

EVALUATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION DES CULTURES DE *Abelmoschus esculentus* (L.) MOENCH ET *Cucumis sativus* L. SUR LE SITE MARAÎCHER DE BOUGOUM, AU 5^{ème} ARRONDISSEMENT DE NIAMEY (NIGER, AFRIQUE DE L'OUEST)

O. HAMA^{1*}, M. M. ADAMOU², M. BARAGE³

¹Département des Productions Végétales et de l'Irrigation, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Tahoua, BP. 255, Tahoua NIGER. Email : oumahama@gmail.com / Tel. 0022796147219

²Département de Génie Rural et Eaux et Forêts, Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni de Niamey, B.P. 10960, Niamey Niger

³Département des Productions Végétales, Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, BP. 10960, Niamey Niger

* Auteur de correspondance : oumahama@gmail.com

RESUME

Les rendements de deux espèces de cultures maraîchères, à savoir le gombo (*Abelmoschus esculentus*) et le concombre (*Cucumis sativus*) ont été évalués selon quatre systèmes d'irrigation sur les sites maraîchers de Bougoum, à l'Ouest du Niger. Ainsi, les rendements moyens (T/ha) de la production du gombo par le système Traditionnel est le plus élevé (15,1 T/ha), suivi du système Jardin Tropical Africain (14,72 T/ha), ensuite par le système Goutte à Goutte (14,21 T/ha), puis le système par aspersion (8,38 T/ha). Ce dernier est le seul à ne pas donner un résultat comparable à ceux obtenus par la fédération des coopératives maraîchères du Niger (FCMN) qui est de l'ordre de 14 à 30 T/ha. Pour la culture du concombre, l'aspersion et le traditionnel ont donné des résultats satisfaisants, comparables aux résultats de la FCMN (30 à 80 T/ha) et dont les valeurs respectives sont 47,13 T/ha et 47,43 T/ha. Pour les systèmes Goutte à Goutte on obtient des faibles résultats qui pourraient être expliqués d'une part par les dégâts des vers de terre qui ont vidé le contenu des graines semées et d'autres parts l'effet de la chaleur sur les plantules.

Mots-clés : irrigation, maraîchage, Bougoum, Niger, Afrique de l'Ouest.

ABSTRACT

EVALUATION OF IRRIGATION SYSTEMS ABELMOSCHUS ESCULENTUS (L.) MOENCH AND CUCUMIS SATIVUS L. CULTURES ON SITE GARDENER FROM BOUGOUM, THE 5TH DISTRICT OF NIAMEY (NIGER, WEST AFRICA)

*Yields of two species of vegetable crops, namely okra (*Abelmoschus esculentus*) and cucumber (*Cucumis sativus*) were investigated using four irrigation systems on the vegetable production sites of Bougoum, west of Niger. Thus, average yields (t/ha) production okra by the traditional system is found to be the highest (15.1 t/ha), followed by the system Jardin Tropical Africa (14.72 t/ha), followed by the Drip system (14.21 t/ha), and the sprinkler system (8.38 t/ha). The latter yielded results that cannot be compared to those obtained by the Federation of vegetable production cooperatives in Niger (FVPCN), which is estimated from 14 to 30 t/ha. Regarding the cultivation of cucumber, sprinkling and traditional yielded respectively 47.13 t/ha and 47.43 t/ha which are satisfactory results comparable to the results of FVPCN (from 30 to 80 t/ha. Finally, the Drip Drip systems yielded poor results, which could be explained not only by the damage of earthworms emptying the contents of the sown seeds, but also the heat effect on seedlings.*

Keywords : irrigation, vegetable production, Bougoum, Niger, West Africa

INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest, l'agriculture constitue la principale activité socio-économique et elle permet de lutter contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire (Abric & Sonou, 2010).

Au Niger, les perspectives de la sécurité alimentaire suscitent des vives préoccupations (FAO, 2005). Ainsi, le pays est soumis à des aléas climatiques tels que les sécheresses récurrentes, les déficits et irrégularités pluviométriques, ainsi que la pression démographique galopante entraînant une dégradation de l'environnement (Boubacar, 2006). Les caprices climatiques font que l'agriculture pluviale est caractérisée par une faible production.

Le maraîchage constitue la forme d'agriculture irriguée la plus rencontrée et complète l'agriculture pluviale en fournissant des légumes frais, générant ainsi un revenu important aux producteurs, grâce à une forte demande de la population urbaine (Oumarou, 2008). Dans ce contexte, il est clair que l'irrigation peut jouer un rôle important dans l'augmentation et la stabilisation de la production alimentaire qui représente un des points importants de la stratégie du gouvernement dans le développement rural. Cependant, de nombreux obstacles, tels que les ressources en eau souterraines et superficielles, freinent l'expansion de l'irrigation. Aussi, même dans les milieux où on est certain que les ressources hydriques soient substantielles, il arrive que les conditions (topographie, sols, infrastructures) ne soient pas propices au développement de l'irrigation. Par ailleurs, l'épuisement et la pollution des ressources limitées en eau et les pressions concurrentes exercées sur ces dernières limitent les possibilités d'extension de l'irrigation.

Cependant, ces problèmes ne suffisent pas pour expliquer l'échec des efforts déployés jusque-là pour exploiter le potentiel d'irrigation au Niger. Ainsi, les résultats décevants des initiatives mises en œuvre dans le passé pour développer l'irrigation semblent davantage imputables à des défaillances aux niveaux de la stratégie et de la mise en œuvre qu'à des obstacles réellement insurmontables (ANPIP, 2005). Ainsi, en raison des rendements élevés qu'elle est susceptible de procurer, l'irrigation doit nécessairement être épaulée par des

techniques culturelles appropriées telles que le matériel végétal sélectionné, la fumure, ainsi que les traitements phytosanitaires à temps (Rebour et Deloye, 1971).

Cet article a pour objectif général de proposer aux producteurs maraîchers un dispositif d'irrigation économiquement rentable. Les objectifs spécifiques visent à tester les systèmes d'irrigations moderne et traditionnelle ; et évaluer les performances agronomiques des systèmes d'irrigation et les charges d'exploitation ainsi que des consommations en eau.

CADRE D'ETUDE

Cette étude a été conduite sur le site maraîcher de Bougoum, situé à environ 20 km de la ville de Niamey sur la route nationale n°1 qui relie Niamey et Ouagadougou (13°26'05" Nord ; 01°59'13" Est) (Adamou, 2011). Il est limité à l'Est par les villages de Bibia et Hogolé, à l'Ouest par Tchongaré et Gosgorou, au Nord par Yawaré et Karel et au Sud par Goroua et Gnagoumaré.

Le climat est de type sahélo-soudanien tropical sec caractérisé par de fortes amplitudes thermiques (49°C en avril ; 15°C en décembre), avec une pluviométrie annuelle relativement moyenne (500 mm) mais surtout mal répartie dans le temps et dans l'espace.

La végétation est fonction de la pluviométrie et est dominée par des fourrés à Combrétacées, désignés « brousse tigrée » (Clos-Arseduc, 1956) sur les plateaux latéritiques (Ambouta, 1984). Cependant, depuis quelques décennies, on note une dégradation accélérée du couvert végétal du fait notamment de la variabilité climatique et des pressions anthropiques. De nos jours, la flore est réduite à quelques espèces telles que *Balanites aegyptiaca*, *Faidherbia albida*, *Hyphaene thebaica*, *Adansonia digitata*, *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *C. glutinosum*, *Acacia nilotica* et *Ziziphus mauritiana*.

