

ÉVALUATION DE L'EFFICIENCE DES SYSTEMES D'IRRIGATION ET DES EXTRAITS VEGETAUX DANS LA PRODUCTION DE LA TOMATE A LA STATION DE KATIBOUGOU, MALI

Paara dit Mamadou DIALLO^{1*}, Sory DIALLO²,
Seydou DIALLO³ et Laya KANSAYE³

¹ Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou, Laboratoire d'hydrotechnique Koulikoro Mali

² Ecole Normale d'Enseignement Technique Professionnel, Université de Kabala, Laboratoire de caractérisation des matériaux et du sol Bamako, Mali

³ Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou, responsable du Laboratoire de protection des végétaux Koulikoro, Mali

(reçu le 23 Avril 2026; accepté le 28 Mai 2026)

* Correspondance, e-mail : mamadoup2005@yahoo.fr

RÉSUMÉ

L'agriculture constitue une activité essentielle pour les populations maliennes, mais elle demeure confrontée à des contraintes majeures, notamment l'insuffisance hydrique en saison sèche et les dégâts causés par les insectes ravageurs. L'usage intensif des intrants chimiques, bien que courant, a des méfaits sur l'homme et son environnement. Cependant, l'irrigation raisonnée et l'utilisation d'extraits de plantes apparaissent comme des alternatives durables pour la production de la tomate en saison sèche. Ainsi, la présente étude visait à identifier le système d'irrigation le mieux adapté à la production de la tomate biologique dans les conditions agro climatiques de Katibougou. Le dispositif expérimental utilisé est un bloc de Fisher complètement randomisé avec deux facteurs étudiés notamment les systèmes d'irrigation (californien, aspersion et goutte à goutte) et les extraits de plantes. Les résultats ont mis en évidence des différences très hautement significatives entre les volumes d'eau collectés par les différents systèmes d'irrigation ($P < 0,001$). Les besoins en eau de la tomate ont été évalués à 608,26 mm pour le système californien, 557,91 mm pour l'irrigation par aspersion et 224,26 mm pour le système goutte-à-goutte. Sur le plan entomologique, la formulation (F3) s'est avérée plus efficace que les autres traitements sur l'évolution du *Bemisia tabaci* avec un cumul de 22 individus/plant au niveau du système goutte à goutte, aussi le rendement le plus élevé (49,87 t/ha) a également été obtenu avec ce même système contre 20,27 t/ha sur le système californien.

Mots-clés : *Systèmes irrigation/ expérimentation, extrait de plante/ tomate/ Mali.*

ABSTRACT

Evaluation of the efficiency of irrigation systems and plant extracts in tomato production at the Katibougou station, Mali

Agriculture is an essential activity for the Malian population, but it continues to face major constraints, notably water scarcity during the dry season and damage caused by insect pests. The intensive use of chemical inputs, although common, has harmful effects on humans and the environment. However, judicious irrigation and the use of plant extracts appear to be sustainable alternatives for tomato production during the dry season. Thus, this study aimed to identify the irrigation system best suited to organic tomato production under the agro-climatic conditions of Katibougou. The experimental design used was a completely randomized Fisher block design with two factors studied: the irrigation systems (California, sprinkler, and drip) and the plant extracts. The results revealed highly significant differences between the volumes of water collected by the different irrigation systems ($P < 0.001$). The water requirements of the tomato were assessed at 608.26 mm for the Californian system, 557.91 mm for sprinkler irrigation, and 224.26 mm for the drip irrigation system. Entomologically, formulation (F3) proved more effective than the other treatments in controlling the development of *Bemisia tabaci*, with a cumulative population of 22 individuals per plant in the drip irrigation system. The highest yield (49.87 t/ha) was also obtained with this system, compared to 20.27 t/ha in the Californian system.

Keywords : *irrigation systems, experimentation, plant extract, tomato, Mali.*

I - INTRODUCTION

Le Mali comme tous les autres pays de la sous-région, a une économie basée sur l'Agriculture [1]. Les conditions climatiques étant de plus en plus défavorables, il est donc impératif de mener une bonne politique de maîtrise de l'eau pour les besoins de l'agriculture, afin de la rendre disponible en tout lieu et à tout moment [2]. Cependant, vu l'augmentation de la population au Mali avec un taux d'accroissement de 53,5 % de la population en milieu rural [3], ce secteur fait face à un certain nombre de difficultés dont l'accès aux facteurs de production, le faible niveau de mise en valeur des aménagements hydro-agricoles, la forte dépendance aux cultures pluviales et aux aléas climatiques, l'insuffisance des semences de qualité, l'inadéquation de la politique foncière, la dégradation et l'appauvrissement des sols, l'accès aux marchés et à la faible valorisation des produits exportés. Aussi, la stratégie d'assurance alimentaire constitue aujourd'hui le fondement de tous les

