

PERFORMANCES AGRONOMIQUES DES SYSTEMES D'IRRIGATION DANS LA ZONE SOUDANO-GUINÉENNE DU MALI

Mamadou Baba KONATE^{1*}, Soumabéré COULIBALY², Souleymane Aboubacrine MAÏGA³, & Amady TOURE⁴

¹Enseignant Chercheur université de Ségou / FAMA/ DER / Agronomie, ²Chercheur IERA/DRREAO station de FARAKO-BA BOBO-DJOULASSO, ³Université de Ségou / FAMA/ DER /Agro-économie, ⁴Assistant Chercheur US/ FAMA /HA

*Auteur correspondant : mamadouko2014@gmail.com /tel :+223 76 06 17 70 /+223 60 64 86 86

Résumé

La présente étude a été conduite dans la région de Sikasso, suite aux difficultés d'adoption marquées par l'abandon par les producteurs, des infrastructures de système d'irrigation goutte à goutte dans des exploitations agricoles. Elle avait pour objectif de proposer un système d'irrigation adapté aux soucis d'économie d'eau des autorités et de rendement élevé à la récolte pour les producteurs. Dans un dispositif expérimental en bloc de Fisher trois systèmes d'irrigation ont été utilisés sur le gombo (*Abelmoschus esculentus L.*) : l'irrigation goutte à goutte, l'irrigation par aspersion et l'irrigation par gravité considérée comme témoin. Les effets de chacun de ces systèmes sur la croissance et le rendement de ladite spéculature ont été évalués. Les résultats de l'étude ont montré que le système d'irrigation influence de façon significative la taille, le nombre de feuille, le nombre de fruits et le rendement du gombo dans tous les cas les meilleurs résultats ont été observés sous le Système d'irrigation par aspersion (136,1 kg) suivi du système d'irrigation gravitaire (98,2 kg) et le système d'irrigation goutte à goutte (84,2 kg). En vue de réconcilier la position des partenaires techniques et financiers et celle des utilisateurs des innovations, l'étude recommande la vulgarisation du système d'irrigation par aspersion qui donne un rendement significativement supérieur aux deux autres et permet d'économiser plus d'eau que le système gravitaire traditionnel.

Mots clés : *Abelmoschus esculentus L.*, Systèmes d'irrigation, Mali, zone Soudano-guinéenne.

Abstract

The present study was carried out in the Sikasso region, following adoption difficulties marked by the abandonment by producers of drip irrigation system infrastructures on farms. The aim was to propose an irrigation system adapted to the authorities' concerns for water savings and high harvest yields for producers. In an experimental Fisher block design, three irrigation systems were used on okra: drip irrigation, sprinkler irrigation and the predominantly gravity-fed control system. The effects of each of these systems on the growth and yield of the crop were evaluated. The results of the study showed that the irrigation system had a significant influence on the size, number of leaves, number of fruits and yield of okra. In all cases, the best results were observed under the sprinkler irrigation system (136.1 kg), followed by the gravity irrigation system (98.2 kg) and the drip irrigation system (84.2 kg). With a view to reconciling the positions of technical and financial partners and users of the innovations, the study recommends popularizing the sprinkler irrigation system, which gives a significantly higher yield than the other two, and saves more water than the traditional gravity-fed system.

Keywords: *Abelmoschus esculentus* L, Irrigation systems, Mali, Sudano-Guinean zone.

1. INTRODUCTION

1.1. Les atouts de l'irrigation

Selon la FAO (2011), les terres irriguées dans le monde représentent 20% des terres totales cultivées mais elles fournissent 40% de la production agricole mondiale, cela découle du rendement élevé des cultures irriguées. Avec près de 2 200 000 ha de terres aptes à l'irrigation dont plus de 1 800 000 ha dans la seule vallée du fleuve Niger, le Mali est de loin le pays du Sahel qui dispose de plus de ressources en terre et en eau d'irrigation (Morris 1987). En effet la zone office du Niger avec 100 000 ha de terres irriguées soit un taux aménagement de 5,5 % est la plus grande zone irriguée du pays, à coté de ce géant beaucoup d'autres offices de développement rural existent à Tombouctou, Mopti, Ségou, Baguinéda, Séléngué, Kita...fonctionnant pour la plupart avec un système de maîtrise totale de l'eau et souvent avec la submersion contrôlée de l'eau. Ces structures constituent l'essentiel du bassin rizicole, maraîchers et sucrier du pays. Au nord du pays l'apparence désertique cache une grande étendue d'eau souterraine inexploitée. Dans la région de Kidal, des essais conduits dans des oueds (*Tanazrouft, Intadéni, Intekoi ...*) ont donné de très bons rendements en pomme de terre, en betterave, en cucurbitacées et autres légumes de même qu'en sorgho de décrue et en cultures de luzerne (Konaté et al 2006). Le sud du pays est plus humide avec une hydrographie constituée par de nombreux fleuves, rivières et marres qui inondent chaque hivernage au moment de leur crue une étendue importante de pleine. Les populations ont l'habitude séculaire