Trois (3) unités morphologiques se distinguent en fonction de leur dominance dans la zone (Rahina, 2011). Il s'agit des sols sableux qui dominent et où la culture du mil est pratiquée ; les sols latéritiques au flanc des collines et les sols sablo-argileux à argileux le long des bas-fonds qui servent des cultures maraîchères.

Deux types de cultures prédominent dans la

zone à savoir les cultures pluviales et les cultures irriguées où le gombo (*Abelmoschus esculentus*) et le concombre (*Cucumis sativus*)

constituent les principales espèces cultivées. La figure 1 illustre la situation géographique du site d'étude.

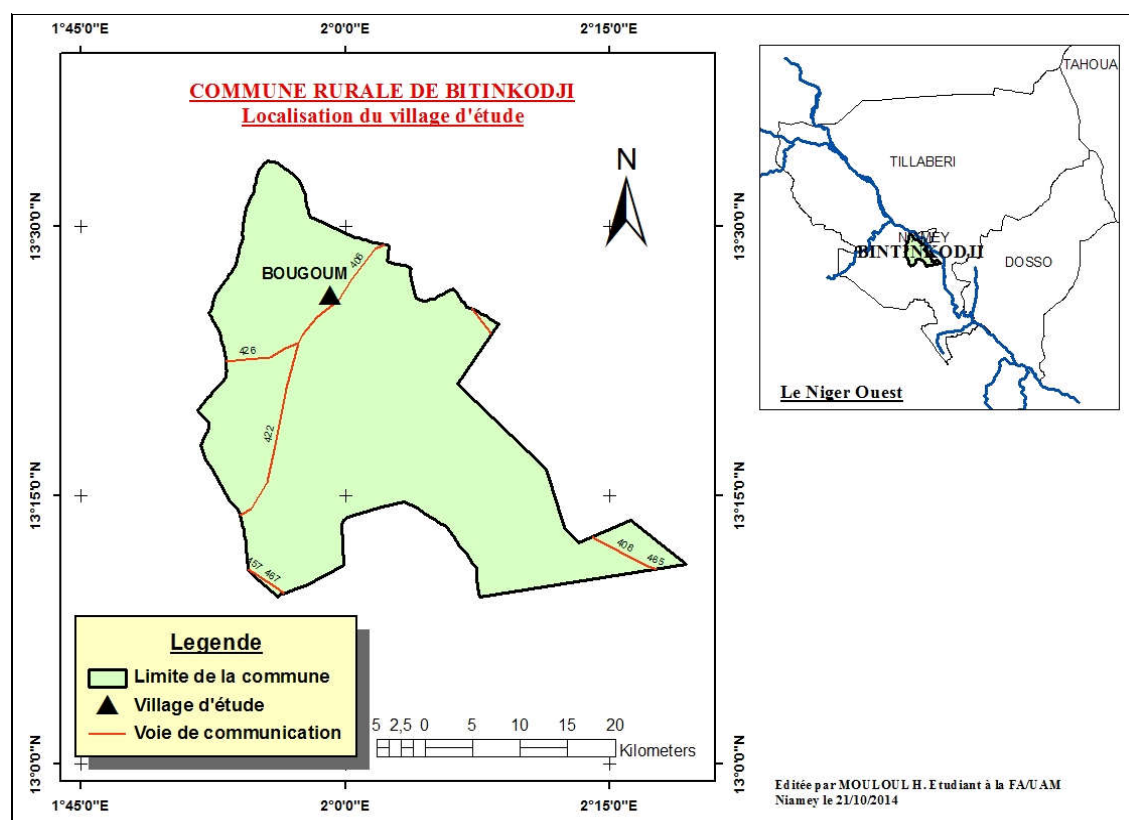


Figure 1 : Situation géographique du site d'étude
Geographical location of the study site

MATERIEL ET METHODES

Le matériel biologique utilisé pour tester les différents systèmes d'irrigation est constitué de *Abelmoschus esculentus* (gombo), une variété originaire de la République Centrafricaine et *Cucumis sativus* (concombre), une variété *poinsett*, originaire de l'Inde.

Le matériel technique était constitué des râteliers pour le nettoyage des parcelles ; un mètre ruban pour les mesures de la taille et diamètre des plants et fruits au cours du cycle végétatif et une caméra digitale pour la prise des photos. Une boîte trouée tout autour pour la collecte des insectes ravageurs des cultures et deux autres contenants de l'alcool dilué pour leur conservation pour l'identification ; deux tonneaux de 200 l qui ont servi de réservoirs d'eau respectivement pour le goutte à goutte simple et le goutte à goutte avec voile (celui du

Jardin Tropical Africain (J.T.A)) ; des tuyaux PVC enterrés (californien) pour la conduite d'eau du puits jusqu'au bout des différents systèmes et pour le remplissage des tonneaux lors de l'irrigation ; des rampes (tuyau de 25 mm de diamètre) pour amener l'eau du tonneau (G à G simple) jusqu'aux lignes de goutteurs ; des lignes de goutteur (tuyaux de 6 mm de diamètre et dont les goutteurs sont espacés de 30 cm) pour amener l'eau du rampe jusqu'aux pieds des plants ; des fers de 6 mm pour maintenir les voiles au-dessus des parcelles du J.T.A (5 fers de 2 m 30 par parcelle de 12 m²) ; des voiles de 15 m x 2 pour couvrir chaque parcelle du J.T.A ; un pulvérisateur à dos pour les traitements phytosanitaires ; des bidons de 20 et 25 l dont le dessus est coupé pour les apports des matières organique et minérale ; des tuyaux plastiques souples pour l'irrigation par aspersion et une balance pour la détermination du poids des matières organique et minérale apportées.

Le matériel chimique est constitué de la fumure organique épandue le 20^e et 70^e jour après le semis et en raison de 16666,67 kg / 12 m² ; d'urée épandue le 30^e jour après le semis en raison de 20 kg / ha et le NPK (15-15-15) épandu les 60^{ème} et 90^{ème} jours après le semis à la même dose. Les pesticides utilisés pour lutter contre les ennemis des cultures sont : le DD force pulvérisé, afin d'éliminer les larves des criquets qui attaquent les plantules au stade de levée (20,83 l / ha pour 6 litres d'eau) ; le Chloropyriphos 20 % EC utilisé pour lutter contre *Nisotra* spp., *Mylabris* spp., ainsi que les

coléoptères qui perforent les feuilles (20,83 l / ha pour 6 litres d'eau) ; *Attakan*, utilisé pour lutter contre *Dysdercus* spp., *Helicoverpa armigera*, *Pacnoda* spp., qui rongent les fleurs et les mouches des fruits (3 l / ha pour 6 litres d'eau).

Aussi, des logiciels statistiques comme EXCEL et SPSS vers. 20 ont été utilisés pour la comparaison des moyennes et l'analyse des variances.

Le dispositif expérimental comprend quatre (4) systèmes d'irrigation disposés l'un après l'autre et séparé par une distance d'un mètre (figure 2).

