

Sécurisation de la production du maïs par l'utilisation du Banka sous trois pratiques de travail de sol dans le nord du Burkina Faso

Sounkali SERME^{1,2}
Jean Bosco NANA^{1*}

Titre courant : Sécurisation de la production du maïs par l'utilisation du Banka

Résumé

L'expérimentation a été conduite en 2016, 2017 et 2018. Le dispositif expérimental comportait un ouvrage de collecte des eaux de ruissellement « Banka » associé à deux blocs de traitements sous régime d'irrigation de complément et sans irrigation de complément. Chaque bloc comportait trois pratiques de travail du sol randomisées en trois répétitions : le labour à plat à traction équine (T0), le travail minimum du sol au magoye ripper à traction équine (T1) qui consistait à une déchirure de la surface du sol en sillons et le zaï manuel (T2) toutes combinées à la gestion de la fertilité des sols. Les rendements ont été évalués à partir des pesées des récoltes par parcelle élémentaire et les revenus nets ont été évalués en soustrayant le gain de la production des coûts de production. Les résultats indiquent que, sans irrigation, le traitement T2 a permis d'obtenir le rendement en grain le plus élevé, soit 4782 kg /ha, pendant que le plus faible de 800 kg/ha a été observé dans les parcelles où le labour à plat a été utilisé. L'irrigation a augmenté de 32 à 63% les rendements en grain du maïs en 2016, tandis que la hausse était de 13% à 110% en 2017 et de 17% à 33% en 2018. Des trois traitements, T1 est celui qui répond le mieux à l'irrigation avec des rendements en grain de 4956 kg/ha et en paille de 6138 kg/ha avec un revenu net maximal de 4663 FCFA en 2017. Le banka constituerait une alternative pour la sécurisation et l'amélioration de la production du maïs de consommation. Cependant le coût élevé de la réalisation du banka, ne permet pas d'avoir un revenu net conséquent sur cette production.

¹ Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)/Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA)/Laboratoire de Ressources Naturelles et Innovations Agricoles (LARENIA), (INERA) Burkina Faso

² Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Fertilité du sol / Université Nazi Boni de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso)

***Adresse de l'auteur correspondant :** Jean Bosco NANA

boscojean.nana@gmail.com / jean.nana@inera.bf, ORCID <https://orcid.org/0009-0009-8769-8088>, Tel : (+226) 04 31 42 77

DOI : <https://doi.org/10.64707/revstsna.v44i1.1773>

Mots clés : Banka, irrigation, maïs, rendement, revenu, travail du sol.

Ensuring maize production using Banka under three soil tillage practices in northern Burkina Faso

Abstract

A field experiment was carried out in 2016, 2017, and 2018. The experiment was composed of runoff water harvesting, namely “Banka,” with two treated blocks: an irrigated block and a non-irrigated block. Each block has three soil tillage treatments: T0 (plowing with a horse), T1 (minimum tillage using a magoye ripper with a horse), which involves ripping into bare ground to open a planting furrow, and T2 (manual zaï). All treatments were randomized in three replicates and combined with organic and mineral fertilizers. Yields were evaluated by weighting the unit plot, while the net income was computed by subtracting the gross income from the cost of investment. Results show that under no supplemental irrigation, treatment T2 has a higher grain yield of 4782 kg ha⁻¹. Indeed, the lowest yield was 800 kg ha⁻¹, observed in T0. Supplemental irrigation improved grain yield from 32% to 63% in 2016, whereas a surplus of 13% to 110% was observed in 2017 and 17% to 33% in 2018. Under supplemental irrigation, T1 was the treatment that obtained the highest grain yield and biomass of 4956 kg ha⁻¹ and 6138 kg ha⁻¹, respectively, with a maximal net income of 4663 FCA. The banka would be an alternative solution to ensure and improve maize production. However, the high cost of the banka construction did not allow the producer to gain a high net income.

Keywords: Banka, irrigation, maize, net income, soil tillage, yield

Introduction

Au cours des dernières décennies, les aléas climatiques au Sahel, alliés à la dégradation des sols ont engendré une baisse de la productivité des systèmes agropastoraux. L’un des facteurs limitant la productivité de l’agriculture pluviale est la survenue de longues et fréquentes poches de sécheresse. En effet, la sécheresse entraîne une perte substantielle des récoltes (ZONGO *et al.*, 2019). Ainsi l’adoption du banka pour l’irrigation de complément (IC) a été une solution importante pour limiter les poches de sécheresse et améliorer les rendements en grain et la biomasse. En effet, l’application de l’IC sur les cultures a augmenté considérablement les rendements agricoles, ainsi que la productivité de l’eau (FOX et ROCKSTRÖM (2003) ; OWEIS ET HACHUM (2006) ; MWENGE KAHINDA *et al.* (2007) ; REDDY *et al.* (2020). Malgré ces avantages liés à l’usage des Banka pour l’IC, les revenus nets des producteurs agricoles restent toujours mitigés, eu égard aux ressources

limitées à leur disposition (ZONGO *et al.*, 2022). Au Burkina Faso, la demande croissante de la consommation du maïs a entraîné une forte croissance de la production de plus 78% entre 2011 et 2020 (MAAHM, 2021). Depuis maintenant plus de trois décennies, les techniques de restauration ou de conservation des eaux et des sols ont amélioré les rendements des cultures (SAWADOGO *et al.*, 2008). Dès lors, pour satisfaire la demande croissante de la consommation du maïs au Burkina Faso, il urge de trouver des alternatives d'augmentation de sa production, notamment dans les zones à faible pluviométrie annuelle 300-600 mm, et plus particulièrement dans la région du nord. Ainsi, l'application de l'IC dans les pratiques de restauration et de conservation des eaux et des sols pourrait améliorer significativement les rendements agricoles dans cette partie du Burkina Faso. L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets de deux régimes d'irrigation en combinaison avec trois pratiques de travail du sol et de gestion de la fertilité des sols en agriculture pluviale sur les rendements du maïs et les revenus des producteurs.

