quatre (04) facteurs de production à savoir: la terre, la main d'œuvre, le capital et les intrants agricoles. En effet, l'analyse attentive du tableau 2 ci-dessous révèle que la majorité des producteurs de soja de la commune de Ouèssè accèdent à leurs terres par location (64,8%),

utilisent de façon simultanée la main d'œuvre familiale et occasionnelle (79%) et financent leurs activités de production du soja sur fonds propres (88,6%). Cependant, la production du soja dans la commune de Ouèssè n'est pas exigeante en intrants agricoles. La semence, l'herbicide et l'inoculum sont les types d'intrants agricoles utilisés. Ainsi, 59% des producteurs enquêtés ont utilisé des semences locales contre seulement 41% utilisateurs des semences améliorées. La plupart des producteurs (81,9%) n'utilisent entretiennent leurs champs manuellement (usage de la houe) tandis que seulement 18,1% font usage des produits phytosanitaires (herbicide).

Tableau 2. Facteurs de production

Variables	Modalités	Fréquences absolues	Fréquences relatives (%)	
Modes d'accès à la terre	Héritage	10	9,5	
	Don	12	11,4	
	Location	68	64,8	
	Emprunt	3	2,9	
	Métayage	12	11,4	
Type de main d'œuvre	Familiale	17	16,2	
	Occasionnelle	5	4,8	
	Familiale et occasionnelle	83	79	
Type de capital	Fonds propres	93	88,6	
	Fonds étrangers	12	11,4	
Type d'intrants agricoles	Semence	Locales	62	59
		Améliorées	43	41
	Herbicides	Oui	19	18,1
		Non	86	81,9

4.2 CARACTÉRISTIQUE SOCIO DÉMOGRAPHIQUE DES ENQUÊTÉS

L'analyse du tableau 3 ressort que la plupart des producteurs enquêtés n'ont aucun niveau d'instruction (51,4%). Le soja était une culture principale pour seulement 6,7% des enquêtés. De ce même tableau, les producteurs de soja ont très peu accès au crédit agricole (11,4%). En moyenne, chaque exploitation productrice de soja enquêtée disposait de 5 ($\pm 2,05$) actifs agricoles. En ce concerne leur expérience dans la production de soja, elle était environs de 3,5 ($\pm 2,10$) ans.

Tableau 3. Caractéristiques socioéconomiques

Variables qualitatives	Modalités	Utilisation de l'inoculum				Ensemble	
		Oui		Non		FA	FR (%)
		FA	FR (%)	FA	FR (%)		
Instruction	Oui	26	55,3	25	43,1	51	48,6
	Non	21	44,7	33	56,9	54	51,4
Soja comme culture principale	Oui	5	10,6	2	3,4	7	6,7
	Non	42	89,4	56	96,6	98	93,3
Accès au crédit agricole	Oui	10	21,3	2	3,4	12	11,4
	Non	37	78,7	56	96,6	93	88,6
Variables quantitatives	Utilisation de l'inoculum				Ensemble		
	Oui		Non		Moyenne	Ecart-types	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type			
Nombre d'actifs agricoles	5,09	2,385	4,34	1,692	5	2,055	
Expérience dans la production du soja	4,28	2,764	2,86	0,999	3,50	2,104	

FA=Fréquence absolue; FR=fréquence relative

4.3 DÉTERMINANTS DES SYSTÈMES DE PRODUCTION DE SOJA À BASE DE L'INOCULUM

Le tableau 4 montre que le modèle estimé est globalement significatif au seuil de 1% (Prob > chi²=0,0000). De ce même tableau, il ressort que trois (03) variables sur cinq (05) expliquaient de manière significative la pratique du système de production basé sur l'utilisation de l'inoculum dans la zone d'étude. Il s'agit du nombre d'actifs agricole dans le ménage, l'expérience dans la production de soja et l'accès au crédit.