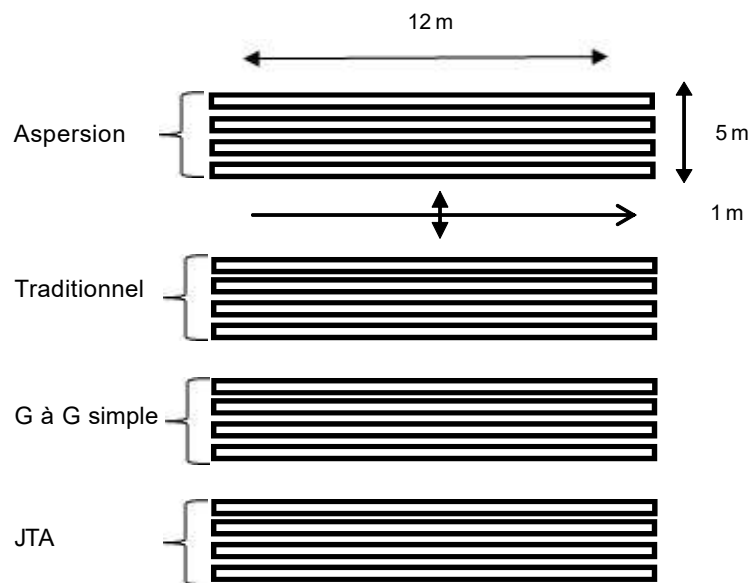


Figure 2 : Dispositif expérimental

Experimental device

Calcul des besoins en eau, dose et fréquence d'irrigation

a. Besoins en eau : Les besoins en eau sont calculés de la manière suivante :

$B_t = ETP/jrs \times K_c$; où B_t : Besoin théorique ;
ETP : Evapotranspiration Potentielle ; K_c :
coefficient cultural

$B_p = B_t/E$; où B_p : Besoin théorique ; E :
Efficience

$E = 70\%$ pour le système traditionnel, $E = 80\%$
l'aspersion et $E = 95\%$ pour les goutte à
goutte

b. Dose (D) d'irrigation : La dose d'irrigation
est déterminée par la formule suivante :

$D = Heq \times C \times da \times h$ avec $Heq = 0,34 \times A \%$
 $+ 0,9 \times M.O \%$ +10,8.

Où D : dose d'irrigation

Heq : % d'humidité du sol à la capacité de
rétention (CR) ;

C : coefficient pour ramener l'humidité à 100 %
de CR avec $C = 0,30$;

da : densité apparente ;

h : profondeur d'enracinement en mm ;

A : % pourcentage d'argile ;

$M.O$: pourcentage de la matière organique.

c. Fréquence d'irrigation

La fréquence (F) d'irrigation correspond à
l'intervalle entre deux irrigations. Elle est égale
au quotient de la dose d'irrigation par le besoin
en eau :

$F = D/Be$

Mise en place des parcelles

Les parcelles ont été tracées sur une surface de 12 m² (12 m x 1 m) chacune. Chaque système d'irrigation comporte quatre (4) parcelles de 12 m² (deux pour le gombo et deux pour le concombre) et l'écart entre les parcelles de deux systèmes d'irrigations contiguës est de 1 m.

Mise en place des dispositifs d'irrigation

Il faut noter qu'en amont de tous les systèmes d'irrigations, des tuyaux PVC ont été enterrés pour conduire l'eau du puits jusqu'au bout des différents systèmes d'irrigations où ils seront alimentés en eau.

Système d'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 motopompe et l'autre bout attaché à une tête d'arrosoir pour disperser l'eau sous forme de pluie.

Système traditionnel

Des canaux (principal et secondaire) ont été creusés pour la conduite d'eau jusqu'aux parcelles. En tête des canaux, une sorte de réservoir est réalisée pour déverser l'eau qui s'oriente vers les canaux.

Système Goutte-à-Goutte simple

Un tonneau qui a servi de réservoir d'eau a été placé en tête des parcelles et au milieu des quatre (4) parcelles dudit système à une hauteur d'un mètre environ 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 tonneau 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 un robinet (pour ouvrir ou fermer le passage de l'eau selon les besoins). Enfin, on a ramifié (grâce à des raccords mâles et femelles de 8 mm de diamètre) aux tuyaux secondaires des lignes des goutteurs (deux par parcelle et les goutteurs sur chaque ligne sont distants de 30 cm) qui alimentent les cultures.

Système Goutte-à-Goutte avec voile

Le système goutte à goutte avec voile ou jardin tropical africain (J.T.A) présente presque les mêmes caractéristiques que le système précédent (présence de tuyau principal ; de filtre ; de robinet et des lignes de goutteurs). Les différences se trouvent au niveau de la rigidité des tuyaux secondaires ; les lignes des goutteurs (ceux du goutte à goutte simple sont plus rigides) et au niveau de leur diamètre (les tuyaux secondaires du goutte à goutte simple sont supérieurs par contre les lignes de goutteurs du G à G avec voile sont supérieures). En plus de ces différences, on note la présence des voiles soutenues par de fer de 2,3 m de longueur qui sont courbés et piqués dans le sol afin de créer un abri et un climat différent (une sorte de mini-serre).

Mise en place des cultures

Le gombo : dans chaque parcelle, on a deux lignes de cultures du gombo distantes de 0,5 m. Sur la même ligne, les poquets sont distants aussi de 0,5 m soit une densité de : 0,5 m x 0,5 m. La distance entre bordure et ligne est de 0,25 cm.

Le concombre : dans chaque parcelle, on a également deux lignes de cultures distantes d'un mètre et disposées en quinconce : le milieu de deux poquets d'une ligne est diamétralement opposé à un poquet de l'autre ligne. Sur la même ligne, les poquets sont distants de 1,5 m soit une densité de : 1,5 m x 1 m. Toutes les espèces cultivées ont été semées à la date du 19 mai 2013.

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 (2) jours et enfin pour la dernière phase, on irrigue selon une fréquence de trois (3) jours.

Deux (2) ré-semis ont été effectués pour remplacer les poquets manquants et les cultures qui ont été déterrées par les animaux. Le traitement a été réalisé avec un pulvérisateur à dos et par épandage manuel. Les produits utilisés sont constitués des engrais organique et minéral (fumure organique, l'urée), ainsi que les pesticides comme le DD, le Chloropyriphos 20 % EC et l'Attakan.

METHODES DE COLLECTE DES DONNEES

Evaluation des performances agronomiques

Cette étape a été effectuée en relevant d'une part les nombres de grains qui ont germé chaque jour pendant une semaine et d'autres parts l'évaluation de la croissance végétative qui a été faite à travers les mesures réalisées pour avoir la taille des plantes et les diamètres des feuilles à des intervalles régulières de temps de dix (10) jours durant tout le cycle des cultures. Ainsi, trois (3) pieds sont pris au hasard et marqués pour servir d'échantillon.

Aussi, à chaque récolte, les fruits d'une même parcelle sont pesés et classés en trois catégories (gros, moyen et petit) et on prend au hasard dans chaque catégorie un fruit dont on détermine la longueur et le diamètre. Enfin, on fait la moyenne des trois mesures issues des trois catégories de fruits.

Evaluation des charges d'exploitation et consommation en eau

Evaluation des charges d'exploitation

Les entretiens avec les spécialistes et les producteurs ainsi que la lecture des caractéristiques de fabrication des machines ont permis de déterminer la durée de vie de chaque système d'irrigation. Aussi, l'observation de l'état des différents systèmes d'irrigation et les efforts déployés pour leur entretien ont permis de proposer des durées de renouvellement et efforts d'entretien correspondant à chaque système d'irrigation.

Consommation en eau

Système traditionnel

La quantité d'eau utilisée correspond à la somme des doses d'irrigation à la parcelle et l'eau est perdue lors du transport pour compenser les pertes dues à l'infiltration et à l'évapotranspiration. Ainsi, pour la détermination de la quantité d'eau, la longueur et la largeur des canaux ainsi que la profondeur atteinte par

l'eau après irrigation ont été mesurées. L'efficacité de ce système est estimée entre 40 et 60 %.