I. Matériel et Méthodes

I.1 Site de l'étude

L'étude a été menée en milieu paysan avec un producteur modèle, Ouédraogo Amidou, dans le village de Masboré. Le site d'étude (Figure 1) est localisé entre la latitude Nord 13°20' et la longitude Ouest 2°25', à environ 12 km de Gourcy, chef-lieu de la province du Zondoma et à 35 km de Ouahigouya. Les caractéristiques physiques des sols en place, notamment la structure, la texture, la teneur en matière organique sont inférieures à 0,7%. En outre, les sols sont pauvres en éléments nutritifs, avec le phosphore assimilable (P Olsen) inférieur à 15 ppm, et en azote compris entre 0,03 et 0,06% (DUGUE *et al.*, 1993).

I.2 Matériel végétal

La variété de maïs « Barka », développée par l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) a été utilisée. Elle a un cycle de 80 jours et un potentiel de rendement de 5,5 t/ha. La variété a été choisie pour sa bonne adaptation à la région du nord (SANOU, 2007) où se situe le site de l'étude. En plus, la variété a été adoptée par les producteurs agricoles.

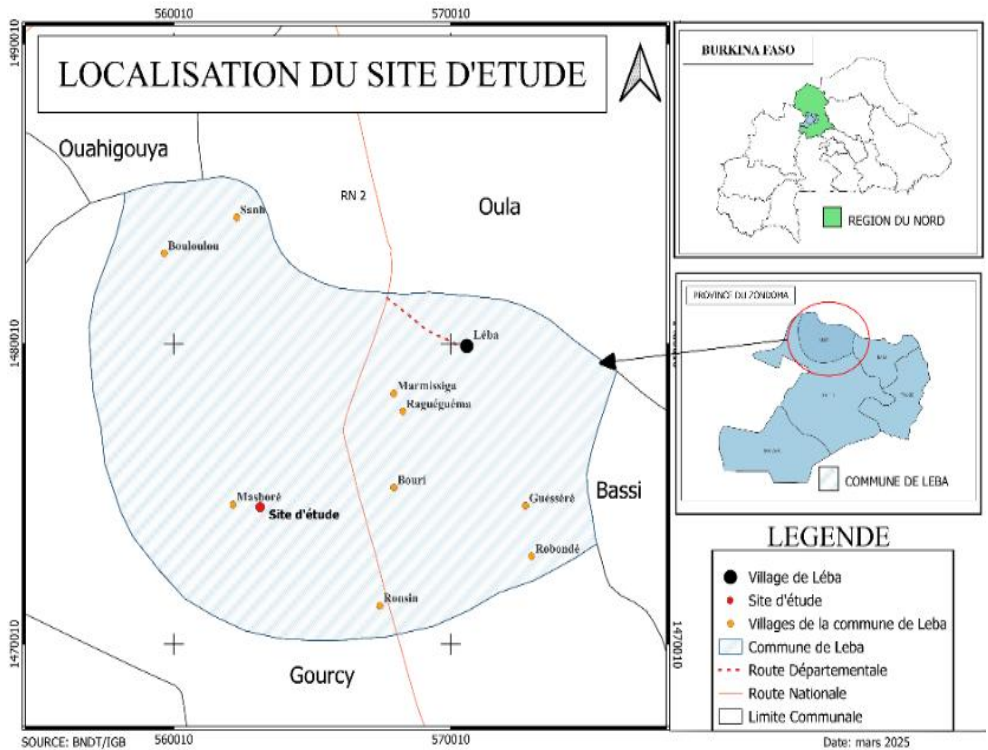


Figure 1 : localisation du site d'étude

1.3 Fertilisants utilisés

Deux types de fertilisants ont été utilisés. La fumure organique a été appliquée au labour et au sillon tracé à l'aide du magoye ripper, à la dose de 5t/ha. Au zaï, 300 g de fumure organique ont été appliqués par poquet. Le NPKSB 14-23-14-6-1 a été appliqué aux traitements T0, T1 et T2, à la dose de dose de 200 kg/ha, au 14^{ème} jour après semis, tandis que l'urée (46% N) a été appliquée en deux fractions le long de la saison de culture au 25^{ème} jour après semis à la dose de 100 kg/ha et au 35^{ème} jour après semis à la dose de 50 kg /ha. Pour raison de contrainte financière, l'analyse des échantillons de la fumure organique afin de déterminer la teneur des éléments chimiques n'a pas été réalisée.

1.4 Dispositif expérimental et traitements

L'expérimentation a été menée durant trois années consécutives entre 2016 et 2018. Elle a consisté à mettre en place un bloc sans IC et un bloc avec IC (Figure 2). Le dispositif expérimental comprend deux blocs complètement randomisés avec une disposition des traitements en

split plot en trois répétitions. Les blocs sont soumis chacun à un régime d'irrigation (sans irrigation de complément ou avec irrigation complément). Chaque bloc était constitué des mêmes traitements de méthodes de travail du sol (Labour à plat, travail minimum du sol et zaï manuel). La superficie de chaque bloc était de 1024 m². Chaque bloc était délimité par une allée de pourtour de 2 mètres. Ces blocs ont été séparés par une allée de 4 mètres. Quant aux traitements, ils étaient séparés les uns des autres d'un mètre dans le même bloc. Chaque parcelle élémentaire avait une superficie de 10 m x 10 m soit 100 m².