d'y pratiquer la riziculture de bas-fonds. La croissance du riz est assurée par la montée des eaux d'inondation. C'est aussi la principale zone d'arboriculture du pays (manguiers, agrumes, bananeraies...). En saison sèche les populations de cette zone se livrent à des activités de maraîchage très rentables (pomme de terre, patate douce, pois sucrée et légumes convoités par les pays voisins (Sénégal, Cote d'Ivoire) . Dans cette zone Soudano-guinéenne du Mali, l'irrigation gravitaire est utilisée par la majorité des producteurs, de plus en plus avec l'appui des services techniques et d'autres partenaires de nouveaux systèmes d'irrigation y sont introduits (irrigation par aspersion et irrigation goutte à goutte).

1.2. Les défis de l'irrigation : Face à L'irrégularité du régime pluviométrique l'atteinte de l'option affichée par les pères de l'indépendance à savoir faire du Mali le « grenier de l'Afrique de l'Ouest » passe obligatoirement par la mise en valeur du potentiel de terre irrigable du pays. Cependant, les investissements dans le secteur de l'irrigation ont jusqu'ici été caractérisés par des interventions séparées et généralement non concertées et n'ont pas toujours produit les résultats attendus, en termes de viabilité et pérennité. En tout état de cause, plusieurs projets ont échoué ou ont été compromis, du fait qu'on n'a pas suffisamment analysé les problèmes et enjeux aux plans économique, technique et social (MDRE, 1999). En effet dans cette région sud du Mali le service du génie rural conformément à ses missions assure la gestion optimale des ressources en eau, la lutte contre la pauvreté à travers l'accroissement des activités dans le secteur de l'eau, de l'agriculture, de l'élevage (TOURE, 2023) et la construction des d'importants aménagements hydro-agricoles parmi lesquels des barrages à buts multiples, des parcs de vaccination, des étangs piscicoles, des magasins de conservation. Pour mener à bien toutes ces activités il est indispensable de mettre en place des stratégies d'économie d'eau. Celles-ci passent nécessairement par une gestion efficace de l'irrigation ainsi que par la maîtrise de l'utilisation et le choix de la performance des systèmes d'irrigation. Situation vite comprise par certains partenaires techniques et financiers qui ont réalisé des aménagements et des périmètres maraîchers avec des systèmes d'irrigation modernes (goutte à goutte et aspersion) au profit de la population. Nous constatons la prolifération des puisards et des forages dans les périmètres. Cependant la plupart de ces aménagements ne fonctionnent pas pour longtemps. Le problème fondamental est que les producteurs préfèrent continuer avec leurs pratiques anciennes d'irrigation plutôt que d'adopter le système goutte à goutte proposé par le service technique et les organisations non gouvernementales. Que faire pour que les producteurs adoptent cette nouvelle technique d'irrigation ? Telle est la difficulté à laquelle le service du Génie Rural de Sikasso fait face. C'est dans ce contexte que cette étude a été initiée pour mieux

comprendre les difficultés d'adoption du système d'irrigation goutte à goutte et proposer une alternative à ce problème.

2. METHODOLOGIE

2.1. Caractéristiques de la zone Soudano-guinéenne du Mali

La zone Soudano-guinéenne ou subhumide couvre une superficie de 75 000 km², soit 6% de la superficie du pays, située au sud, elle est caractérisée par une savane boisée et des forêts ; les précipitations y dépassent 1 200 mm et la période de croissance des végétaux (PCV) s'y élève à plus de 160 jours (MDRE SNDI 1999)

La région de Sikasso (Annexe 1) : Poumon économique du Mali, elle est la 3ème région administrative du pays. Située dans l'extrême sud entre le 12°30' latitude nord et le 8°45' longitude ouest. Le climat de la région s'étend en exclusivité dans la zone humide et subhumide. Il se subdivise en deux ensembles climatiques : la zone soudanienne humide et la zone guinéenne. C'est la région la plus humide du Mali et la plus arrosée. La température moyenne annuelle est de 27°C. Cette moyenne est dépassée entre février et juin, n'est pas atteinte entre novembre et février (TOURE, 2023).

2.2. Diagnostic des systèmes d'irrigation : Une mission de reconnaissance du site de recherche avec la Direction régionale du service du Génie Rural de Sikasso a permis d'observer les systèmes d'irrigation et un entretien semi-structuré avec les producteurs a permis de choisir la spéculation.