4.3.1 FACTEURS SOCIOÉCONOMIQUES

Le nombre d'actifs agricole avait un effet positif et significatif au seuil de 10% sur la pratique du système de production basé sur l'utilisation de l'inoculum. Lorsque le nombre d'actifs dans le ménage augmente d'une unité (personne), la probabilité pour que le producteur pratique ce système de production augmente de 0,04% point (pp).

L'expérience dans la production de soja a une influence positive et significative sur la pratique du système de production basé sur l'utilisation de l'inoculum au seuil de 1%. En effet, être plus expérimenté d'un an (1an), augmente de 0, 13% point (pp) la probabilité de pratiquer de ce système de production.

4.3.2 FACTEURS INSTITUTIONNELS

L'accès au crédit agricole influence positivement et de manière significative (au seuil de 10%) la pratique du système de production basé sur l'inoculation de la semence. La probabilité du producteur de pratiquer ce système augmente de 0,28 % point (pp). En outre, bien que les variables comme le soja comme culture principale et l'instruction des producteurs ne soient pas significatives, elles expliquent la pratique du système de production basé sur l'inoculation des semences de soja.

Tableau 4. Résultats du modèle d'estimation

Système de production	Coefficients (Erreur-type)	Effets marginaux (Erreur-type)	P>z
Nombre d'actifs dans le ménage	0,24 (0,14)	0,04 (0,02)	0,096
Expérience en production de soja	0,74 (0,23)	0,13 (0,03)	0,001
Soja comme culture principale	0,85 (1,03)	0,15 (0,19)	0,411
Accès au crédit agricole	1,54 (0,87)	0,28 (0,15)	0,079
Instruction	0,45 (0,46)	0,08 (0,08)	0,326
Constante	-4,23 (1,10)	-	0,000

Nombre d'observation = 105
 LR chi² (5) = 29,30
 Prob > chi² = 0,00
 Log likelihood = -57,55
 Pseudo R² = 0,20

4.4 INDICE DE PROFITABILITÉ DES SYSTÈMES DE PRODUCTION À BASE DE L'INOCULUM

Le tableau 5 renseigne les indices de profitabilité des producteurs de soja en fonction de leur système de production. De ce tableau, il ressort qu'il existe une différence significative au seuil de 1% pour le rendement, le produit brut, la charge variable, la marge brute et la marge nette des systèmes de production avec utilisation ou non de l'inoculum de soja.

En effet, le rendement moyen du système avec l'utilisation de l'inoculum est de 1543 kg tandis que celui du système sans l'utilisation de l'inoculum est de 1076,08 Kg. De même, le produit brut en valeur de ces deux systèmes était respectivement de 323786 FCFA/Ha et 217374 FCFA/Ha.

L'analyse de la charge variable moyenne montrait que par hectare, les producteurs ayant utilisé l'inoculum dépensaient plus que ceux qui ne l'avaient pas utilisé (81 223 FCFA/HA contre 51 764 FCFA/HA). La différence ici était de 29 458 F CFA/ha et pouvait être due aux coûts supplémentaires de production qu'engendrait l'utilisation de l'inoculum.

Quant à la charge fixe moyenne par hectare, elle était approximativement la même au sein des deux systèmes de production (23002 FCFA/Ha pour les producteurs ayant utilisé l'inoculum contre 24 640 FCFA/Ha pour les producteurs n'ayant pas utilisé l'inoculum). Cette différence non significative observée (1638, 421 FCFA/Ha) serait due au fait que les composantes du coût fixe ne varient pas selon l'utilisation ou non de l'inoculum.

La Marge Brute (MB) de production par hectare du système de production avec utilisation de l'inoculum est supérieure à celle du système sans utilisation de l'inoculum. Cette différence de moyenne de 76954 FCFA/Ha observée est significative au seuil de 1%.

Le même constat est observé au niveau de la Marge Nette de production avec une différence significative au seuil de 1% de la moyenne (78592 FCFA/Ha).