Les traitements étaient définis comme suit :

T0 = labour à plat (à traction équine) + 50 kg de fumure organique + 2 kg de NPKSB 14-23-14-6-1 + 1,5 kg d'urée (46% N) ;

T1 = tracé de sillons (au magoye ripper à traction équine) + 50 kg de fumure organique + 2 kg de NPKSB 14-23-14-6-1 + 1,5 kg d'urée (46% N) ;

T2 = zaï manuel + 300 g de fumure organique par poquet + 2 kg de NPKSB 14-23-14-6-1 + 1,5 kg d'urée (46% N).

Le labour à plat a été réalisé à la traction équine, à une profondeur de 10 cm, tandis que le travail minimum de sol, T1 a consisté à tracer des sillons profonds de 15 cm et larges de 8 cm à l'aide d'un outil à traction équine le *magoye-ripper* (ROCKSTRÖM *et al.*, 2009). La fumure organique à la dose de 5 t/ha, a été appliquée dans les sillons de façon uniforme, soit 8 kg de fumure par ligne de culture. Le magoye ripper, se monte sur le bâti d'une charrue simple et fabricable par les artisans locaux au nord du Burkina Faso. Pour la restauration des sols dégradés, le travail minimum du sol avec le magoye ripper consiste, à une déchirure de la surface du sol (Photo 1 ci-dessous) de préférable pendant le début de la saison des pluies avec ou sans pluie (HESSEL *et al.*, 2016).



Photo 1 : Travail du sol avec le magoye ripper

Pour le travail du zaï, il a consisté au creusage à la main des trous de zaï de 15 cm profondeur et 20 cm de diamètre et à l'application de 300 g de fumure organique par poquet de zaï.

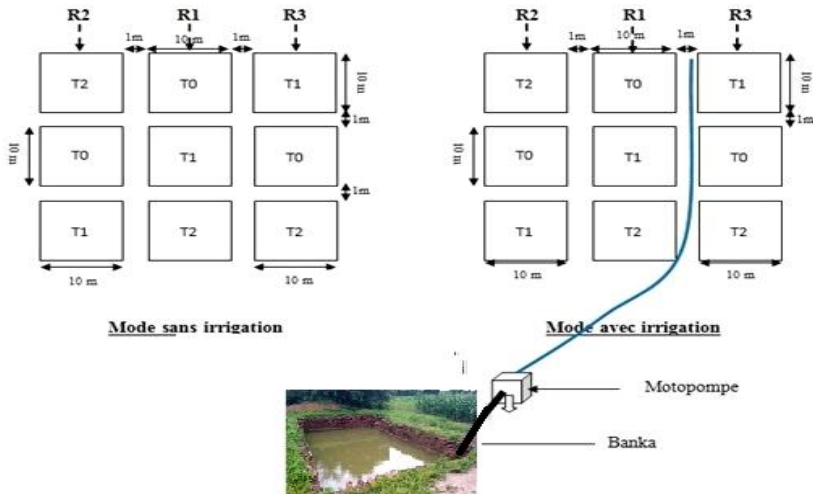


Figure 2 : Dispositif expérimental

Les écartements entre les poquets du zaï étaient de 80 cm entre les lignes de semis et 40 cm sur la même ligne. Les mêmes écartements étaient utilisés entre les poquets de semis pour les traitements T0 et T1. Un pluviomètre à lecture directe a été installé sur le site pour mesurer les hauteurs de pluie tombée. Les dates des opérations culturales et des irrigations sont présentées dans le Tableau I.

Tableau I : Dates des opérations culturales

Opérations culturales	2016	2017	2018
Semis	21 juillet	15 juillet	3 juillet
Sarclage 1	3 août	29 juillet	17 juillet
Application du NPK	3 août	29 juillet	17 juillet
Sarclage 2	15 août	9 août	28 juillet
Application de l'urée1	15 août	9 août	28 juillet
Application de l'urée2	25 août	19 août	7 août
Buttage	25 août	19 août	7 août
Irrigation 1 (16 mm)	27 juillet	15 août	1 août
Irrigation 2 (16 mm)	15 août	19 août	10 août
Irrigation 3 (16 mm)	13 septembre	23 août	17 août
Irrigation 4 (16 mm)	16 septembre	29 août	-
Irrigation 5 (16 mm)	21 septembre	2 septembre	-
Irrigation 6 (16 mm)	25 septembre	-	-
Récolte	25 octobre	9 octobre	5 octobre
Battage et vannage et pesée	4 novembre	19 octobre	15 octobre

I.5 Investissements et intrants agricoles

I.5.1 Estimation du coût de la construction du Banka

Un bassin de collecte des eaux de ruissellement, nommé « Banka » en langue locale *mooré* a été construit au niveau du site expérimental afin de mobiliser la ressource eau pour l'IC en cas de poches de sécheresse accentuée. Le banka a été une méthode traditionnelle de collecte et stockage des eaux de pluie pour les besoins en eau des humains et des animaux. En raison des longues poches de sécheresse, le banka a été amélioré puis employé par les projets, les ONGs et les chercheurs pour l'IC. La construction du banka a consisté à la réalisation d'un réservoir en terre de forme rectangulaire de 8 m x 13 m, avec une profondeur de