Tableau 1: les Sites du diagnostic

Région	Cercle	Commune	Nom du site
Sikasso	Sikasso	Sikasso	Kaboilla
Sikasso	Sikasso	Sikasso	Fama
Sikasso	Sikasso	Sikasso	Ditamala

2.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était constitué de trois blocs de 400 m² chacun. Les trois systèmes d'irrigation ont été installés dans des parcelles de 100 m². le bloc 1 était constitué des traitements T2, T1 et T0, le bloc 2 était constitué de T1, T0 et T2, le troisième bloc était disposé T0, T2 et T1 (Le traitement témoin T0 correspondant au système d'irrigation gravitaire appliqué par beaucoup de producteurs, le traitement T1 attribué au système d'irrigation par aspersion et le traitement T2 était le système d'irrigation goutte à goutte).

2.4. Les observations : Elles ont porté sur la durée de germination, de floraison et de

maturation de la plante.

2.5. Les mesures : Elles ont été menées sur taille de la plante, le nombre de feuilles de la plante, le nombre de fruits du gombo et la production par unité expérimentale.

2.5.1. La taille de la plante : un échantillon de cinq plantes a été sélectionné aléatoirement pour chaque traitement. Leurs tailles au stade levée, développement, floraison et à la maturation ont été soigneusement mesurées à l'aide d'un double décimètre gradué en cm et en mm et les moyennes ont été établies.

2.5.2. Nombre de feuilles par plante : La méthode utilisée a été le comptage du nombre de feuilles de cinq plantes sélectionnées au hasard au stade levée, développement, floraison et à la maturité dans chaque parcelle et les moyennes ont également été enregistrées.

2.5.3. Nombre de fruits : Il a été obtenu en enregistrant les moyennes après avoir compté le nombre fruits dans chaque traitement à la première, deuxième et troisième récolte.

2.5.4. Mesures du rendement : Après pesée des fruits par parcelle une moyenne par parcelle a été établie.

2.6. Irrigation goutte à goutte (Annexe 2): Le principe essentiel de l'irrigation goutte à goutte est la distribution homogène de la quantité d'eau requise par la plante dans l'ensemble du champ. Elle consiste à amener l'eau sous pression dans un système de canalisations généralement en PVC, qui, ensuite, est distribuée par des tuyaux plus petits, munis d'un grand nombre de goutteurs repartis le long des rangées de plantation (MEDA, 2011). L'eau est apportée en bande, de façon fréquente et continue. Cela favorise la réduction de l'évaporation et la diminution de la percolation de l'eau, ce qui fait l'efficacité de l'irrigation goutte à goutte. Les différents éléments qui composent un système d'irrigation goutte à goutte conventionnel sont :

- L'unité de pompage qui pompe l'eau et la refoule dans le réseau d'irrigation à la pression nécessaire pour le fonctionnement du système.

- L'unité de contrôle de tête qui comprend les différents types de filtres, le réservoir d'eau et éventuellement d'engrais, la pompe d'injection, la vanne métrique, le régulateur de pression ;

- Le système de tuyauterie (conduites principales et secondaires, les rampes et les goutteurs).

Deux grands groupes composent l'irrigation goutte à goutte à savoir :

2.6.1. Irrigation goutte à goutte basse pression: Adaptée aux terrains de petite superficie (20-1000 m²), l'irrigation goutte à goutte à basse pression a été développée pour les petits producteurs, elle fonctionne à une pression d'eau de 0.5- 1 bar fournie par un réservoir placé en hauteur variable de 1 à 6 m et alimentant par gravité la parcelle à irriguer (Ayana et al, 2006).

Ce système d'irrigation se divise en deux groupes : le système à seau et le système à fût (Annexe 2 figures 1 et 2).

2.6.2. Irrigation goutte à goutte haute pression: Dans ce cas, une source de pression est située en amont du réseau d'irrigation. La pression fournie dépend de la source. La source peut être une force humaine, une motopompe, un groupe électrogène. Ce type d'irrigation est utilisé pour de grandes superficies.

2.7. L'irrigation par Aspersion (Annexe 3): L'aspersion est l'irrigation qui projette l'eau en l'air pour tomber à la surface du sol sous forme de fines gouttelettes. C'est un réseau de jets où l'eau est pulvérisée sous forme de fine gouttes à la conduites sous pression portant des asperseurs ou des buses, conçus pour protéger la surface du sol (FAO, 2008).