$L = 12 \text{ m}$; $l = 0,3 \text{ m}$; profondeur atteinte par l'eau = $0,2 \text{ m}$

Surface d'un canal : $12 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 3,6 \text{ m}^2$

La profondeur atteinte par l'eau à chaque irrigation est environ 20 cm. Or, la quantité d'eau qui pourrait permettre d'atteindre cette profondeur correspond à la dose d'irrigation $D = 5,4 \text{ mm}$.

Système d'irrigation par aspersion

La quantité d'eau correspond à la somme des doses d'irrigation à la parcelle. En effet, l'eau est conduite directement au niveau des planches par des tuyaux sous pression où les pertes sont quasiment nulles. L'efficacité est estimée à 80 %.

Système Goutte à Goutte simple et Goutte à Goutte avec voile

pour ces deux types de systèmes, la quantité d'eau utilisée correspond à un (1) tonneau pour les quatre (4) parcelles au stade de semis et deux (2) pour les deux autres stades. L'efficacité est estimée entre 95 et 100 %.

RESULTATS

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.

Besoins en eau

Les figures ci-dessous illustrent les besoins en eau pour les différents stades de développement des cultures. Il ressort que ces besoins en eau sont plus élevés au niveau du système traditionnel et par aspersion. Ceci est dû au fait qu'il y a une différence au niveau des pertes en eau dans les systèmes. En effet, les systèmes d'irrigation goutte-à-goutte présentent moins de pertes en eau (5 %) que l'irrigation par aspersion (20 %) et le système traditionnel (30 - 40 %).

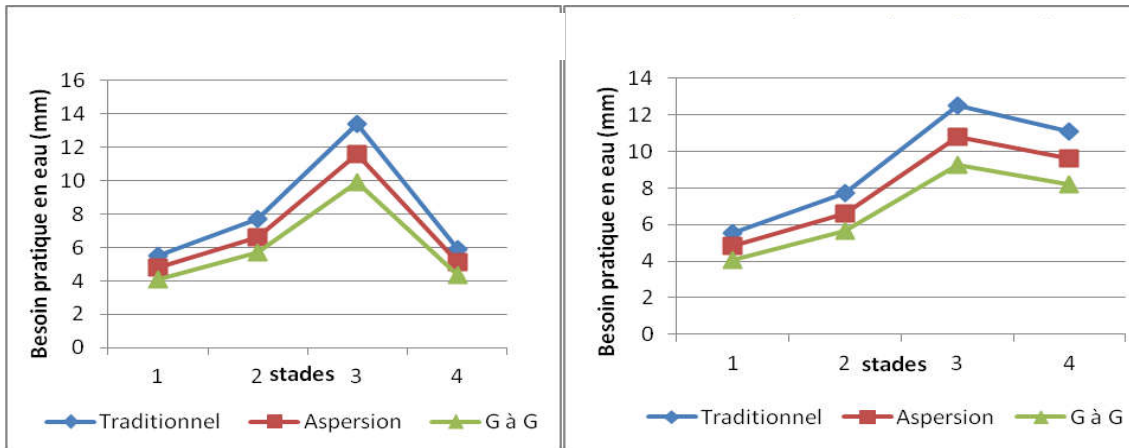


Figure 3 : Besoins en eau en fonction des stades de développement des cultures.
Water needs in terms of stages of crop development.

Doses (D) d'irrigation

La figure suivante donne une illustration de la quantité d'eau en fonction de la profondeur des racines. L'allure croissante de la courbe indique

que la quantité d'eau qu'il faut apporter aux cultures croit significativement selon la profondeur atteinte par les racines, donc du stade de développement des cultures.

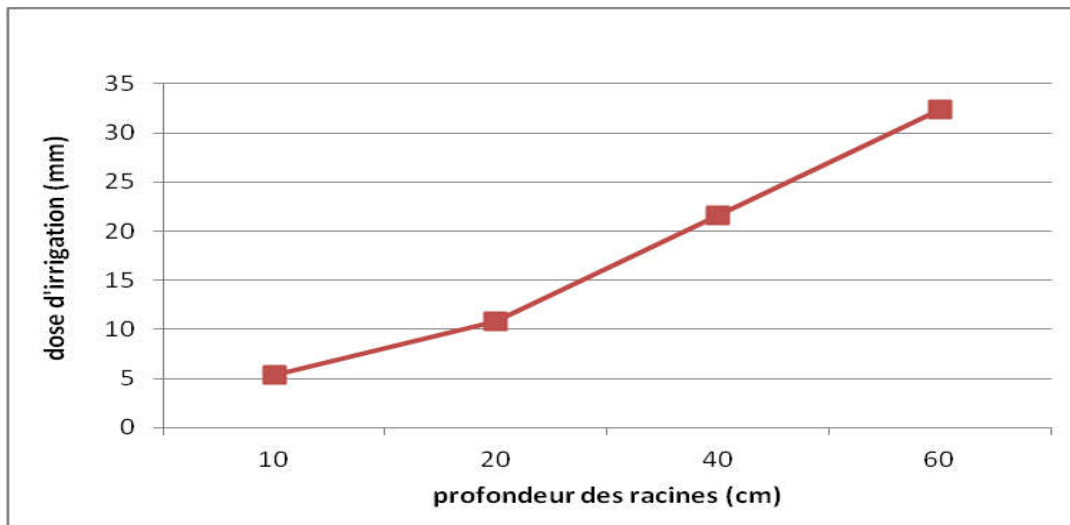


Figure 4 : Dose d'irrigation en fonction de la profondeur des racines.
Irrigation doses of stages of crop development.

Fréquence d'irrigation

L'histogramme ci-dessous fait ressortir les fréquences d'irrigation des différents stades de développement. Ainsi, il ressort que les fréquences sont similaires au cours du premier

stade de développement des cultures et deviennent différentes vers la fin du cycle. Ceci s'expliquerait par la variation de la dose d'irrigation qui est fonction de la profondeur des racines.

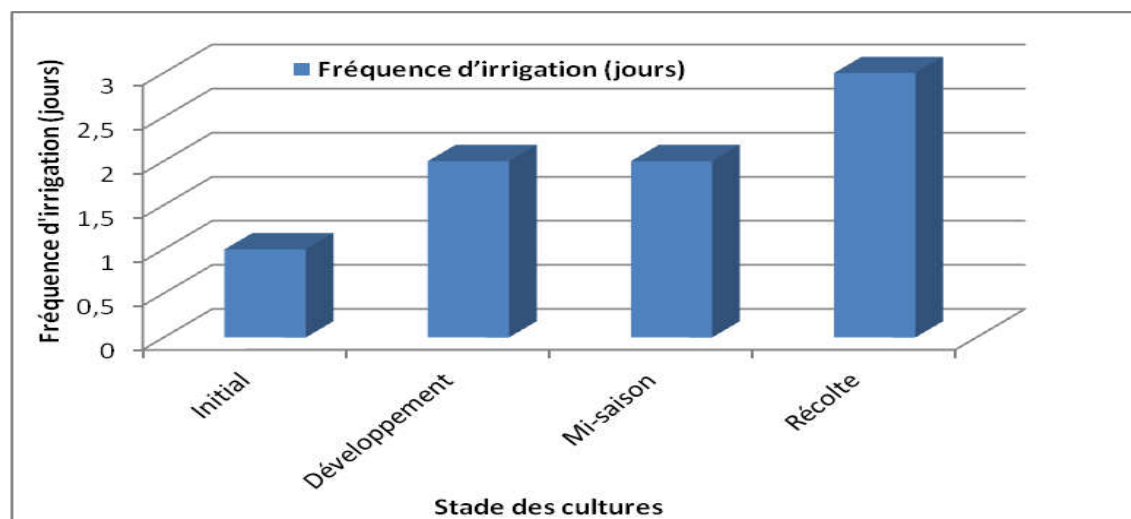


Figure 5 : Fréquences d'irrigation en fonction des stades de développement des cultures.
Irrigation rates for different stages of crop development.