2 m, soit un volume d'excavation de 208 m³. L'excavation a été réalisée de façon manuelle à un coût de 2000 F CFA/m³. Le coût total d'excavation des terres était d'environ 416000 F CFA. Pour réduire les pertes par infiltration et par percolation, les parois du banka ont été cimentées à une hauteur de 1,5 m pour un coût de 2000 F CFA/m², tandis que le fond a été revêtu par un film plastique de 0,5 mm d'épaisseur, recouvert par un enduit de ciment de 3 cm d'épaisseur. La surface totale de traitement anti-infiltration du fond était de 104 m² pour un montant de traitement de 3000 F CFA/m². Le coût total des surfaces traitées était de 438000 F CFA. Un enrochement en moellons sur une hauteur de 40 cm et une largeur de 50 cm a été posé sur un linéaire de 42 m pour la protection des bordures du banka pour un coût de 1500 F CFA le mètre linéaire soit un montant de 63000 F CFA. De façon générale le coût de la construction du banka a été de 917000 F CFA.

1.5.2 Estimation du coût des intrants agricoles

Les coûts liés à la préparation du sol et des semis de chaque traitement étaient de 35000 F CFA/ha. Pour chaque traitement, nous avons semé 12 kg de maïs par hectare et par an pour un coût de semence de 500 FCFA/kg. Dans la région, le prix de vente de la fumure organique sur le marché était de 40 F CFA/kg. Pour la présente étude il a été appliqué 5t/ha du compost produit. Pour les trois années consécutives le prix du kilogramme du NPKSB 14-23-14-6-1 et de l'urée (46% N) était de 360F CFA.

1.6 Estimation du coût de l'irrigation

Dans la présente étude, le banka avait une profondeur utile de stockage de 1,5 m soit une capacité maximale de stockage utile d'eau de 156 m³. En capacité de stockage d'eau maximal avec maîtrise des pertes d'eau par évaporation et par infiltration, le présent banka pourrait irriguer une superficie culturale d'environ 1,5 hectare, pour une dose d'irrigation de 10 mm par évènement. L'IC est appliquée à l'ensemble des traitements du bloc avec IC suivant les poches de sécheresse observées, par pompage de l'eau du banka à partir d'une motopompe refoulante 60 m³/h à l'aide d'une conduite flexible, souple et déplaçable, d'environ 20 m pour un temps d'irrigation de 30 mn. Le rendement de pompage était de 53%. Le coût de la motopompe était de 120000 F CFA pour une durée de vie de 10 ans. Dans la présente étude, la dose d'irrigation était de 16 mm par évènement avec un coût de pompage de 800 F CFA.

I.7 Estimation des rendements

A la récolte, les rendements grains (Y_g , kg) et paille (Y_p , kg) ont été évalués pour chaque traitement sous IC et sans IC. Les rendements grain et paille ont été mesurés en récoltant toute la parcelle élémentaire utile. Les productions totales en grain et en paille obtenues ont été séchées à l'air libre pendant trois semaines avant d'être pesées. Les données obtenues ont été analysées à l'aide de la méthode ANOVA-one way à la probabilité, $P \leq 0,05$ à l'aide du logiciel d'analyse XLSTAT version 2018.4.01.

I.8 Calcul du revenu net

L'analyse des revenus nets a été réalisée pour déterminer le bénéfice net annuel pour les différents traitements sans IC et avec IC. Le coût d'investissement annuel du banka par campagne et par traitement était de 6793 F CFA en considérant une durée de vie de 15 ans. Le prix annuel de la production du maïs par traitement inclut les dépenses liées à la préparation du sol, le coût de la semence, le coût des fertilisants organiques et minéraux, le coût de pompage pour l'irrigation. Le coût des opérations d'entretien-curage annuel du banka est négligeable, car pris en charge par le producteur et ne nécessitant que de petits outils de curage. Les coûts de récolte et de vannage sont aussi négligeables car ces activités ont été prises en charge par le producteur et sa famille.

Au cours de l'expérimentation, le prix de vente du maïs grain et paille du producteur était respectivement de 250 F CFA/kg et de 75 F CFA/kg, tandis qu'ils étaient de 110 F CFA/kg et 25 F CFA/kg entre 2013-2016 (ZONGO *et al.*, 2019).

Le revenu net (I_n) en FCFA par traitement s'exprime comme suit :

$$I_n = P_g Y_g + P_p Y_p - C_T \quad (1)$$

Où P_g et P_p sont les prix de vente du producteur en grain et paille en FCFA/kg, respectivement ; Y_g le rendement grain et Y_p le rendement paille du producteur en (kg).

$P_g Y_g + P_p Y_p$ étant le gain du producteur. C_T , le coût total de production du maïs par traitement. Le coût total de production (C_T) détaillé est présenté dans le Tableau II.