Les principaux éléments qui composent un système d'irrigation par aspersion sont :

- La conduite principale
- Le porte rampe
- La rampe qui porte les organes d'aspersion
- Les asperseurs

2.8. Irrigation gravitaire ou traditionnelle (Annexe 4) : Elle consiste à arroser la parcelle à l'aide d'un tuyau raccordé a une pompe centrifuge qui refoule de l'eau dans un puisard. L'arrosage manuel à l'aide d'un tuyau permet de gérer aussi bien le débit que la pression de l'eau, simple, pratique et facile à réaliser. L'eau coule à flow sur le sol avec un débit non fonctionnel aux besoins. Cette méthode utilise beaucoup d'eau puisque le contrôle n'est pas facile avec les besoins et le cycle végétatif.

2.9. Pratiques culturales : La spéculacion irriguée était le gombo (*Abelmoschus esculentus L.*) variété locale semée en ligne à un écartement de 0, 6 m x 0,5 m. Les travaux du sol ont consisté au labour et râtelage des parcelles. Les travaux d'entretien ont consisté à l'irrigation : L'irrigation se faisait quotidiennement après le semis. Après levée elle se faisait tous les deux (2) jours et jusqu'à la maturation ou l'irrigation était faite à une fréquence de trois (3) jours pour l'aspersion et l'irrigation gravitaire. Chez le système goutte à goutte l'irrigation était continue. Un ré-semi a été effectué pour remplacer les poquets manquants. Le traitement au pesticide Décis a été réalisé avec un pulvérisateur. Deux sarclages ont été réalisés, les conditions climatiques ont permis de récolter le gombo à 4 reprises avec trois jours d'intervalles entre deux récoltes successives.

3. RESULTATS

3.1. Effet du Système d'irrigation sur les stades de développement du gombo

Les observations ont révélé que les durées de germination, de floraison et de maturation du gombo varient en fonction du système d'irrigation. Elles ont montré une rapidité de germination pour les cultures irriguées par les systèmes goutte à goutte et l'irrigation gravitaire par rapport à l'aspersion. Sur les parcelles irriguées par aspersion le tassement du sol a été observé. Ce phénomène est causé par la chute des fines gouttelettes d'eau sur le sol nu. Ce qui est un inconvénient du système d'irrigation par aspersion obligeant les paysans à faire des binages quotidiens. Les observations ont en outre montré un temps de floraison et de maturité plus long pour le système d'irrigation goutte à goutte par rapport aux deux autres systèmes. Dans ces parcelles les plantes avaient un état poussiéreux comparativement aux plantes arrosées par aspersion cet état était causé par l'absence de rinçage du système foliaire des plantes irriguées au système goutte à goutte. La floraison et la maturation dans ces parcelles étaient plus lentes comparées aux plantes des autres parcelles. Le tableau 2 indique l'effet des trois systèmes d'irrigation sur le gombo à différents stades de développement.

Tableau 2: Effets des systèmes d'irrigation sur les stades de développement du gombo

Systèmes d'irrigation	Dates de semis	de Nombre de jours Pour la germination	Nombre de jours pour la floraison	Nombre de jour pour la 1 ^{ère} récolte
Aspersion	23/02/2022	9	32	53
Goutte à goutte	23/02/2022	7	30	57
Gravitaire	23/02/2022	7	32	53

3.2. Effet des systèmes d'irrigation sur la taille du gombo (tableau 3)

Le système d'irrigation influence de façon très significative la taille du gombo aux différents stades de développement. Il ressort que les plantes de gombo arrosées par le système d'irrigation par aspersion avaient une taille supérieure à celles du système d'irrigation par gravité qui à leur tour avaient une taille supérieure à celles du système d'irrigation goutte à goutte.

Tableau 3 : Effets des systèmes d'irrigation sur la taille du gombo aux stades levée, développement, floraison et maturation

Systèmes d'Irrigation	Taille (cm) à la levée	Taille (cm) au développement	Taille (cm) à la floraison	Taille (cm) à la maturation
Goutte à goutte	5.30**	37.4**	47.6**	68.0**
Gravitaire	7.60**	67.6**	108.0**	118.0**
Aspersion	12,60**	140,0**	131,0**	170,6**
s.e.d.	1.200	10.12	9.79	12.50

NB: ** significatif à 1% niveau de probabilité d'après le test de Duncan (Duncan, 1955)

3.3. Effet des systèmes d'irrigation sur le nombre de feuilles de gombo

Le tableau 4 montre que le système d'irrigation a des effets très significatifs sur le nombre de feuilles aux différents stades de développement. Les plantes dans la parcelle irriguée par aspersion ont un nombre de feuilles significativement supérieur aux plantes des deux autres systèmes d'irrigation et cela à tous les stades de développement du gombo. C'est à la maturation que l'on observe une différence significative entre le nombre de feuilles de l'irrigation gravitaire supérieur à celui du système goutte à goutte.