programmes et actions de développement du gouvernement. Cette stratégie alimentaire vise la réalisation de l'autosuffisance alimentaire qui implique la mise à la disposition des paysans de nouvelles technologies (de maîtrise de l'eau, de préservation d'écosystème, d'où une meilleure organisation des producteurs en vue de leur appropriation des techniques nouvelles) [4]. Koulikoro est une région agricole importante du Mali, où la production de tomates est essentielle pour la sécurité alimentaire et les revenus des agriculteurs. La saison sèche est caractérisée par un déficit hydrique, ce qui rend l'irrigation indispensable [5]. L'irrigation traditionnelle est souvent inefficace et peut entraîner un gaspillage d'eau, une salinisation des sols et une pollution des eaux. L'adoption de systèmes d'irrigation plus performants, tels que l'irrigation sous pression et californienne, est donc cruciale [6]. L'agriculture biologique est de plus en plus promue au Mali en raison de ses avantages environnementaux et sanitaires. Cependant, elle peut être confrontée à des défis en matière de rendement, notamment en saison sèche. L'optimisation de l'irrigation peut contribuer à améliorer la productivité de l'agriculture biologique [7]. L'objectif général de cet article est de proposer aux jardiniers un système d'irrigation économique. Plus spécifiquement, il s'agit de tester des systèmes d'irrigation modernes et traditionnels et d'évaluer leurs performances agronomiques, leurs coûts d'exploitation et leur consommation d'eau.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Caractéristiques et localisation géographique de la zone d'étude

L'essai a été implanté à la station de recherche de l'IPR/IFRA de Katibougou dans la région de Koulikoro. Le sol est de texture limono-sableux (sol moyen). elle est situé dans la zone agroécologique du fleuve Niger occidental, dans le bioclimat soudanien dans le terroir de Katibougou de la région de Koulikoro, il est caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 700 et 900 mm [8].

II-2. Matériel

II-2-1 Matériel technique

Le matériel hydraulique utilisé étaient constitués de tube à goutteur, tube PE, tube PVC, coude en T pour PVC, boîte à colle, bouchon, régulateur, jonction, coude mâle, coude femelle, filtre à tamis, poupée de filasse, compteur, panneau solaires, pompe, vanne etc. Nous avons utilisé un château d'eau de 3,0 m de hauteur et de contenu 20 mètres cubes d'eau, placé sur une plateforme de 10 m de hauteur. Réseau d'irrigation utilisé comprend : Une station de pompage reliant et le château d'eau et la station de tête à travers la tête morte ;

Une tête morte sur laquelle se trouve un sur- presseur juste après la rencontre du tuyau de refoulement du château d'eau et celui de la tête morte ;

- Une station de tête avec une vanne quarte de tour de deux pouces, une ventouse et un filtre à disques;
- Des tuyaux principaux en PE- HD de diamètre 50,0 mm traversant tout le périmètre ; soit un tuyau principal par systèmes au nombre de trois. La longueur du TP pour le système le plus éloigné est de 150,0 m ;
- Les porte-rampes en PE- HD de diamètre 32,0 mm pour la mini- aspersion et de 25,0 mm pour le goutte à goutte La longueur des deux porte- rampes pour le système mini- aspersion est de 11,0 m ; pour le système goutte à goutte et la californienne, leur portes- rampe a une longueur de 11,0 m ;

II-2-2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué d'une seule variété de la tomate Roma VF qui est caractérisé par Résistance au *Verticillium et Fusarium*, sensible à l'alternariose, flétrissement bactérien, à TYLCV, le nématode à galles et à la mouche blanche. Son rendement est estimé à 40T/ha, d'un cycle moyen variant de 120-160 et un poids moyen d'un fruit de 50 à 60 g [9]. La pépinière a reçu un apport de 600g de poudre de graines de neem et des résidus de quinoa soit 300g chacun. Avant la mise en place des cultures 30 kg de fumier bien décomposée ont été incorporées au sol dans chacune des planches de 15m² à l'aide de la daba.

II-2-3 Extraits de plantes utilisées

Trois extraits de plantes ont été utilisés en traitement foliaire. Ce sont les extraits aqueux de :

Azadirachta indica + *Hyptis spicigera* + *Leptadenia hastata* (F1) ;

Azadirachta indica + *Calatropis procera* + *Leptadenia hastata* (F2);

Azadirachta indica + *Cassia nigricans* + *Leptadenia hastata* (F3).

II-3. Méthodes

II-3-1. Préparation du terrain

Le terrain expérimental avant l'installation du kit d'irrigation avait d'abord été labouré à une profondeur d'environ 15 cm avec un tracteur. Nous avons ensuite procédé au concassage manuel des mottes de terre à l'aide de daba, ainsi que le nivellement, suivi enfin du piquetage.

II-3-2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher complètement randomisé avec deux facteurs étudiés : les systèmes d'irrigation et les biopesticides. Chaque facteur a trois modalités de variation, soit 3 traitements en 3 répétitions. La superficie totale de l'essai est de 527 m² (soit 17 m x 31 m) et celle des parcelles élémentaires est de 15,00 m² (soit 5,0 m x 3,0 m) chacune. Les parcelles élémentaires sont séparées par des allées de 0,5 m et les blocs par des allées de 1 m. En ce qui concerne les systèmes d'irrigation, les tranchées de 0,3m de largeur et 0,5 m de profondeur ont été réalisés pour enterrer les tubes PVC. En effet, nous avons réalisé une tranchée principale de 150 m et 03 secondaires de 11,00 m. Par la suite nous y avons installé 4 vannes dont une vanne par parcelle élémentaire et une sur la ligne principale entre le château et les blocs de parcelles. La **Figure (1)** présente le dispositif expérimental des systèmes d'irrigation.