Tableau II : Coût total de production du maïs en F CFA par traitement de 100 m²

Items	Sans IC			Avec IC		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Travail du sol (FCFA)	350	350	350	350	350	350
Fumure organique (FCFA)	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Semence (FCFA)	60	60	60	60	60	60
NPKSB 14-23-14-6-1 (FCFA)	720	720	720	720	720	720
Urée (46% N) (FCFA)	540	540	540	540	540	540
Banka (FCFA)				6793	6793	6793
Motopome (FCFA)				1333	1333	1333
Total des irrigations (FCFA)				533	444	267
Coût total de production (FCFA)	3670	3670	3670	12329	12240	12063

II. Résultats

II.1 Conditions climatiques et irrigation de complément

La Figure 3 présente les pluviométries cumulées au cours des 3 années consécutives. L'année 2018 a été une année plus humide comparativement aux deux autres années. L'IC a été apportée avec une dose moyenne de 16 mm par irrigation (Tableau I). Les apports de l'IC par an étaient fonction des poches de sécheresse observées et de la disponibilité de l'eau dans le banka. Un total de 6, 5 et 3 apports d'irrigation respectivement en 2016, 2017 et en 2018 a été appliqué au cours de l'expérimentation. En effet, le cumul de l'IC en 2016 était de 93 mm, supérieur à celui de 88 mm en 2017. L'année 2018 a été une année plus humide résultant à 3 évènements d'irrigation pour un total d'irrigation de 40 mm.

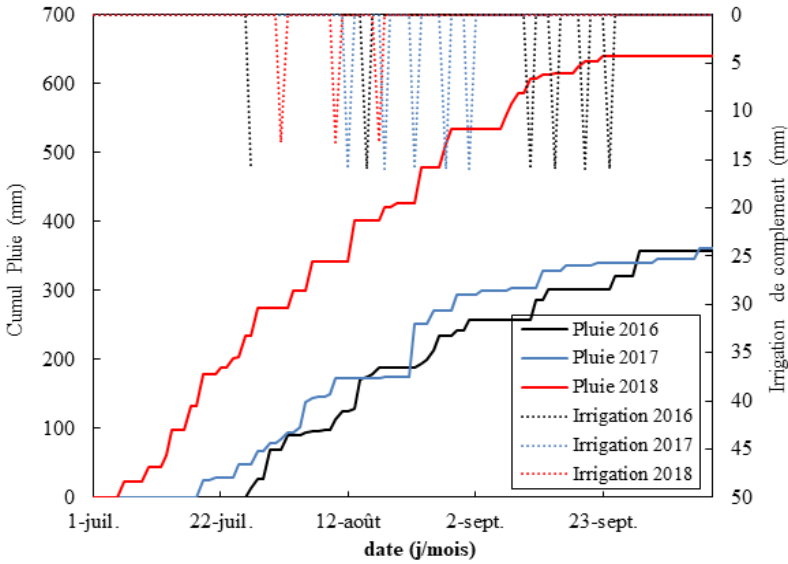


Figure 3.: Évolution temporelle des pluies cumulées et hauteur d'irrigation.

II.2 Rendements grain et paille

L'analyse des données des rendements en condition sans IC indique qu'à l'exception du traitement T0, il n'y a pas eu de différence significative au niveau des rendements en grain et en paille entre les traitements T1 et T2 (Tableau III). Les rendements moyens en grain et paille les plus élevés ont été observés au niveau du traitement T2 avec 3827 kg/ha en grain observé en 2017, 4782 kg/ha en paille enregistré en 2016. En année sèche 2017, le labour à plat, T0 sans IC a engrangé une perte substantielle de rendements grain et paille comparativement aux années 2016 et 2018. Les résultats de l'étude indiquent également que l'IC a augmenté de façon substantielle les rendements grain et paille sur l'ensemble des traitements au cours des trois années consécutives. Une augmentation en rendement grain de 32 à 63% a été observée en 2016, tandis qu'une hausse de 13% à 110% était observée en 2017 et de 17% à 33% en 2018. La plus grande augmentation de 110% a été observée au niveau du labour à plat (T0), avec un rendement grain de 1898 kg/ha.

A l'exception de la baisse en rendement paille de 1,85% en 2018 observée en T2, les mêmes tendances d'augmentation ont été observées sur les rendements paille de 27 à 37% en 2016 et de 16% à 32% en

2017. Les pratiques de travail minimum du sol, que sont T1 et T2 sous IC ont permis d'enregistrer les meilleurs rendements en grain, respectivement de 4956 et 4787 kg/ha et en paille de 6138 et 6071 kg/ha de la même année 2017.

Tableau III : Rendements grain et paille sans irrigation (sans IC) et avec irrigation (avec IC)

Rendement grain (kg/ha)						
Traitement	Années					
	2016		2017		2018	
	Sans IC	Avec IC	Sans IC	Avec IC	Sans IC	Avec IC
T0	1138 ^b	1858 ^b	800 ^b	1680 ^b	1618 ^b	1898 ^b
T1	3578 ^a	4956 ^a	3507 ^a	4596 ^a	3013 ^a	4008 ^a
T2	3613 ^a	4787 ^a	3827 ^a	4338 ^a	3415 ^a	4103 ^a
Rendement paille (kg/ha)						
T0	2484 ^b	3409 ^b	2444 ^b	3222 ^b	1803 ^b	1938 ^b
T1	4573 ^a	6138 ^a	4302 ^a	5658 ^a	3213 ^a	4688 ^a
T2	4782 ^a	6071 ^a	4471 ^a	5182 ^a	3923 ^a	3850 ^a