Tableau 4: Effets des systèmes d'irrigation sur le nombre de feuilles de gombo aux stades levée, développement, floraison et maturation

Systèmes d'Irrigation	Nbre Feuilles à la levée	Nbre Feuilles au développement	Nbre Feuilles à la floraison	Nbre Feuilles à la maturation
Goutte à goutte	5,00 b	18,4 b	21,40 b	23,20 c
Gravitaire	4,80 b	14,8 c	22,20 b	26,40 b
Aspersion	9,20 a	23,00 a	27,4 a	31,80 a
s.e.d.	0,959	3,15	1,713	1,939

NB: Les nombres suivis par les lettres a,b,c sont significativement supérieurs les uns aux autres, ceux qui sont suivi de la même lettre ne sont pas significativement différents à 5% niveau de probabilité selon le test de Duncan .(Duncan, 1955)

3.4. Effet des systèmes d'irrigation sur le nombre de fruits du gombo à la 1^{ère} 2^{ème} et 3^{ème} récolte (Figure 1):

Le système d'irrigation influence de façon très significative le nombre de fruits à partir de la deuxième récolte, il ressort que l'aspersion donne plus de fruits suivie de l'irrigation traditionnelle ensuite l'irrigation goutte à goutte qui a moins de fruits.

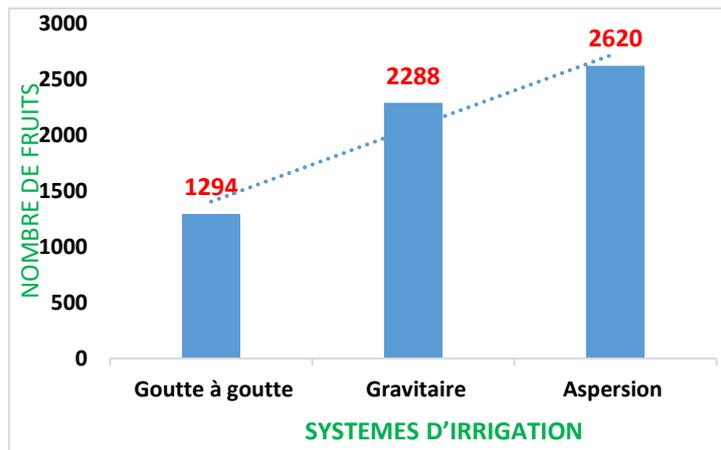


Figure 1: Effets des systèmes d’irrigation sur le nombre de fruits du gombo à la 1^{ère} 2^{ème} et 3^{ème} récolte par bloc expérimental

La figure 2 montre l’effet des systèmes d’irrigation à la fois sur la taille et le nombre de feuilles du gombo.

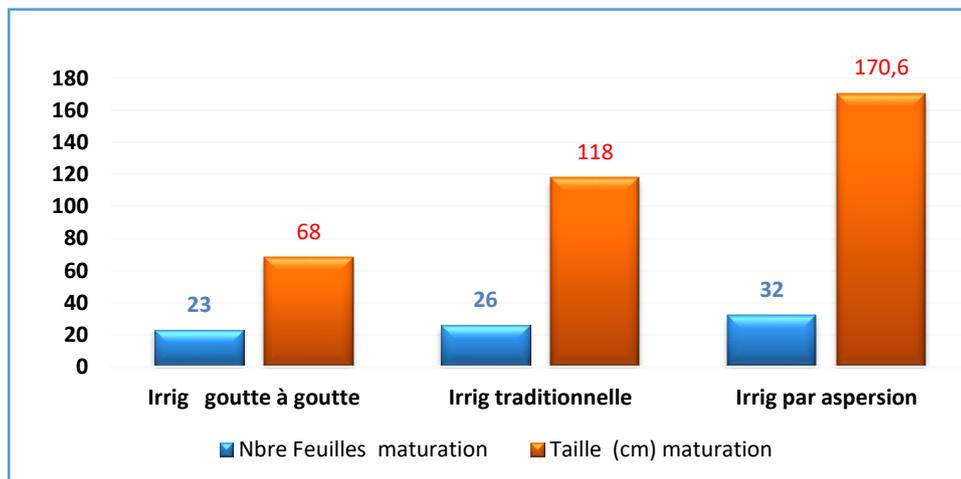


Figure 2 : diagramme de nombre feuilles et la tailles en fonction des systèmes d’irrigation

3.5. Effet des systèmes d’irrigation sur la production du gombo

Le système d’irrigation a des effets significatifs ($F_1 \text{ pr.} < 0,02$ $F_2 \text{ pr.} < 0,01$) sur les productions du gombo aux différentes récoltes. La figure 3 indique que l’irrigation par aspersion a le rendement le plus élevé (136,1 kg) suivi de l’irrigation traditionnelle (98,2Kg) ensuite l’irrigation goutte à goutte (84,2Kg).