Pluies enregistrées et pluie efficace

Le tableau suivant donne la quantité de pluie enregistrée au cours de la saison pluvieuse. Ainsi, il ressort que les pluies efficaces ont été enregistrées pendant le mois d'août avec un cumul de 270,8 mm. Les pluies efficaces

représentent la quantité d'eau fournie par les précipitations qui reste disponible, à la surface du sol, après soustraction des pertes par évapotranspiration réelle (Castany, 1982). Celles-ci entraînent un arrêt des opérations d'irrigation au cours de cette période.

Tableau 1 : Quantité de pluies enregistrées et pluies efficaces.

Recorded amount of rainfall and effective rainfall.

Mois	Pluies enregistrées (mm)	Pluies efficaces (mm)
Juin	41	24,76
Juillet	135	108
Aout	338,5	270,8
Septembre	12	7,2
Total	526,5	410,76

Consommation en eau et en carburant par le système d'irrigation

La quantité d'eau, du carburant ainsi que son prix pour les différents systèmes d'irrigation sur une superficie de 12 m² sont résumés dans le tableau 2. Il ressort que les parcelles de Goutte-à-Goutte ont été les moins irriguées par rapport aux parcelles du système d'irrigation traditionnelle qui ont reçu 3,4 fois plus d'eau pendant le cycle des cultures. S'agissant de l'aspersion, les parcelles ont reçu 3 fois plus

d'eau que celles de Goutte-à-Goutte. L'écart en termes de quantité d'eau entre le système traditionnel et l'aspersion est de 8 % et est de 32 % entre l'aspersion et le Goutte-à-Goutte. Ces résultats font ressortir que le système Goutte-à-Goutte est plus économique en termes d'utilisation d'eau, et donc en carburant. Ils confirment donc la première hypothèse selon laquelle, il ya une différence entre les quatre (4) systèmes d'irrigation en termes d'utilisation d'eau pour le développement des cultures.

Tableau 2 : Consommation en eau d'irrigation et en carburant par système d'irrigation.
Irrigation water and fuel consumption by irrigation system.

Systèmes d'irrigation	Quantité d'eau (litre) pour 12 m ²	Consommation en carburant	
		Quantité (litres)	Coût (FCFA)
Goutte- à- goutte	2 691,08	1,11	610,5
Aspersion	8 368,6	3,46	1903
Traditionnel	9 123,84	3,77	2 073,5
J.T.A	2 691,08	1,11	610,5

Durée de vie et fiabilité des systèmes

Le tableau suivant donne la durée de vie de chaque système d'irrigation avant d'être renouvelé. On observe que le système Goutte-à-Goutte simple est le plus endurant suivi du J.T.A dont les voiles constituent les éléments qui réduisent la durée de renouvellement face aux vents violents de la saison des pluies.

Ensuite, viennent le système par aspersion et le système traditionnel. Ainsi, les canaux en terre de ce système sont fréquemment détruits par les lames d'eau, le vent et le piétinement.

Il faut cependant souligner que certains éléments (filtre, gaines et goutteurs) du dispositif du système Goutte-à-Goutte requièrent une eau et doivent être protégés contre les rayons ultra-violet après la récolte.

Tableau 3 : Temps de renouvellement des systèmes.

Systemes renewal time.

Systèmes	Durée de renouvellement
JTA	1 à 2 ans
G à G	5 ans
Aspersion	Deux (2) campagnes de culture
Traditionnel	Une (1) campagne de culture

JTA : jardin tropical africain ; G à G : goutte-à-goutte

Paramètres agronomiques

Taux de levée

Une semaine après le semis, le taux de la levée est de 75 % pour le gombo et de 55 % pour le concombre. Ces faibles taux seraient dus aux dégâts causés par *Agrotis ypsilon* intervenus juste après la germination.

Désherbage

Il a été effectué à l'aide d'une houe et binette par un labour superficiel ou souvent par arrachage des mauvaises herbes à la main. Le nombre de désherbage des systèmes d'irrigation sont résumés dans le tableau 4. Ainsi, il ressort que pour le G à G simple et le J.T.A, il y a eu trois dés herbages. Par contre, pour le système traditionnel et l'aspersion, Il y a en eu quatre (4).

Tableau 4 : Opérations de désherbage par système.

Weeding operations per system.

Systèmes d'irrigation	Nombre de désherbage
Goutte à goutte simple	3
Goutte à goutte avec voile (J.T.A)	3
Aspersion	4
Traditionnel	4

Taille des plantules

Les courbes ci-dessous montrent l'évolution de la taille des plantules. Leur examen fait ressortir que l'irrigation sous J.T.A présente une courbe légèrement supérieure aux trois autres systèmes vers la fin du cycle pour le concombre. Quant

au gombo, cette supériorité est encore plus nette pour le système J.T.A. Par contre, pour les trois (3) autres systèmes d'irrigation, les courbes d'évolution des cultures restent presque identiques. Cette différence peut être due à la présence des voiles.

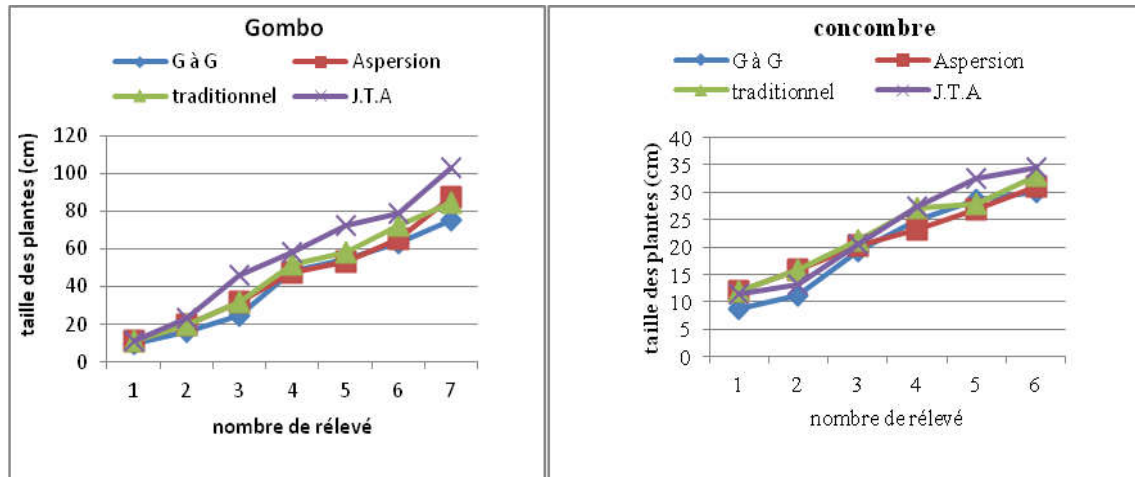


Figure 6 : Evolution de la taille des cultures de gombo et de concombre.

Evolution of the size of the crop of okra and of cucumber.