II.3 Estimation des gains et des revenus nets

Les gains et revenus nets par traitement T0, T1 et T2 sous les deux régimes d'irrigation au cours des trois années consécutives sont reportés dans le Tableau IV. Les revenus nets ont été obtenus à partir des gains et des coûts de production listés dans le Tableau II en se servant de l'équation (1). Le traitement T2 ayant enregistré de meilleur rendement a obtenu les meilleurs gains sans IC, pendant que le traitement T1 a obtenu les gains les plus élevés sous IC. A l'exception du traitement T0, les deux traitements T1 et T2 ont obtenu des revenus nets nettement meilleurs sans IC comparativement aux mêmes traitements sous IC. Des revenus nets négatifs ont été associés au traitement T0, tandis que des marges positives de revenu net ont été obtenues au niveau des traitements T1 et T2 en condition sous IC. Le labour serait une pratique non rentable sous IC. Par ailleurs, les faibles revenus nets des traitements T1 et T2 sous IC pourraient être comptables au coût de réalisation du banka qui représente en moyenne 55% du coût des

investissements annuels. Notons que les données reportées dans le Tableau IV nous enseignent que durant les trois années sans IC, le traitement zaï (T2) a permis d'enregistrer les meilleurs revenus nets. Le revenu net le plus élevé a été observé en année sèche 2017, 9250 F CFA comme marge bénéficiaire nette, comparativement au traitement labour à plat T0 avec un revenu net faible de 163 F CFA. En somme, en condition d'IC, des trois traitements, nous avons observé des baisses substantielles des revenus nets par traitement comparativement à la condition sans IC.

Tableau IV : Gains et revenus nets sans irrigation (sans IC) et avec irrigation (avec IC) par traitement de 100 m²

Gain (FCFA)						
Années						
Traitement	2016		2017		2018	
	Sans IC	Avec IC	Sans IC	Avec IC	Sans IC	Avec IC
T0	4708	7201	3833	6617	5396	6197
T1	12374	16992	11993	15732	9941	13534
T2	12620	16520	12920	14731	11479	13144
Revenus nets (FCFA)						
T0	1038	-5128	163	-5624	1726	-5866
T1	8704	4663	8323	3492	6271	1472
T2	8950	4191	9250	2491	7809	1081

III. Discussion

Les résultats présentés au niveau de la Figure 3 montrent que les conditions climatiques ont eu un impact significatif sur l'IC et les rendements agricoles. En 2018, une année plus humide, le nombre d'irrigations a été réduit à 3 interventions seulement, tandis qu'en 2016 et 2017, les périodes de sécheresse ont nécessité respectivement 6 et 5 irrigations. Cela souligne la nécessité de la demande en eau d'IC pour les plantes, mais aussi la nécessité de la construction et de la collecte de l'eau dans le banka. Durant les trois années d'expérimentation, en pluvial strict les conditions météorologiques ont influencé différemment les rendements des traitements que sont le labour à plat (T0), le travail minimum du sol (T1) et le zaï manuel, résultant de meilleurs rendements en grain et paille respectivement de 3827 kg/ha

et 4782 kg/ha observés au niveau du traitement T2. Toujours en culture pluviale stricte, le zaï (T2), constitue une meilleure pratique agricole pour améliorer les rendements en année sèche 2016 ou 2017 comparativement au labour à plat (T0) et au travail minimum du sol, le magoye ripper (T1) en année humide 2018. ROOSE *et al.*, (1993) arrivent aux mêmes conclusions que la pratique du zaï (T2) n'est pas favorable en année humide. La demande en eau en IC des cultures a positivement affecté les rendements pour tous les traitements. Une hausse particulièrement élevée de rendement en grain de 110% en 2017 a été observée en T0. Cependant, à l'exception des rendements grain élevés du traitement T2 au cours de l'année humide en 2018, la pratique T1 a enregistré les meilleurs rendements en grain et en paille. Les rendements les plus élevés enregistrés étaient de 4956 kg/ha en grain et de 6138 kg/ha en paille. L'augmentation des rendements des traitements T0, T1 et T2 par l'utilisation du banka semble être une réponse à l'atteinte à la demande croissante alimentaire de la population du Burkina Faso. La présente étude rapporte que le travail minimum du sol (T1) est la pratique qui répond positivement à l'IC engendrant donc des rendements les plus élevés comparativement au zaï (T2) sous IC. De façon générale, l'IC est une solution efficace pour lutter contre les pertes de rendement surtout en année sèche et nos résultats démontrent que l'application de l'IC améliore significativement les rendements du maïs. UWIZEYIMANA *et al.*, (2018) et DOTO *et al.*, (2015) ont rapporté que l'IC améliore significativement les rendements du maïs en agriculture pluviale. De même, des auteurs tels que FOX et ROCKSTRÖM (2003) ; SATOGNON *et al.*, (2021) et NANA *et al.*, (2024) ont rapporté que l'IC a augmenté de façon significative les rendements du sorgho, de la pomme de terre et de l'ail. Les présents résultats obtenus de l'application de l'IC démontrent une fois de plus que l'IC est une pratique indispensable pour sécuriser et améliorer la production des cultures dans les zones semi-arides (SOME et OUATTARA, 2009). En comparant les rendements en grain du maïs obtenus au cours de cette étude avec ceux obtenus dans la province du Zondoma et dans la région du nord en année humide 2018, il ressort que les rendements grain obtenus des traitements sous IC de T0 d'une part étaient 2 fois supérieurs et T1 et T2 d'autre part, étaient 5 fois supérieurs au rendement moyen obtenu dans la province du Zondoma (793 kg/ha) (MAAH/DGESS, 2017). Par ailleurs, les hausses des rendements de T0, T1 et T2 étaient respectivement de 3, 5 et 6 fois supérieures à celui de la région (731 kg/ha) (MAAH/DGESS, 2017). L'analyse des revenus