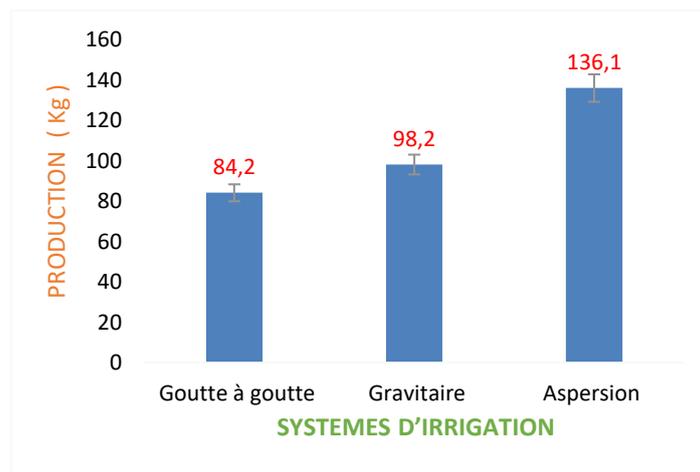


Figure 3 : Effets des systèmes d'irrigation sur La production du gombo à la 1^{ère} 2^{ème} et 3^{ème} récolte par bloc expérimental

4. DISCUSSIONS

Le contexte pluviométrique aléatoire de la zone et la prédominance de la pratique de l'irrigation gravitaire chez les producteurs ont été confirmées (KAMBOU 2019) dans une étude menée dans la zone frontalière soudanienne sud du Burkina Faso. La précision et le bon dosage d'eau favorisent la bonne germination chez l'irrigation goutte à goutte. Le retard de germination s'explique chez l'aspersion par le fait que les fines gouttelettes d'eau tassent le sol, ce phénomène est plus accentué si le sol est nu. Au Burkina Faso ce phénomène de formation d'une croûte de battance suite aux chutes des gouttes d'eau sur les parcelles a été observé suite à l'application de l'aspersion sur le *Moringa oleifera* (MEDA 2011).

L'aspersion a favorisé le rendement la croissance et le développement du gombo cet effet a été largement étudié (Elattir 2005) qui soutient que l'apport d'eau continu et localisé en bande permet une réduction de l'évaporation, une diminution de la percolation de l'eau et atténue les effets du vent sur la culture et augmente les rendements ;

(MEDA 2011) a étudié le rendement agronomique global qui traduit l'efficacité de l'eau appliquée sur la production des plantes de *Moringa oleifera*. Les résultats ont montré que le rendement agronomique global obtenu dans le cas de l'irrigation goutte à goutte était supérieur à celui de l'aspersion. (MEDA 2011) au cours de son expérimentation sur *Moringa oleifera* a observé une stagnation d'eau par endroit et une production foliaire importante enregistrée dans ces parties. Il conclut que l'apport d'eau en irrigation goutte à goutte est insuffisant et que le rendement global peut être amélioré seulement par un apport d'eau plus important. Une étude sur l'état des lieux du système d'irrigation goutte à goutte dans la commune de Ségou a démontré une adoption très lente de l'ordre de 3 périmètres par an entre

2010 et 2020 et cette tendance a connu une baisse de 2020 à 2023. Les producteurs adoptant l'irrigation goutte à goutte essentiellement arboriculteurs alphabétisés expriment comme satisfaction l'économie en mains d'œuvres (CISSE 2024).

Au plan opérationnel le système d'irrigation par aspersion est plus facile à déplacer et son utilisation est aisée. L'installation du système d'irrigation goutte à goutte est difficile et coûteux, les tuyaux et gouttières ont une paroi fine et fragile les incidents sont fréquents d'où le suivi et l'entretien régulier (Agricultures et Territoires 2021).