Image de la taille du gombo suivant les systèmes

Les images ci-dessous montrent la taille du gombo au 84^e jour après semis. Les deux enfants restant debout dans les différentes

parcelles montrent que les plants du gombo sous J.T.A sont plus développés, suivis respectivement par le gombo du système traditionnel, du G à G et du gombo par aspersion. Ceci laisse croire que les voiles ont une influence sur la croissance des cultures.

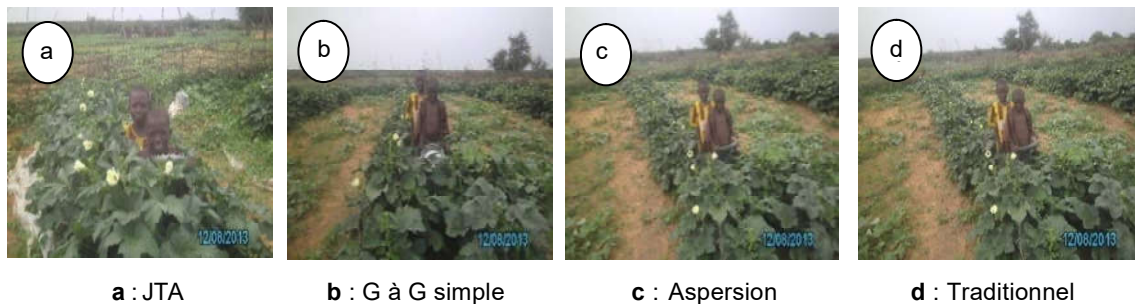


Photo 1 : Taille des plants du gombo.

Okra plant size.

Diamètre des feuilles des deux cultures

Les courbes ci-dessous présentent l'évolution du diamètre des feuilles des deux cultures au cours du cycle. Leur interprétation fait ressortir une croissance rapide des feuilles du gombo

sous le J.T.A par rapport à celles des autres systèmes. Pour la culture du concombre, c'est vers la fin du cycle qu'on remarque une croissance rapide des feuilles pour les systèmes G à G (simple et avec voiles).

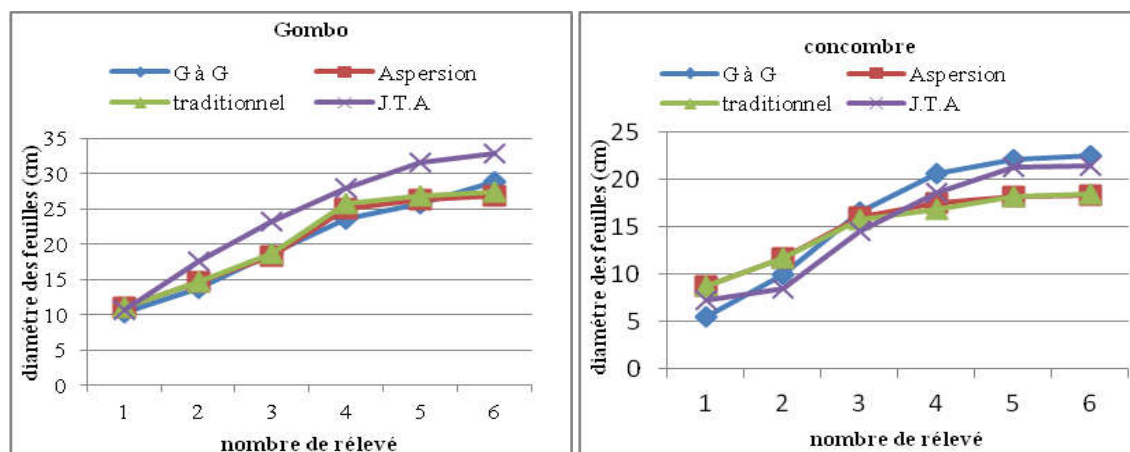


Figure 7 : Evolution du diamètre des feuilles des deux cultures.

Evolution of the diameter of the leaves of two cultures.

Rendement des cultures

Les rendements moyens (en T/ha) de la production du gombo et du concombre suivant les différents systèmes de cultures sont donnés dans le tableau 5. Les résultats font ressortir que pour la culture du gombo, le système traditionnel a le rendement le plus élevé (15,1 T/ha), suivi du J.T.A (14,72 T/ha), ensuite par le G à G (14,21 T/ha), puis le système par aspersion (8,38 T/ha). Ce dernier système est le seul à ne pas donner un résultat identique à ceux obtenus

par la fédération des coopératives maraîchères (FCMN) (14 à 30 T/ha).

Pour la culture du concombre, seul l'aspersion et le traditionnel ont donné des résultats satisfaisants et qui sont identiques aux résultats de la FCMN (30 à 80 T/ha) et dont les valeurs respectives sont 47,13 T/ha et 47,43 T/ha. Pour les G à G, on obtient des faibles résultats qui pourraient être expliqués d'une part par les dégâts des vers qui ont vidés le contenu des graines semées et d'autres parts l'effet de la chaleur sur les plantules.

Tableau 5 : Rendement des cultures de gombo et de concombre.

Crop yields of okra and of cucumber.

Systèmes d'irrigation	Gombo (Tonnes /ha)	Concombre (Tonnes/ha)
Goute à goutte	14,21	23,2475
Aspersion	8,38	47,13
traditionnel	15,1	47,43
J.T.A	14,72	19,43

Consommation en eau

Elle correspond au rapport entre la quantité de la récolte produite et la quantité de l'eau utilisée pour produire cette récolte. Le tableau 6 montre que les rendements de l'eau obtenus sont plus élevés au niveau des systèmes G à G (simple et celui des voiles) pour le gombo. Ces résultats peuvent être expliqués par une faible

consommation de l'eau au niveau des G à G. Par contre, pour le concombre, la consommation en eau devient élevée au niveau de l'aspersion et du traditionnel malgré une faible consommation en eau des G à G. Ceci peut être expliqué par les effets néfastes de la chaleur et des vers sur les concombres des G à G par rapport à ceux du système traditionnel et celui de l'aspersion.

Tableau 6 : Consommation en eau des systèmes d'irrigation.

Systemes irrigation water consumption.

Systèmes d'irrigation	Gombo (g/litres)	Concombre (g/litres)
Goute à goutte	2,24	3,7
Aspersion	0,76	4,25
traditionnel	1,30	4,05
J.T.A	2,32	3,06

Consommation en carburant

De même que la consommation en eau, la consommation en carburant est aussi plus élevée au niveau des systèmes G à G pour le

gombo et plus élevée au niveau du traditionnel et de l'aspersion pour le concombre. Le tableau 7 fait ressortir la consommation en carburant dans les différents systèmes pour les productions du gombo et du concombre.

Tableau 7 : Consommation en carburant des systèmes d'irrigation.

Systemes irrigation fuel consumption.

Systèmes d'irrigation	Gombo (g/litres)	Concombre (g/litres)
Goute à goutte	5428,70	8884,40
Aspersion	1827,30	10281,80
traditionnel	3124,13	9812,07
J.T.A	5625,50	7425,50

Comparaison des moyennes*Taille des fruits*

Le tableau 8 donne la moyenne de la taille des fruits du gombo. Il ressort qu'il y a peu de

différence entre les systèmes d'irrigation car, elle varie de 7,35 cm pour le G à G simple à 7,94 cm pour le J.T.A. et au niveau de l'essai 1. S'agissant de l'essai 2, cette moyenne varie de 7,30 cm (G à G simple) à 7,62 cm (traditionnel) (Tableau 8).