PLAN DE MASSE

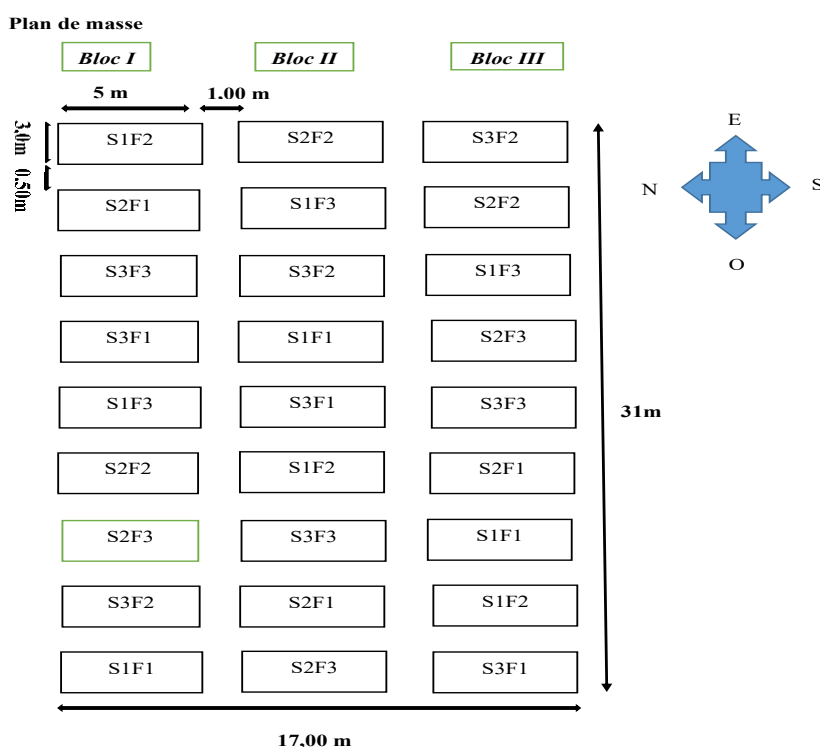


Figure 1: Plan de masse de l'essai

1 Légende des traitements

S1F1 = Californien + F1 ; S1F2 = Californien + F2 ; S1F3 = Californien + F3

S2F1 = Aspersión + F1 ; S2F2 = Aspersión + F2 ; S2F3 = Aspersión + F3

S3F1 = Goutte à goutte + F1 ; S3F2 = Goutte à goutte + F2 ; S3F3 = Goutte à goutte + F3

Figure 1 : Dispositif expérimental des systèmes d'irrigation

II-3-3. Mise en place des dispositifs d'irrigation

Il convient de noter qu'en avant de tous les systèmes d'irrigation des tuyaux en PVC ont été enterrés pour transporter l'eau du forage jusqu'aux extrémités de tous les systèmes d'irrigation où ils seront alimentés en eau. Le réseau d'irrigation a été configuré de manière identique pour les trois systèmes d'irrigation depuis la conduite primaire jusqu'à la conduite tertiaire.

- ***Irrigation au goutte à goutte***

Un château qui a servi de réservoir d'eau a été placé en tête des parcelles et à proximité des parcelles dudit système à une hauteur de 10 mètre au-dessus du sol pour créer une pression à l'intérieur des lignes des goutteurs. Puis, on connecte (grâce à un raccord taraudé) un tuyau principal au château pour amener l'eau au niveau des tuyaux secondaires ou rampe (tube polyéthylène de 25 mm de diamètre) en passant par un filtre à tamis (pour filtrer l'eau avant d'atteindre les lignes de goutteurs) et une vannet (pour ouvrir ou fermer le passage de l'eau selon les besoins). Enfin, on a ramifié les rampes (grâce à des raccords mâles et femelles de 16 mm de diamètre) aux tuyaux secondaires des lignes des goutteurs six par planche et 10 goutteurs sur chaque ligne sont distants de 50 cm) qui alimentent les plants de la tomate.

- ***Irrigation par aspersion***

Il s'agit d'un système adapté dans lequel le bout d'un tuyau plastique souple est communiqué à la conduite de refoulement de la pompe et l'autre bout attaché à une tête d'arrosoir pour disperser l'eau sous forme de pluie.

- ***Irrigation par californien***

Dans ce système californien, on a développé une irrigation de surface améliorée en utilisant des conduites PVC et en distribuant l'eau de manière contrôlée par gravité vers les parcelles. Le dispositif d'arrosage comprend une borne d'alimentation, un bassin de dissipation et un canal arroseur.

II-3-4. Mise en place de la tomate Roma VF

Pour chaque unité parcellaire on a six lignes de tomate distantes de 0,5 m. sur la même ligne, les poquets sont distants aussi de 0,5 soit une densité de : 0,5 m x 0,5 m. la distance entre bordure et ligne est de 0,25 m.

- ***Entretien et fertilisation***

L'irrigation est faite quotidiennement pendant la phase de semis. Pour les secondes et troisièmes phases, elle se fait tous les deux jours et enfin pour la dernière phase, on irrigue selon une fréquence de trois jours. Le traitement a été réalisé avec un pulvérisateur à dos et par épandage manuel. Les produits utilisés sont constitués des engrais organique (fumure organique), ainsi que les extraits de plantes.