Toutefois, le ratio bénéfice coût du système de production avec utilisation de l'inoculum est de 3,29. Ceci traduit que le producteur pratiquant ce système de production gagne 3,29 FCFA quand il investit 1FCFA. Comparativement le système de production sans utilisation de l'inoculum à 3,19 comme Ratio bénéfice coût. Lorsque ce producteur dépense 1FCFA, cela lui génère 3,19 FCFA. La différence de moyenne (0,09) observée n'est cependant pas significative.

Tableau 5. Indice de profitabilité des systèmes de production

	Utilisation de l'inoculum		t de student
	Non	Oui	
Rendement (Kg/Ha)	1076,08 (191,76)	1543,44 (213,78)	t=-11,7948; ddl= 103; p=0,000
Produit brut (FCFA/Ha)	217374,4 (47594,1)	323786,4 (61249,84)	t=-10,0184; ddl= 103; p=0,000
Charge variable (FCFA/Ha)	51764,44 (26491,03)	81222,78 (28115,3)	t=-5,5126; ddl1= 103; p=0,000
Charge fixe (FCFA/Ha)	24640,43 (19737,06)	23002,01 (12717,03)	t= 0,6881; ddl1= 103; p= 0,4921
Coût total de production (FCFA/Ha)	76404,86 (30129,23)	104224,8 (33933,93)	t= -4,4457; ddl1= 103; p= 0,000
Marge brute (FCFA/Ha)	165610 (47569,49)	242563,6 (48030,94)	t=-8,2070; ddl1= 103; p= 0,000
Marge nette (FCFA/Ha)	140969,5 (51804,49)	219561,6 (46460,25)	t=-8,0917; ddl1= 103; p= 0,000
Ratio bénéfice coût	3,194324 (1,229736)	3,292071 (,7491615)	t= -0,4776; ddl1=103; p=0,6340

5 DISCUSSION

5.1 DÉTERMINANTS DE LA PRATIQUE DU SYSTÈME DE PRODUCTION DE SOJA BASÉ SUR L'UTILISATION DE L'INOCULUM

La régression effectuée a montré que la pratique système de production basé sur l'utilisation de l'inoculum serait exigeante en main d'œuvre agricole compte tenu de l'effet positif du nombre de personne actif dans le ménage, collaborant donc les résultats de [16] et de [17]. De plus, l'expérience dans la production de soja influence positivement la pratique de ce système de production. Ceci s'explique par le fait que les producteurs sont retissent lors de l'adoption d'une nouvelle innovation et n'aimeraient pas servir de cobaye. Il préfère prendre du temps pour mieux observer l'innovation. Ce résultat est contraire à celui de [18]. L'inoculum de soja est acheté par les producteurs eux même. Ils ont donc plus de pouvoir d'achat de ce produit quant- ils disposent de ressources financières. Autrement dit, les producteurs sont contraints de ne pas utiliser l'inoculum lorsqu'ils n'ont pas accès au crédit agricole. Ceci justifie l'effet significatif que l'accès au crédit agricole avait sur la pratique de ce système de production. Plusieurs études ont montré que l'accès au crédit influence positivement l'adoption d'une nouvelle technologie [19]. Toutefois, ce résultat est contraire à celui de [18].

5.2 INDICE DE PROFITABILITÉ DES SYSTÈMES DE PRODUCTION

La production de soja à l'hectare était sensiblement égale à une tonne (1T) au sein du système de production sans utilisation de l'inoculum mais dépassait les 1,5 tonnes au sein du système de production avec utilisation de l'inoculum. Les producteurs de soja utilisant l'inoculum, toutes choses étant égales par ailleurs obtenaient un meilleur rendement. Nos résultats sont conformes à ceux de [20] et de [5] qui ont montré que le rendement obtenu est élevé lorsqu'on inocule les semences de soja. L'inoculation provoquait la nodulation et a améliorait ainsi les rendements en biomasse et en graines. Cette augmentation du rendement ce traduit nécessairement par les coûts dépensés pour les intrants agricoles. La différence de moyenne des charges variables entre le système de production basé sur l'utilisation ou non de l'inoculum était significative. Les producteurs utilisant