Tableau 8 : Moyenne de la taille des fruits.

Average fruit size.

Systèmes	Fruits du gombo	Fruits du concombre
Goute à goutte	7,32 ± 1,12	14,62 ± 3,4
Aspersion	7,52 ± 1,43	14,35 ± 2,68
Traditionnel	7,57 ± 1,56	14,615 ± 2,47
J.T.A	7,73 ± 1,28	15,145 ± 4,55

Diamètre des fruits

Le diamètre des fruits indiqués dans le tableau 9 varie légèrement selon les systèmes

d'irrigation. Ainsi, il varie de 7,1 cm (JTA) à 7,36 cm (traditionnel et le G à G simple) pour le gombo et de 13,44 cm (G à G simple) à 14,53 cm (JTA) pour l'essai 2 (tableau 9).

Tableau 9 : Moyenne du diamètre des fruits.

Average fruit diameter.

Systèmes	Fruits du gombo	Fruits du concombre
Goute à goutte	7,36 ± 0,85	13,44 ± 2,35
Aspersion	7,24 ± 0,56	14,06 ± 2,67
traditionnel	7,36 ± 0,80	14,20 ± 1,42
J.T.A	7,10 ± 0,47	14,53 ± 2,25

Analyse de variance

De l'analyse de variance (tableau 10 ci-dessous), la valeur p (0,005) pour le poids des fruits de gombo indique qu'il y a suffisamment de preuves que les moyennes des quatre systèmes d'irrigation ne soient pas égales lorsque le risque est fixé à 0,05. En effet, en explorant les résultats des comparaisons multiples, la moyenne obtenue pour l'aspersion est la seule à être significativement inférieure à celles des trois autres systèmes. Pour le poids du concombre, cette valeur de p (0,03) inférieure aussi à 0,05 indique des différences significatives entre les quatre systèmes d'irrigation. En effet, les moyennes obtenues pour le G à G et le J.T.A sont significativement inférieures à celles des deux autres systèmes.

Par contre, pour la taille et le diamètre des fruits du gombo et du concombre, les valeurs de p restent supérieures ou égale à alpha (0,05) prouvant de ce fait que les différences ne sont pas significatives entre les systèmes d'irrigation. S'agissant de la taille des plantes et du diamètre des feuilles du gombo, les valeurs respectives de p (0,04 et 0,001) indiquent des différences significatives entre les systèmes d'irrigation. En effet, les résultats des comparaisons multiples indiquent que les moyennes obtenues pour le J.T.A sont les seules à être significativement supérieures aux trois (3) autres systèmes d'irrigation. Pour la culture du concombre, il n'y a pas de différences significatives pour la taille des cultures et le diamètre des feuilles. En effet, les valeurs de p restent supérieures à 0,05.

Tableau 10 : Analyse de variance des paramètres.

Parameter analysis of variance.

Paramètres	Gombo	Concombre
Poids des fruits	0,005	0,03
Taille des plantes	0,04	0,05
Diamètre des feuilles	0,001	0,51
Taille des fruits	0,15	0,91
Diamètre des fruits	0,5	0,94

Appréciation des producteurs

Les enquêtes réalisées auprès des producteurs de Bougoum ont porté sur la production maraîchère, ainsi que les systèmes d'irrigation mises en place par ces derniers. Ainsi, il ressort que : pour la production maraîchère, 75 % des enquêtés affirment qu'elle est en hausse dans la zone, à cause de l'augmentation des superficies emblavées ; de l'utilisation des fumures minérale et organique et enfin du déroulement des activités maraîchères sur

toute l'année. Par contre, 25 % des personnes enquêtées affirment que la production est en baisse, à cause de la pauvreté des sols.

Pour les systèmes d'irrigation, 80 % des producteurs ont appréciés le J.T.A. Les arguments avancés en faveur de cette technologie sont entre autres la croissance très rapide des cultures ; le bon développement du système foliaire (feuillage non troués) des cultures, ainsi que la bonne qualité des fruits qui sont lisses et longs, d'où l'appellation

annassara.

Les contraintes liées à la production maraîchère dans cette zone sont liées à l'insuffisance d'eau dans les puits en saison sèche pour l'irrigation des cultures à temps; les animaux domestiques qui divaguent souvent dans les jardins maraîchers, ainsi que les vols fréquents des fruits pendant la nuit. Aussi, les ennemis des cultures rencontrés sont : *Dysdercus* spp. qui apparaissent pendant l'apparition des boutons floraux. Leurs dégâts se résument à des piqures des pièces florales provoquant le dessèchement des jeunes fruits. S'agissant des fruits en maturité, les symptômes se manifestent par des taches, réduisant leurs valeurs commerciales. De même, *Helicoverpa armigera*, connu sous le nom de noctuelle de la tomate, les chenilles s'attaquent aux boutons floraux, fleurs et aux fruits du Gombo. Ils découpent ces boutons, perforent les fruits et vident leurs contenus occasionnant l'attaque des champignons saprophytes. *Mylabris* spp. (Coleoptera : Meloidae), connu sous le nom de Mylabre, qui perce les limbes des feuilles, dévore les pétales, étamines et le pistil au niveau des organes floraux entraînant ainsi un avortement des fleurs. *Nisotra* spp. (Coleoptera : Chrysomelidae), connu sous le nom d'Altise,

qui entraîne des petits trous sur les feuilles réduisant ainsi leur surface foliaire. *Pachnoda* spp. (Coleoptera : Scarabaeidae) attaque les feuilles, tiges de même que les jeunes fruits du gombo.

On note aussi la présence des vers blancs sur le gombo (Coleoptera : Scarabaeidae), qui consomment le contenu des graines semées, ainsi que les larves des criquets qui consomment les feuilles des plantules. Les mouches qui rongent les fruits du concombre en les perforant.

La figure 8 montre le pourcentage des fruits de concombre attaqués par les champignons pathogènes. Les plus grands dégâts se situent respectivement au niveau du système traditionnel (19,60 %) et du système par aspersion (14,29 %). Cela est dû à l'humidité engendrée par l'abondance de l'eau au niveau de ces systèmes. Par contre, au niveau des systèmes G à G, ces attaques sont faibles (1,5 %), voire nulles. Ce qui pourrait être due probablement à la faiblesse de l'humidité dans les parcelles. Ces résultats montrent que la présence massive de ces champignons au niveau des parcelles du système traditionnel et de l'aspersion est due à l'abondance de l'humidité dans ces parcelles.