II-3-5. Méthode de collecte des données

- ***Détermination l'efficience d'uniformité d'arrosage des systèmes d'irrigation***

Les mesures ont été effectuées à trois périodes différentes pendant le fonctionnement des systèmes d'irrigation. Il s'agissait de mesurer la quantité d'eau collectée en fonction de la durée de fonctionnement du système. La première mesure de volume d'eau a été réalisée après repiquage (7 jours) puis la deuxième mesure un mois après repiquage (30 jours) et celle de la troisième mesure a été réalisée deux mois après repiquage (60 jours).

- ***Evaluation de la variation de la quantité d'eau en fonction du temps***

Cette évaluation a été réalisée sur trois périodes différentes pendant le fonctionnement du système. Il consistait à mesurer les volumes d'eau collectée en fonction du temps de fonctionnement des systèmes. La première collecte de volume d'eau qui a été réalisée juste après repiquage 7 jours puis la seconde un mois après 30 jours et la troisième deux mois après repiquage du système 60 jours.

- ***Variation du débit du château***

Le débit délivré par le château a été évalué à travers le compteur volumétrique principal installé en tête de réseau sur 10 heures de fonctionnement du système. La méthode d'évaluation a consisté à remplir le château d'eau à partir d'une station de pompage d'exhaure immergée, reliant le forage et le réservoir. Cette opération a permis de mesurer le débit réel et le temps de remplissage. Des relevées de pression ont été effectuées au refoulement pour identifier la perte de charge dans la canalisation de liaison.

- ***Observation entomologique***

Les observations entomologiques ont débuté 17 jours après le repiquage et se faisaient une fois par semaine entre 6 h 30 à 8h au cours desquelles nous identifions tous les insectes en déterminant le nombre d'individus par plant, leur ordre, leur famille, leur genre, et leur espèce si possible ainsi que la localisation des dégâts sur les organes de la plante du sommet au collet en passant par tous les organes végétatifs. Ces observations étaient portées sur les 9 plants marqués.

- ***Evaluation du rendement***

La récolte étant échelonnée, le comptage et la pesée des fruits ont été effectués au fur et à mesure. Le rendement des fruits a été évalués par traitement. Cette évaluation a porté sur l'ensemble des plants de chaque surface utile, par traitement et par bloc. Tous les plants se trouvant dans les carrés d'observation (sans les lignes de bordure) ont été récoltés, mis en tas, comptés, puis pesés par la suite à l'aide d'une balance pour déterminer le poids brut de la récolte pour chaque traitement. Les poids bruts obtenus par traitement (surface utile) ont

été ensuite extrapolés à l'hectare pour déterminer le rendement net. Le calcul du rendement en T/ha a été faite à partir du poids (kg) des tomates récoltées en utilisant la **Formule** suivante :

$$\text{Rendement (T/ha)} = \frac{\text{Poids (kg)} * 10000 \text{ m}^2}{1000 \text{ Kg} * \text{Superficie emblavée (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

II-3-6. Traitement des données

Les données ont été collectées sur le terrain à l'aide des fiches d'observations, saisies à travers le logiciel Excel, puis transportées vers le logiciel GenStat (12ème édition) pour la comparaison des moyennes et l'analyse des variances.

III - RÉSULTATS

L'expérimentation a permis d'obtenir des résultats qui soulèvent d'importantes remarques sur le comportement des différents systèmes d'irrigation vis-à-vis de leur utilisation d'eau et des conditions qu'ils offrent aux cultures.

III-1. Besoin mensuel en eau de la tomate en fonction des systèmes d'irrigation

Le besoin en eau de la tomate est évalué durant la saison sèche froide (octobre à février). Ainsi, la période de pointe en termes de besoins en eau agricole pour les trois systèmes d'irrigation est décembre-janvier. Ces résultats montrent que les besoins en eau varient selon les stades de végétation ainsi que les techniques d'irrigation. Le système d'irrigation californien nécessite plus d'eau avec des besoins saisonniers de **608,26 mm** pour la tomate, ensuite vient le système par aspersion qui demande une quantité d'eau **557,91 mm** pour la tomate, et le système goutte-à-goutte utilise moins d'eau avec **224,26 mm** pour la tomate. Cela est dû aux coefficients culturaux et les efficacités globales des systèmes d'irrigation. (**Figure 2**) résume l'évolution des besoins mensuel en eau de la tomate.

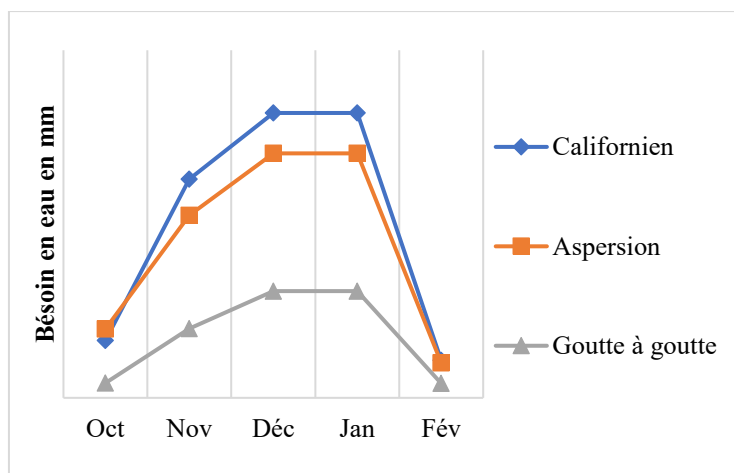


Figure 2 : *Évolution des besoins mensuel en eau de la tomate en fonction des systèmes*