donc l'inoculum dépensait plus dans l'achat de ce produit que ceux qui ne l'utilisent pas. Quant à la marge nette de production du système de production avec utilisation de l'inoculum, elle est aussi significativement supérieure celle du système sans utilisation de l'inoculum, bien qu'ils soient tous rentables. La production de soja demeure rentable mais plus intéressante lorsqu'on inocule les semences. Ces résultats vont dans le même sens que les résultats de [22] et de [23] qui ont tous montré que l'inoculation de rhizobium était seul le paquet le plus rentable que toutes les autres options testées. Par ailleurs, le ratio bénéfice coût des systèmes de production ne sont pas significativement différent même si celui du système de production avec utilisation de l'inoculum est légèrement supérieur au système de production sans utilisation de l'inoculum. Ceci s'expliquerait par le fait que la charge variable du premier système est supérieure à celui du second système. La formule du ratio bénéfice coût l'explique clairement. Plus le dénominateur (Charge variable) est grand, le RBC diminuera.

6 CONCLUSION

Au terme de cette recherche, nous avons montré que le nombre d'actifs agricole, l'expérience dans la production de soja et l'accès au crédit agricole sont les facteurs qui expliquaient la pratique du système de production de soja basé sur l'utilisation de l'inoculum. De plus, nous avons montré que la marge nette des producteurs qui pratiquent ce système était significativement supérieure à ceux qui ne le pratiquent pas. Par ailleurs, le ratio bénéfice coût était presque les mêmes au sein des deux systèmes compte tenu des coûts d'acquisitions de l'inoculum.

REFERENCES

- [1] A. Badou, P. T. Akondé, A. Adjanooun, I. T. Adjé, K. Aïhou, et A. M. Igué, « Effets de différents modes de gestion des résidus de soja sur le rendement du maïs dans deux zones agroécologiques du Centre-Bénin », *Bull. Rech. Agron. Bénin BRAB Numéro Spéc. Fertil. Maïs-Janvier*, 2013.
- [2] J. Nieuwelink, AD10F La culture du soja et d'autres légumineuses. Agromisa Foundation, 2005.
- [3] B. V. Bado, « Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso », 2002.
- [4] B. Ballo, L. Turquin, et M. N. N'Gbesso, « Effet de l'inoculum bactérien de la souche IRAT-FA 3 de Bradyrhizobium japonicum sur la croissance et la nodulation de 3 variétés de soja cultivées en Côte d'Ivoire », *Agron. Afr.*, vol. 31, no 1, p. 11–20, 2019.
- [5] H. M. J. Pierre, A. C. Samine, G. SEMACUMU, et D. Constantin, « Effet de l'inoculation au rhizobium et de la fertilisation au triple super phosphate sur le comportement des variétés du soja », *Ann. L'UNIGOM*, vol. 6, no 2, 2016.
- [6] S. C.-G. Assogba et al., « La Gestion Durable des Terres: Analyse d'expériences de projets de développement agricole au Bénin », *Potsdam Ger.*, 2017.
- [7] R. J. Carsky, B. Douthwaite, V.M. Manyong, N. Sanginga, S. Schulz, B. Vanlauwe, J. Diels et J.D.H. Keatinge, « Amélioration de la gestion des sols par l'introduction de légumineuses dans les systèmes céréaliers des savanes africaines », *Cah. Agric.*, vol. 12, no 4, p. 227–233, 2003.
- [8] J. Brossier, « Système et système de production », *Cah. Sci. Hum.*, vol. 23, 1987.
- [9] J. C. de Lauwe et J. Poitevin, *Gestion des exploitations agricoles*, vol. 2. Dunod, 1957.
- [10] C. Reboul, « Mode de production et systèmes de culture et d'élevage », *Econ. Rurale*, vol. 112, no 1, p. 55–65, 1976.
- [11] H. Cochet et S. Devienne, « Fonctionnement et performances économiques des systèmes de production agricole: une démarche à l'échelle régionale », *Cah. Agric.*, vol. 15, no 6, p. 578–583, 2006.
- [12] G. Teno, K. Lehrer, et A. Kone, « Les facteurs de l'adoption des nouvelles technologies en agriculture en Afrique Subsaharienne: une revue de la littérature », *Afr. J. Agric. Resour. Econ.*, vol. 13, no 311-2018-3120, p. 140–151, 2018.
- [13] K. Mujinga et N. Afumba, « Déterminants De La Mécanisation Agricole À Kimpese Dans La Province Du Kongo Central », 2018.
- [14] E. Sodjinou, *Guide pratique d'analyse financière d'une entreprise agricole: Théorie et application à la pisciculture*. 2016.
- [15] J. A. Yabi, A. Paraïso, R. N. Yegbemey, et P. Chanou, « Rentabilité Economique des Systèmes Rizicoles de la Commune de Malanville au Nord-Est du Bénin », *Bull. Rech. Agron. Bénin BRAB Numéro Spéc. Prod. Végétales Anim. Econ. Sociol. Rural.*, p. 12, 2012.
- [16] H. Sigue, I. A. Labiyi, J. A. Yabi, et G. Biaou, « Facteurs d'adoption de la technologie " Microdose " dans les zones agroécologiques au Burkina Faso », *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 12, no 5, p. 2030–2043, 2018.
- [17] M. Koutou, M. Havard, D. Ouedraogo, M. Sangaré, A. Toillier, T. Thombiano et S.D. Vodouhé, « Facteurs d'adoption des innovations d'intégration agriculture-élevage: cas du Mucuna pruriens en zone cotonnière ouest du Burkina Faso », 2016.
- [18] E. Sodjinou, L. C. Glin, G. Nicolay, S. Tovignan, et J. Hinvi, « Socioeconomic determinants of organic cotton adoption in Benin, West Africa », *Agric. Food Econ.*, vol. 3, no 1, p. 12, 2015.
- [19] K. F. DOSSA et E. MIASSI, « Facteurs Socio-Economiques Influençant L'adoption de Coton Biologique au Nord-Est du Bénin: Cas de la Commune de Kandi », *IJPSAT*, vol. 6, no 2, p. 577–584, 2018.