5. CONCLUSION

Malgré la période d'hivernage plus longue (8 à 6 mois), la zone Soudano-guinéenne du Mali a besoin d'un apport d'eau pour échelonner la production agricole pendant la saison sèche - chaude (février Mars Avril) période propice pour la culture des légumes qui supportent la chaleur tropicale (gombo, piment aubergines africaines...). L'irrigation est le seul moyen d'y parvenir. Les observations ont montré que l'irrigation gravitaire est la plus pratiquée par les producteurs qui sont heureux de voir l'eau coulée sous les pieds des plantes. Le service technique souhaite renverser cette tendance en vulgarisant les nouveaux systèmes de micro-irrigation plus économiques en eau. L'expérimentation en milieu paysan a prouvé que le système d'irrigation influence de façon significative le rendement, la croissance et le développement de la plante. Les plus grandes plantes et les plus grands nombres de feuilles ont été observés dans les parcelles avec irrigation par aspersion suivies des parcelles de l'irrigation gravitaire et de l'irrigation goutte à goutte. La production la plus élevée et le plus grand nombre de fruits ont été observés dans les parcelles irriguées par aspersion suivies de celles irriguées par gravité suivies à leur tour par les parcelles irriguées par le système goutte à goutte. Le système d'irrigation par aspersion est la meilleure alternative qui satisfait à la fois les soucis de rendement des producteurs mais aussi à moindre mesure à l'objectif recherché d'économie d'eau des services techniques en charge cette question. Sans rejeter en bloc le système d'irrigation goutte à goutte qui a des avantages d'économies d'eau l'étude recommande de poursuivre la recherche pour minimiser ses coûts d'installation et ses contraintes opérationnelles tout en mettant l'accent sur la formation des spécialistes et producteurs de ce système.

REMERCIEMENTS : Ce document est le fruit d'une collaboration fructueuse entre l'université de Ségou et la Direction régionale du Génie rural de Sikasso (DRGR). C'est l'occasion pour nous de remercier Dr. Daba Coulibaly chef de DER du génie rural au moment

de l'étude et Monsieur Mahamadou Ibrahima Maïga, Directeur régional sortant du génie rural de Sikasso pour l'effort financier et technique consenti pour la réalisation de cette étude. Nos sincères remerciements vont à l'endroit des exploitants de Kaboila, Fama et Djitamala pour leur disponibilité.

REFERENCES

Agricultures et Territoires. (2021). *Comparaison de systèmes d'irrigation sur la pomme de terre* Pp 17.

Ayana, M. Eshetu, F. Tadele, K. (2006). *Simple and Low-Cost Drip* 02 2011 sur <http://www.Iwmi.org>

CISSE, M. (2024). *État des lieux du système d'irrigation goutte à goutte dans le cercle de Ségou*, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention de diplôme de master en Hydraulique Agricole US Pp 50

DINAFEM SEEDS. (2019). *Les avantages et inconvénients de l'arrosage par goutte à goutte*. <https://www.dinafem.org/fr/blog/avantages-inconvenients-arrosage-goutte-goutte-cannabis/>

Duncan, D.B. (1955). *Multiple ranges and multiple F test Biometrics* 3; 1-42.

ELATTIR. (2005). *La conduite et le pilotage de l'irrigation goutte à goutte en maraîchage*, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, 6p

FAO. (2008). *Manuel des techniques d'irrigation sous pression*.

FAO. (2011). *L'état des ressources en terre et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde. Gérer les systèmes en danger*. Rapport de synthèse Rome ; FAO.

KAMBOU. D. (2019). *Evaluation of technical performance of irrigation in Burkina faso*. (PhD thesis). Gembloux, Belgium, University Pp 190

KONATÉ M. (2006). *Conduite des essais de cinq variétés de pomme de terre dans les conditions agro-écologiques du Nord du Mali* CRRA/ Gao rapport d'activités du secteur agriculture de Kidal

MA. , SNI. (2008). *Stratégie nationale de développement de l'Irrigation*. rapport final 2007/2008

MDRE. (1999). *Stratégie Nationale de développement de l'irrigation* Pp78

MEDA . N. B. (2011). *Etude comparative des systèmes d'irrigation goutte à goutte et d'aspersion sur la production de Moringa oleifera dans la commune de Dano* Pp 68.

Morris. (1987). cité par MDRE *Stratégies Nationales de Développement de l'Irrigation au Mali* P6;

Sextalc, Z, Cafky J and Jarvis, P, G. (1971) *Plant Photosynthetic Production: Manual*

of Methods, Dr, W, Jonne N.V. Publisher the *Hague, and Horleaf*. Pp. 528-529

TOURÉ. (2023). *Étude comparative de trois systèmes d'irrigation dans la région de Sikasso*.

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique agricole. Pp 46.