III-2. Uniformité de la distribution de l'eau

Les résultats de l'homogénéité de distribution de l'eau par rapport aux émetteurs des différents systèmes d'irrigation sont présentés dans la **Figure 2**. Cette **Figure** présente les quantités d'eau pendant le fonctionnement de tous les systèmes (toutes les rampes sont ouvertes). Il ressort que les quantités d'eau recueillies par les émetteurs des systèmes concernées à partir du 30^{ème} jour après repiquage des systèmes sont statistiquement différentes. Donc il existe une variation hautement significative entre les quantités d'eau collectées au niveau des émetteurs des 3 systèmes. La plus petite valeur 410,3 ml s'observe au niveau des goutteurs et la plus grande valeur 610 ml au niveau du système californien. Quant aux collectes 7^{ème} et 60^{ème} jour après repiquage, les données révèlent que les variations entre les quantités d'eau émises pour les trois périodes de collecte dans les systèmes sont hautement significatives ($P < 0,05$). Le goutte à goutte assure une répartition plus homogène de l'eau (95 %), réduisant les pertes et améliorant l'efficacité. Ce qui atteste de l'homogénéité de répartition de l'eau dans les systèmes (**Figure 3**).

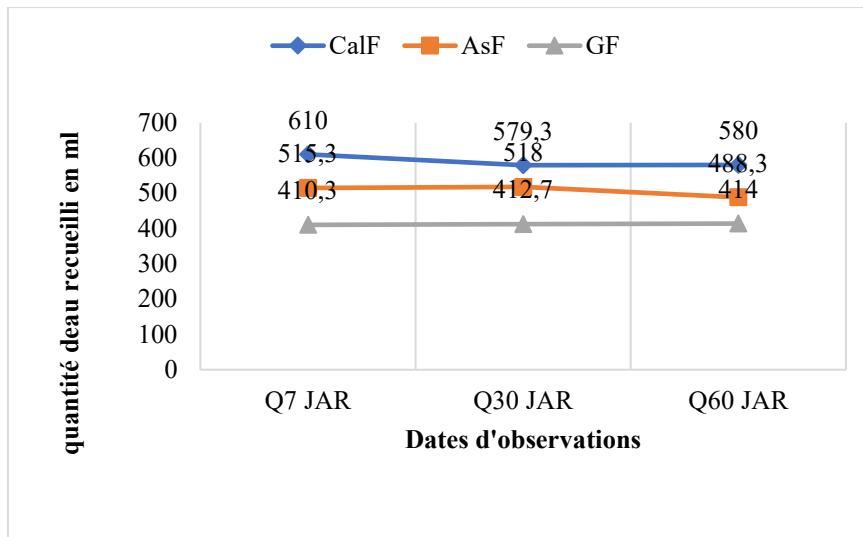


Figure 3 : Évolution de l'uniformité de la distribution d'eau dans la parcelle

*Remarque : Q7JAR : Quantité d'eau collecté le 7^{ème} jour après repiquage;
Q30 JAR : Quantité d'eau collecté le 30^{ème} jour après repiquage; Q60 JAR :
Quantité d'eau collecté le 60^{ème} jour après repiquage.*

- **Efficienne d'uniformité des systèmes d'irrigation**

Coefficients d'uniformité de systèmes d'irrigation

Est une mesure cruciale de l'efficacité des systèmes d'irrigation. Il indique à quel point l'eau est répartie de manière homogène sur la surface irriguée. Efficience d'uniformité de systèmes d'irrigation goutte à goutte est 95% : excellent, très bonne uniformité, peu de gaspillage. Efficience d'uniformité de systèmes d'irrigation par aspersion est 90% : bon résultat, bonne uniformité. Efficience d'uniformité de systèmes d'irrigation californien est 88% : l'uniformité est acceptable. (**Figure 4**) présente l'efficience d'uniformité des systèmes.

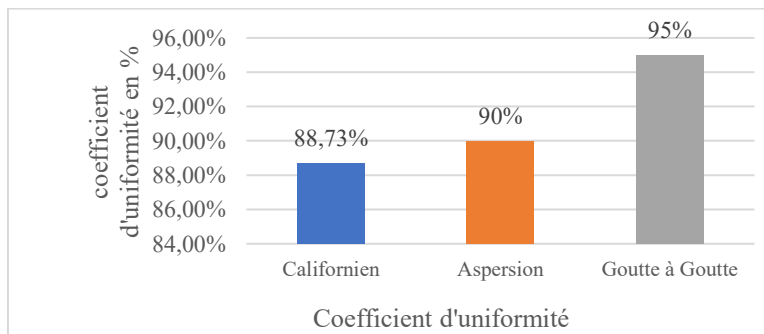


Figure 4 : Efficience d'uniformité des systèmes d'irrigation

III-3. Effet des systèmes d'irrigation et biopesticide sur les composantes du rendement en fonction des systèmes d'irrigation

- **Rendement des plants en t/ha**

L'Analyse de variance des données sur le nombre total des fruits récolte plant des systèmes d'irrigation et biopesticide a décelé une différence hautement significative entre les traitements mises en compétition avec une probabilité de 0,001. C'est le traitement S3F3 qui à enregistre le plus grand rendement avec un rendement moyenne de 49,87 t/ha et le traitement le plus petit rendement a été obtenu au niveau du traitement S1F1 qui est 20,27 t/ha. (**Figure 5**) présente le rendement moyen des plants en t/ha.