- [20] T. J. Ama-Abina, G. F. Buegre, M. F. D. N'gbesso, N. D. Brou, et G. R. Yoro, « Effets d'un herbicide et de l'inoculation sur les facteurs de rendement du soja cultivé sur un sol gravillonnaire de plateau », *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 6, no 5, p. 1970–1978, 2012.
- [21] E. V. Tairo et P. A. Ndakidemi, « Yields and economic benefits of soybean (*Glycine max* L.) as affected by *Bradyrhizobium japonicum* inoculation and phosphorus supplementation », *Am. J. Res. Commun.*, vol. 1, no 11, p. 159–172, 2013.
- [22] B. D. K. Ahiabor, S. Lamptey, S. Yeboah, et V. Bahari, « Application of phosphorus fertilizer on soybean [(*Glycine max* L. (Merril)] inoculated with rhizobium and its economic implication to farmers », *J. Exp. Agric. Int.*, p. 1420–1434, 2014.
- [23] M. Ouédraogo et D. Dakouo, « Evaluation de l'adoption des variétés de riz NERICA dans l'Ouest du Burkina Faso », *Afr. J. Agric. Resour. Econ.*, vol. 12, no 311-2017-726, p. 1–16, 2017.
- [24] K. P. Degla, « Rentabilité économique et financière des exploitations cotonnières basées sur la Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols et des Ravageurs au Nord-Bénin », *Bull. Rech. Agron. Bénin BRAB Numéro Spéc. Coton Sept.*, p. 26–35, 2012.
- [25] O. H. Issoufou, S. Boubacar, T. Adam, et B. Yamba, « Determinants de l'adoption et impact des variétés améliorées sur la productivité du mil au Niger », *Afr. Crop Sci. J.*, vol. 25, no 2, p. 207–220, 2017.