nets par traitement sous les deux régimes d'irrigation ont montré que les revenus nets les plus élevés ont été observés en 2016 en condition sans IC en T2 de 8950 F CFA et avec IC en T1 de 4663 F CFA, tandis que le traitement T0 n'a permis de générer des revenus négatifs sous IC avec la plus grande perte évaluée à 5866 F CFA en année humide 2018. ODHIAMBO *et al.*, (2021) et NGIGI *et al.*, (2005) ont rapporté que l'apport d'IC sur les cultures a un impact positif sur les revenus des producteurs. Il reste de même que dans la présente étude, le coût annuel très élevé de la construction du banka de 6793 F CFA par traitement a réduit considérablement les revenus nets du producteur. ZONGO *et al.*, (2019) ont rapporté que les revenus des producteurs pourraient s'améliorer en condition d'IC si les travaux de construction du réservoir de stockage des eaux sont subventionnés. Récemment, NANA *et al.*, (2024) ont déterminé la capacité d'un réservoir imperméable pour l'IC. Dans une de leur étude, ils ont obtenu une capacité optimale d'un réservoir qui donne un revenu net maximal aux producteurs sous culture de l'ail. Ainsi, une approche combinant l'optimisation de la capacité du banka et l'adaptation des techniques de gestion de la fertilité des sols agricoles et la gestion plus efficace de l'eau pourrait maximiser la productivité tout en assurant une rentabilité financière durable de la production. Au regard de cette étude, il s'avère nécessaire pour les ONGs, les décideurs politiques et les gouvernants d'équiper et de renforcer les capacités des agents de développement du monde agricole en utilisation des outils d'optimisation et de prédiction des doses d'irrigation tels que HYDRUS (ŠIMUNEK *et al.*, 2006.) ou WASH_2D (FUJIMAKI *et al.*, 2014) dans un contexte de rareté en eau et de limitation des ressources en eau conventionnelle. Mais aussi et surtout aux chercheurs des régions du Sahel à faible déficit pluviométrique, de développer des outils à moindre coût de modélisation et d'optimisation des capacités des réservoirs pour une agriculture pluviale plus sécurisée et rentable.

Conclusion

L'expérimentation réalisée dans le village de Masboré, avec pour objectif d'évaluer les effets de deux régimes d'irrigation en combinaison avec trois pratiques de travail du sol en agriculture pluviale sur les rendements du maïs et les revenus des producteurs, a montré le rôle prépondérant de l'irrigation de complément dans

l'amélioration et la stabilisation des rendements en grain et paille du maïs. Elle a également permis d'apprécier les revenus nets escomptés de l'utilisation du banka sur les méthodes de travail de sol. En effet, dans les conditions de l'étude en IC, le traitement T1 est favorable à l'IC d'où l'obtention de meilleurs rendements en grain de 4956 kg/ha et en paille de 6071 kg/ha. En revanche, en condition pluviale stricte, le traitement T2 demeure toujours la pratique la plus adaptée pour l'amélioration des rendements surtout en année sèche. Cependant, le coût élevé de la réalisation du banka, ne permet pas d'avoir un revenu net conséquent sur la production du maïs. Néanmoins le traitement T1 a enregistré le meilleur revenu net de 4663 F CFA sous irrigation de complément. Pour maximiser les profits de l'utilisation du banka, il serait judicieux d'optimiser la capacité du banka en fonction de la superficie de culture et des besoins en eau de la plante afin de garantir une meilleure production de la culture du maïs et en même temps améliorer les revenus des producteurs.

Remerciement

Les auteurs de cet article remercient Monsieur Amidou OUEDRAOGO et sa famille, pour avoir accepté de co-conduire l'essai dans son champ durant les trois années consécutives et pour la réalisation des différentes opérations culturales. Nos remerciements vont également au projet Neer-Tamba pour le soutien financier dans la conduite de la troisième année de l'expérimentation.

Contribution des auteurs

SS : a conçu le projet, collecté les données, analysé les données et rédigé le premier manuscrit. JBN : a conçu le projet, vérifié les données collectées, consolidé les analyses des données, révisé et édité le manuscrit. Tous les auteurs ont lu et approuvé la publication de l'article.

Conflit d'intérêt

Tous les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

Références bibliographiques

DOTO, V., C., HAMMA, Y., DIAL, N., RABAH, L., et EULOGE, K.A., 2015. Mitigation effect of dry spells in Sahelian rainfed agriculture: Case study of supplemental irrigation in Burkina Faso. *Afr. J. Agric. Res.* 10, 1863–1873. <https://doi.org/10.5897/ajar2015.9639>

DUGUE P., ROOSE E. et RODRIGUEZ L., 1993. L'aménagement de terroirs villageois et l'amélioration de la production agricole au Yatenga (Burkina Faso). Une expérience de recherche-développement. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, vol. XXVIII, no 2, 1993 : 385-402

FOX, P. et ROCKSTRÖM, J., 2003. Supplemental irrigation for dry-spell mitigation of rainfed agriculture in the Sahel. *Agric. Water Manag.* 61, 29–50. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(03\)00008-8](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(03)00008-8)

FUJIMAKI, H., TOKUMOTO, I., SAITO, T., INOUE, M., SHIBATA, M., OKAZAKI, T., et EL-MOKH, F., 2014. Determination of Irrigation Depths Using a Numerical Model and Quantitative Weather Forecasts and Comparison with an Experiment. *In Practical Applications of Agricultural System Models to Optimize the Use of Limited Water*; Lascano, R.J.; Ed.; Access: Madison, WI, USA, 2014. <https://doi.org/10.2134/advagricsystemmodel5.c9>

HEssel, R., OUESSAR, M., SAWADOGO, H., WOLDEAREGAY, K., FLESKENS, L., STEVENS, P., et VAN STEENBERGEN, F., 2016. *Wahara final publishable summary* (Scientific Reports No. 36; p. 41). WAHARA - Report Series

MAAH/DGESS, 2017. Rapport général des résultats définitifs de la campagne agricole 2016/2017 et des perspectives de la situation alimentaire et nutritionnelle. Version définitive. 95p.