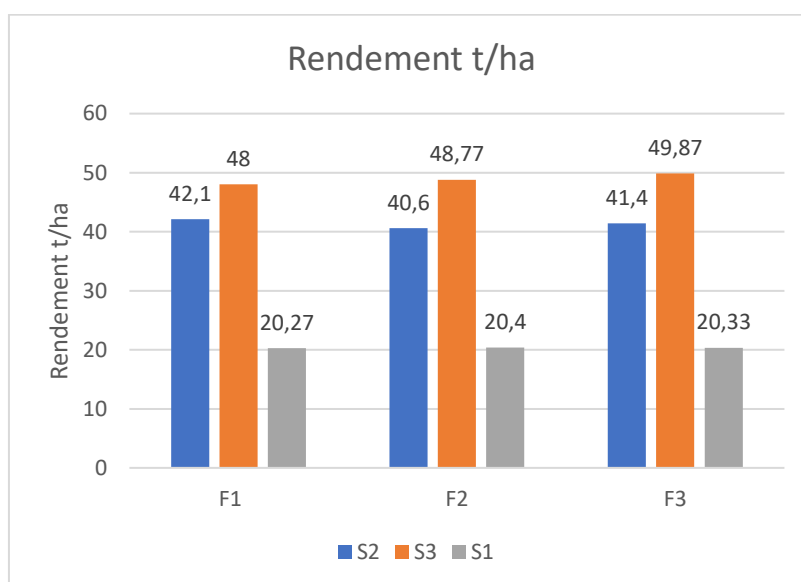


Figure 5 : Rendement moyen des plants en t/ha

Légende des traitements :

S1F1 = Californien + F1 ; S1F2 = Californien + F2 ; S1F3 = Californien + F3
 S2F1 = Aspersions + F1 ; S2F2 = Aspersions + F2 ; S2F3 = Aspersions + F3 ;
 S3F1 = Goutte à goutte + F1 ; S3F2 = Goutte à goutte + F2 ; S3F3 = Goutte à goutte + F3
 F1: *Azadirachta indica* + *Hyptis spicigera* + *leptadenia hastata* ;
 F2 *Azadirachta indica* + *Calatropis procera* + *leptadenia hastata* ;
 F3 : *Azadirachta indica* + *Cassia nigricans* + *leptadenia hastata*.

- **Evolution des arthropodes sur la tomate**

Evolution des populations des *Bemisia tabaci*

A travers nos observations et la (**Figure 6**) ci-dessous on constate que les *Bemisia tabaci* ont été présent au niveau des différents traitements californien,

aspersion, et goutte à goutte dès le premier jour des observations soit 23^{ème} JAR avec une densité moyenne respectivement de 15, 12,67, 12,33, 11,33, 12,67, 11,67, 7,33, 7,67 et 8,67 individus/plant. Les populations ont connu une légère diminution au cours de la 2^{ème} et 3^{ème} date d'observation au 30^{ème} et au 37^{ème} JAR et le plus petit nombre a été enregistré au niveau de traitement goutte à goutte F3 avec une densité moyenne de 4 individus/plant et le traitement californien F1 a enregistré le plus grand nombre insectes soit 10 individus/plant. Au 44^{ème} JAR on constate une diminution progressive de la population des *Bemisia* jusqu'à être nul sur tous les traitements. L'analyse de variance (ANOVA) nous a montré une différence hautement significative entre les différentes dates d'observations avec $P = 0,001 < \alpha = 0,05$ avec le test de Newman et Keuls. (Figure 6) présente l'évolution des populations de *Bemisia tabaci*.

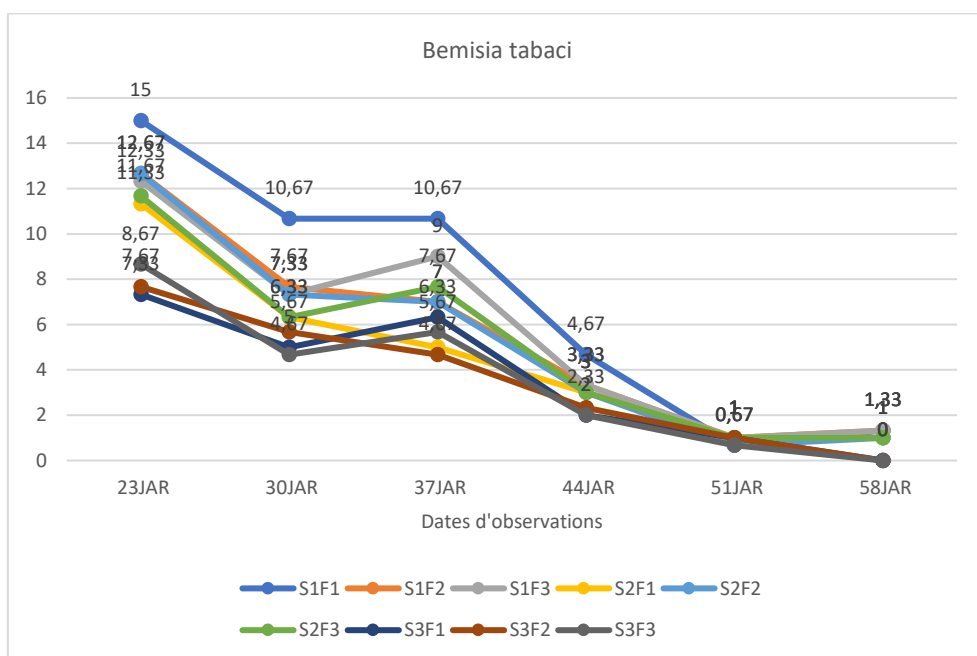


Figure 6 : Évolution des populations de *Bemisia tabaci*

Légende des traitements :