Annexes

Annexe 1:



Figure 1: localisation de la région

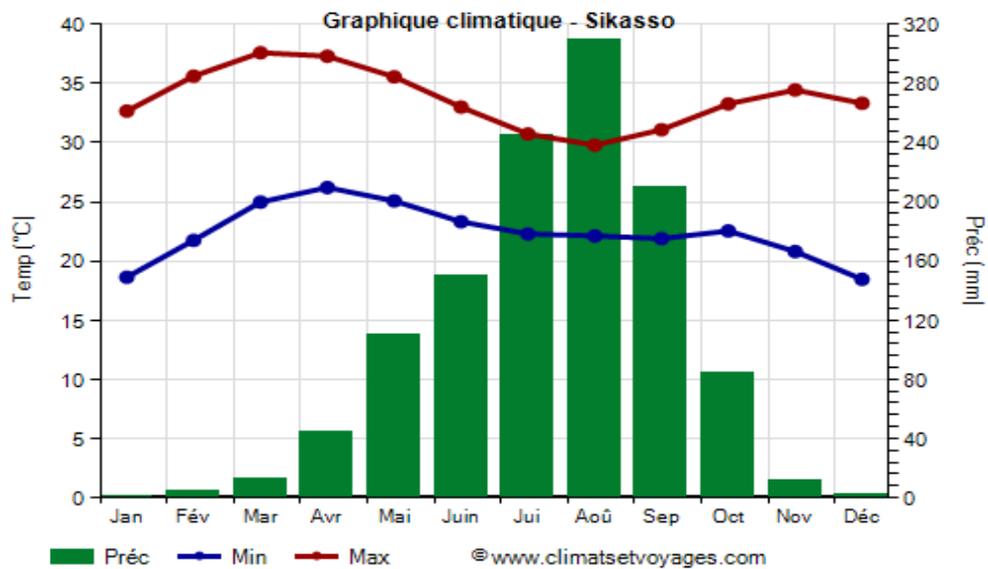


Figure 2 : histogramme climatique de la région de Sikasso

Annexe 2: Dispositifs d'irrigation goutte à goutte

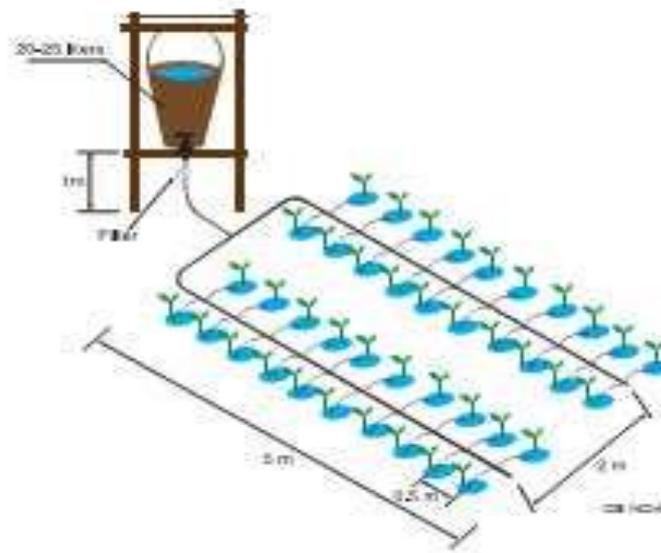


Figure 3: système basse pression à sceau

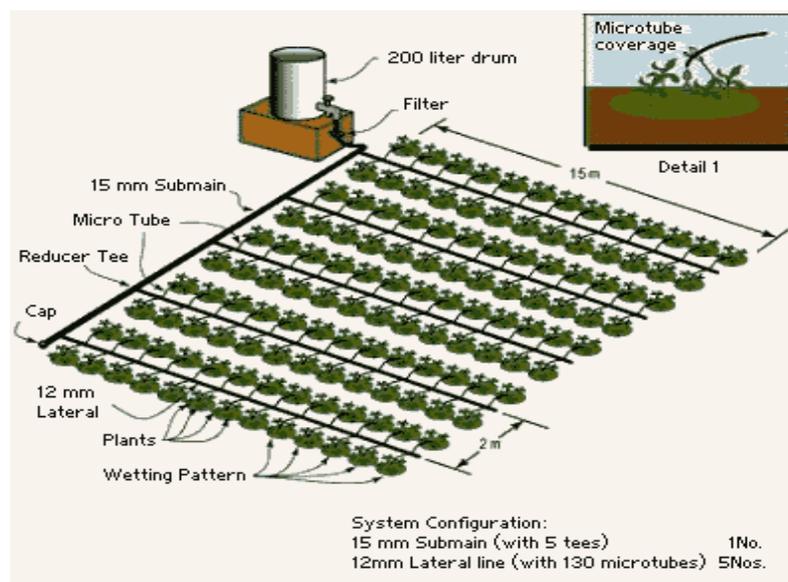


Figure 4: système basse pression à fût

Source : International Development Enterprises, drip system

Annexe 3: Irrigation par aspersion



Figure 5 : Dispositif d'aspersion

Annexe 4:



Figure 6 : irrigation gravitaire au Burkina Faso