MAAHM, 2021. Annuaire des statistiques agricoles 2020 du Burkina Faso, Ouagadougou (Burkina Faso), 437p.

MWENGE KAHINDA, J. MARC, ROCKSTRÖM, J., TAIGBENU, A.E., et DIMES, J., 2007. Rainwater harvesting to enhance water productivity of rainfed agriculture in the semi-arid Zimbabwe. *Phys. Chem. Earth* 32, 1068–1073. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2007.07.011>

NANA, J.B., ABD EL BAKI, H.M., ERUKUDI, A.C., et FUJIMAKI, H., 2024. Optimization of the capacity of tank in water harvesting using plastic sheet and tank in a sandy field. *Journal of Arid Land Studies*. 34-S, 79-82. https://doi.org/10.14976/jals.34.S_79

NGIGI, S.N., SAVENIJE, H.H.G., THOME, J.N., ROCKSTRÖM, J., et DE VRIES, F.W.T.P., 2005. Agro-hydrological evaluation of on-farm rainwater storage systems for supplemental irrigation in Laikipia district, Kenya. *Agric. Water Manag.* 73, 21–41. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2004.09.021>

ODHIAMBO, K.O., IRO ONG'OR, B.T., et KANDA, E.K., 2021. Optimization of rainwater harvesting system design for smallholder irrigation farmers in Kenya: A review. *Aqua Water Infrastruct. Ecosyst. Soc.* 70, 483–492. <https://doi.org/10.2166/aqua.2021.087>

OWEIS, T. et HACHUM, A., 2006. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. *Agric. Water Manag.* 80, 57–73. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.004>

REDDY, K.S., RICART, S., MARUTHI, V., PANKAJ, P.K., KRISHNA, T.S., et REDDY, A.A., 2020. Economic Assessment of Water Harvesting Plus Supplemental Irrigation for Improving Water Productivity of a Pulse–Cotton Based Integrated Farming System in Telangana, India†. *Irrig. Drain.* 69, 25–37. <https://doi.org/10.1002/ird.2401>

ROOSE, E., KABORÉ, V., et GUENAT, C. (1993). Le zaï : Fonctionnement, limites et amélioration d'une pratique traditionnelle africaine de réhabilitation de la végétation et de la productivité des terres dégradées en région soudano-sahélienne (Burkina Faso). *Cahiers Orstom, série Pédologie*, 28(2), 159-173. <https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010009089>.

ROCKSTRÖM, J., KAUMBUTHO, P., MWALLEY, J., NZABI, A.W., TEMESGEN, M., MAWENYA, L., BARRON, J., et DAMGAARD-LARSEN, S., 2009. Conservation farming strategies in East and Southern Africa: a regional synthesis of crop and water productivity from on-farm action research. *Soil and Tillage Research* ,103, 23-32. <https://doi.org/10.1016/j.still.2008.09.013>

SANOUE, J., 2007. Fiche technique de production de maïs de consommation. Variété extra précoce Barka.

SATOGNON, F., OWIDO, S.F.O., et LELEI, J.J., 2021. Effects of supplemental irrigation on yield, water use efficiency and nitrogen use efficiency of potato grown in mollic Andosols. *Environ. Syst. Res.* 10. <https://doi.org/10.1186/s40068-021-00242-4>

SAWADOGO, H., BOCK, L., LACROIX, D., et ZOMBRE, N.P., 2008. Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du zaï et du compost dans le Yatenga (Burkina Faso). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 12, 3–9

SOME, L. et OUATTARA, K., 2009. Irrigation de complément pour améliorer la culture du sorgho au Burkina Faso. *Agron. Afr.* 17, 201–209. <https://doi.org/10.4314/aga.v17i3.1669>

ŠIMŮNEK, J., GENUCHTEN, M.T.V., et ŠEJNA, M. *The HYDRUS Software Package for Simulating the Two- and Three-Dimensional Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably-Saturated Media*; PC Progress: Prague, Czech Republic, 2006

UWIZEYIMANA, D., MUREITHI, S.M., KARUKU, G., et KIRONCHI, G., 2018. Effect of water conservation measures on soil moisture and maize yield under drought prone agro-ecological zones in Rwanda. *Int. Soil Water Conserv. Res.* 6, 214–221. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2018.03.002>

ZONGO, B., BARBIER, B., DIARRA, A., ZOROM, M., ATEWAMBA, C., COMBARY, O.S., OUÉDRAOGO, S., TOÉ, P., HAMMA, Y., et DOGOT, T., 2022. Economic analysis and food security contribution of supplemental irrigation and farm ponds: evidence from northern Burkina Faso. *Agric. Food Secur.* 11, 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00347-0>

ZONGO, B., DIARRA, A., BARBIER, B., ZOROM, M., KARAMBIRI, H., OUÉDRAOGO, S., TOÉ, P., HAMMA, Y., et DOGOT, T., 2019. Évaluation Ex Ante De L'Irrigation De Complément Dans Un Contexte Sahélien : Couplage D'Un Modèle Biophysique À Un Modèle Économique D'Exploitation Agricole. *Base* 23, 174–187. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.18056>