S1F1 = Californien + F1 ; S1F2 = Californien + F2 ; S1F3 = Californien + F3
 S2F1 = Aspersion + F1 ; S2F2 = Aspersion + F2 ; S2F3 = Aspersion + F3 ;
 S3F1 = Goutte à goutte + F1 ; S3F2 = Goutte à goutte + F2 ; S3F3 = Goutte à goutte + F3

F1: *Azadirachta indica* + *Hyptis spicigera* + *leptadenia hastata* ;

F2 *Azadirachta indica* + *Calatropis procera* + *leptadenia hastata* ; F3 :

Azadirachta indica + *Cassia nigricans* + *leptadenia hastata*.

III-4. Analyse comparative des trois systèmes d'irrigation

- **Choix du système le plus avantageux**

Le résultat d'analyse a montré que le système d'irrigation goutte à goutte est le choix privilégié pour les producteurs de Katibougou tableau. Après ce système, se positionne le système d'aspersion dont les scores sont meilleurs d'un point de vue efficience d'eau mais son coût à l'hectare est élevé. Le système californien vient en dernière position avec un coût à l'hectare relativement faible mais sa consommation journalière élevée en eau réduit considérablement sa performance face aux deux autres systèmes d'irrigation. **(Tableau 1)** présente la matrice d'évaluation des systèmes.

Tableau 1 : Matrice d'évaluation des systèmes d'irrigation

	Système Californien					Système aspersion					Système goutte à goutte				
Indicateur	Très fort	fort	moyen	faible	score	Très fort	fore	moyen	faible	score	Très fort	fort	moyen	faible	score
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
Fréquence de maintenance du réseau			3		3		2			2					2
Besoins en eau	1				1			3		3				4	4
Débit d'équipement	1				1			3		3			3		3
Débit total du réseau	1				1			3		3				4	4
Coût à l'hectare				4	4			3		3			3		3
Besoin en main d'œuvre		2			2			4		4				4	4
Rendement			3		3			3		3				4	4
Totaux					16					21					24

IV - DISCUSSION

IV-1. Uniformité des systèmes d'irrigation

En évaluant l'uniformité de la distribution de l'eau par les émetteurs et des arroseurs a permis, des variations significatives de la quantité d'eau collectée le 30^{ème} jour après l'installation des systèmes d'irrigation pour la collecte par rampe. Ces variations peuvent s'expliquer par une légère obstruction (colmatage) des émetteurs et goutteurs suite aux sarclages effectués. Ces sarclages sont également souvent à l'origine du débranchement de certaines conduites d'égouttement. De plus, des fuites ont été constatées sur certaines rampes durant cette période. Ces résultats concordent avec ceux des fabricants des goutteurs utilisés [10], qui affirment que le pH de l'eau, les impuretés, ou certaines caractéristiques techniques du système entraînent la création de dépôts.

IV-2. Performances agronomiques

Cette étude montre que les maraîchers de Katibougou peuvent cultiver la tomate en utilisant le système irrigation goutte à goutte avec les biopesticides (G à G) perdent moins d'eau que les systèmes par aspersion avec les biopesticides (20 %) et les systèmes d'irrigation californiens avec biopesticide (30 % à 40 %) [11]. De plus, l'efficacité du système goutte à goutte a été confirmée par plusieurs auteurs [12, 13], mais son inconvénient est qu'il ne peut pas du tout gérer l'eau comme les arroseurs [11]. Pour la culture de tomates, le système goutte à goutte avec biopesticide a montré un bon rendement 26,31 t/ha, suivi du système aspersion avec biopesticide 24,93 t/ha ensuite le système californien avec biopesticide 23,54 t/ha. Sur le plan entomologique, les populations des *Bemisia tabaci* ont été bien contrôlées par l'assemble des formulations utilisées avec les densités de 0 à 1 par plant et souvent par endroit. mais différents de ceux obtenus par [14] qui a travaillé sur l'aubergine africaine avec une forte présence des insectes (14,7) pour la culture non traitée (T₀) contre celle traitée avec le piment et les feuilles de Neem soit respectivement 8,08 et 8,5 individus. Cela peut s'expliquer soit par la dose de produit utilisée ou la qualité des ingrédients ou encore la mauvaise pratique des biopesticides. Ces résultats corroborent les études effectuées sur les plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest par [15] avec 9,5 t/ha, 9,15 t/ha et 7,5 t/ha contre 5,35 t/ha enregistré chez le témoin..

IV-3. Système d'irrigation le plus approprié pour la production de la tomate

Le système de goutte à goutte est le plus avantageux pour la production biologique de la tomate, car il maximise l'efficacité de l'eau et des nutriments, limite les maladies, et respecte les principes de durabilité de l'agriculture biologique.

V - CONCLUSION

Au terme de cette recherche sur la pratique des systèmes d'irrigation sous pression et système californien dans la production biologique de la tomate dans les conditions agro- climatiques de l'IPR/IFRA de Katibougou. Une approche intégrée combinant une gestion efficace de l'eau et l'utilisation des extraits des plantes est essentielle pour garantir une production respectueuse de l'environnement. Ainsi les résultats obtenus ont permis de vérifier l'hypothèse de la recherche selon laquelle la production biologique de la tomate de variété Roma VF irriguée au goutte-à-goutte favorise l'augmentation du rendement et une meilleure qualité des fruits, tout en optimisant la consommation d'eau, comparativement à l'irrigation par aspersion et californien. A l'issue de ces travaux de recherche, nous avons obtenus quelques résultats saillants : L'analyse de la période de production a montré que les besoins en eau de la culture s'élèvent à 608,26 mm, 557,91 mm, et 224,26 mm respectivement pour le traitement système californien F1, aspersion F2 et goutte à goutte F3. Ces résultats montrent que les besoins en eau varient selon les stades de végétation ainsi que les techniques d'irrigation. Quant aux observations entomologiques les analyses ont montré une différence hautement significative entre les traitements au niveau de *Bemisia tabaci*. Concernant le rendement le plus grand a été observé sur le traitement S3F3 avec 49,87 t/ha et le S1F1 a fourni le plus faible rendement avec 20,27 t/ha. Au regard de ces résultats obtenus l'usage des biopesticides extrait de plante pourrait être une alternative intéressant à l'utilisation des pesticides chimiques. Il serait donc souhaitable de promouvoir le développement de l'irrigation par le système goutte à goutte dans la zone, qui a non seulement un haut rendement agricole, mais aussi et surtout, permet d'économiser l'eau dans un contexte sahélien où cette ressource reste un facteur limitant dans le domaine de l'irrigation. Cela permettra, d'assurer un suivi phytosanitaire permanent au niveau du système d'irrigation goutte à goutte, afin d'avoir un rendement agricole spectaculaire.

RÉFÉRENCES

- [1] F. BRONDEAU, « Agro-business et développement dans la région de l'Office du Niger (Mali) », *Insaniyat Rev. Algér. Anthropol. Sci. Soc.*, N° 51-52, Art. N° 51-52, (juin 2011), doi: 10.4000/insaniyat.12659
-
- [2] A. GEORGE, « Analyse juridique des conditions d'accès à l'eau douce en zone côtière : la gestion et l'utilisation de l'eau dans le bassin de la Charente », (janv. 2009), Consulté le: 25 juillet 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00071/18213/>
-
- [3] M. SOUMARÉ et M. HAVARD, « SOUMARÉ, M., & HAVARD, M. (2019). Les zones cotonnières africaines: Dynamiques et durabilité. Actes du colloque de Bamako, 21 au 23 novembre 2017. Edis. », Bamako, (2019)
-
- [4] F. ARDILLIER-CARRAS, « La maîtrise de l'eau pour l'agriculture en Limousin. Un exemple de gestion de la ressource en moyenne montagne océanique », *Norois Environ. Aménage. Société*, n° 210, Art. n° 210, (mars 2009), doi: 10.4000/norois.2746
-
- [5] P. JACQUEMOT, « De l'insécurité à la souveraineté alimentaire en Afrique », Willagri-UM6P, oct. 2023. Consulté le: 24 février 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal.science/hal-04314189>
-
- [6] S. BOUARFA, F. BRELLE, et C. COULON, Éd., *Quelles agricultures irriguées demain: Répondre aux enjeux de la sécurité alimentaire et du développement durable*. éditions Quae, (2020). doi: 10.35690/978-2-7592-3133-1
-
- [7] S. ABRIC *et al.*, « Capitalization of experiences on the development of small scale irrigation for high value crops in Western Africa Final Report », (2010)
-
- [8] S. DIAKITE, « Influence de l'écimage sur la gestion de la production et des déprédateurs de deux variétés de tomate dans les conditions agro-bioécologiques de l'IPR/IFRA de Katibougou. Koulikoro. », (2022)
-
- [9] CNS, « Catalogue National des Espece et Variété Végétales (CNEV). Deuxieme Edition », (2021) 307 p.
-
- [10] NETAFIM, « leader mondial de la micro-irrigation et de la gestion de l'eau ». Consulté le: 21 avril 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://agrifournitures.fr/391_netafim
-
- [11] BERGERON, « Les systèmes d'irrigation : des investissements qui rapportent | Légumes de champ - Agri-Réseau | Documents », Agri-Réseau. Consulté le: 28 novembre 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.agrireseau.net/legumeschamp/documents/85166>
-
- [12] C. P. CASWELL, *A Study of Thumos in Early Greek Poetry*. BRILL, (1990)
-

- [13] L. ZELLA et D. SMADHI, « Evolution de l'irrigation », *LARHYSS J. P-*
- *ISSN 1112-3680E-ISSN 2521-9782*, N° 6 (2007)
- [14] SAMAKE, « « Effets des extraits des plantes pesticides sur la production
- de l'aubergine Africaine (*Solanum aethiopicum*) dans les conditions
agro-bio-écologiques de l'IPR/IFRA de Katibougou.»
Koulikoro/Mali, », (2022)
- [15] B. A. KONE, « « Effet de l'application édaphique de trois biopesticides
- sur la dynamique des ravageurs et de la production de l'aubergine
Africaine (*Solanum aethiopicum*) dans les conditions agro bio
écologique de Katibougou.» Koulikoro. », (2022)