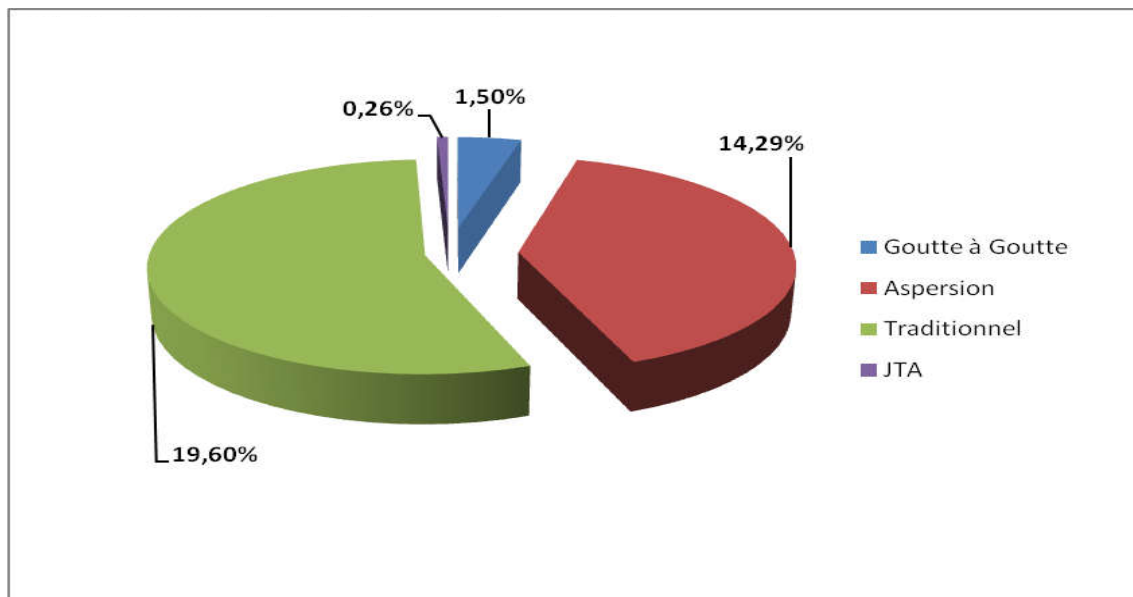


Figure 8 : Dégâts des champignons pathogènes sur le concombre.

Damage pathogenic fungi on cucumber.

DISCUSSION

Cette étude fait ressortir que les producteurs maraîchers de Bougoum pratiquent la culture du gombo et du concombre selon quatre systèmes de production, qui sont le système d'irrigation par aspersion, le système traditionnel, le système goutte à goutte simple et le système goutte à goutte avec voile. Ainsi, les systèmes d'irrigation goutte à goutte (G à G) présentent moins des pertes en eau que l'aspersion (20 %) et le traditionnel (30 à 40 %) (Bergeron, 2009). Aussi, l'efficacité du G à G est confirmée par plusieurs auteurs (Caswell *et al.*, 1990 ; Zellal et Smadhi, 2007), mais son inconvénient est qu'il ne gère pas du tout l'eau comme l'aspersion (Bergeron, 2009).

En ce qui concerne le coût d'investissement de base des systèmes d'irrigation, il s'agit des dépenses réalisées depuis l'achat des kits d'irrigation jusqu'à l'installation du système. Ces résultats confirment les résultats obtenus par Oumarou (2008) et contredisent l'hypothèse selon laquelle les quatre systèmes d'irrigation ont les mêmes coûts d'investissement de base.

Pour les quantités d'eau nécessaires pour les différents systèmes d'irrigation sur une superficie de 12 m², il ressort que les parcelles goutte à goutte ont été les moins irriguées par rapport aux parcelles du système d'irrigation traditionnel qui ont reçu 3,4 fois plus d'eau pendant le cycle des cultures. S'agissant de l'aspersion, les parcelles ont reçu 3 fois plus d'eau que celle de goutte à goutte. L'écart en termes de quantité d'eau entre le système traditionnel et l'aspersion est de 8 % et de 32 % entre l'aspersion et le goutte à goutte. Ces résultats confirment ceux d'Elatti (2006). Ces résultats montrent également combien les systèmes G à G sont économiquement rentable en termes des dépenses en eau et en carburant.

Pour la culture du concombre, les systèmes G à G font ressortir des faibles rendements qui pourraient s'expliquer d'une part par les dégâts des vers qui ont vidés le contenu des graines semées et d'autres parts l'effet de la chaleur qui a entraîné des brûlures sur les plantules en séchant. Le système d'irrigation par aspersion (8,375 T/ha) est le seul à ne pas donner un résultat comparable à ceux obtenus par la fédération des coopératives maraîchères du Niger (14 à 30 T/ha). Ce faible résultat obtenu par aspersion peut être expliqué par le comportement du système sur les cultures :

pression de l'eau entraîne un tassement du sable aux pieds des cultures étranglant ainsi les plantules ou souvent cassant même les tiges des plantules réduisant la population des cultures dans la parcelle.

De nombreux facteurs climatiques limitent la production du gombo. Parmi ceux-ci, on peut citer la lumière, la température et l'eau qui demeurent les facteurs les plus déterminants (Siemonsma, 1982). Winters et Miskimen (1967) ont aussi noté que les températures de 20 et 30°C sont nécessaires pour une bonne croissance et un développement normal du gombo. Cependant, la formation des boutons floraux et l'anthèse sont retardées par des températures élevées (Fondio *et al.*, 2003). De même, la quantité d'eau et sa répartition dans le temps et dans l'espace sont déterminantes pour la culture du gombo (Fondio *et al.*, 2003). En Côte d'Ivoire, le gombo est généralement produit pendant la grande saison de pluies sur des lopins de terre, à proximité des grandes superficies de cultures céréalières (riz, maïs) et d'igname ou dispersé dans ces champs (Fondio *et al.*, 2001).

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude fait ressortir que la production du gombo et du concombre dans les sites maraîchers de Bougoum se fait selon quatre systèmes d'irrigation, à savoir le système d'irrigation par aspersion, le système traditionnel, le système Goutte-à-Goutte simple et le système goutte à goutte avec voile. Ainsi, les besoins en eau sont plus élevés au niveau du système traditionnel et par aspersion qu'au niveau des systèmes goutte à goutte. Ceci est dû au fait qu'il y a une différence au niveau des pertes en eau dans les systèmes.

Les rendements moyens de la production du gombo et du concombre varient selon les systèmes de cultures. Ainsi, les résultats font ressortir que pour la culture du gombo, le système traditionnel a le rendement le plus élevé (15,1 T/ha), suivi du J.T.A (14,72 T/ha), ensuite par goutte à goutte (14,21 T/ha), puis le système par aspersion (8,38 T/ha). Pour la culture du concombre, seuls les systèmes par aspersion et traditionnel ont donnés des résultats satisfaisants et dont les valeurs respectives sont 47,13 T/ha ; 47,43 T/ha.

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.

REFERENCES

- Abric S., Sonou M., 2010, Capitalisation d'expérience sur le développement de la petite irrigation privée pour des produits à haute valeur ajoutée en Afrique de l'Ouest, Rapport, 140 p.
- Adamou O.R., 2011. Effet de la complémentation sur la production laitière des vaches Djelli de Tchongaré dans la commune V de Niamey : cas de deux concentrés : sons de blé granulé et de riz fin. Mémoire Master II, Faculté d'Agronomie, 52 pages.
- Ambouta K. J-M., 1984. Contribution à l'édaphologie de la brousse tigrée de l'Ouest nigérien. Thèse de docteur-ingénieur, Université de Nancy, 140 pages.
- Bergeron D., 2009. Les systèmes d'irrigation : des investissements qui rapportent. Centre de recherche Agricoles de Québec, Agriculture, Pêcherie et Alimentation, 55 pages.
- Boubacar O., 2006, Diversification des cultures irriguées dans les cuvettes oasiennes de Mainé saroa : cas d'Adebou et Tchaballam, mémoire d'Ing. Tech. Agric., 59 pages.
- Caswell, M., E. Lichtenberg, and D. Zilberman. 1990. The Effects of Pricing Policies on Water Conservation and Drainage. *American Journal of Agricultural Economics* 72 (4) : 883 - 890.
- Castany G. 1982. Principes et méthodes de l'hydrogéologie Ed. Dunod Université-Bordas, Paris, 238 pages.
- FAO, 2005. The State of Food and Agricultural. Series No. 36. ISSN 0081-4539, Rome, Italy.
- Fondio L., Djidji H. A., Kouamé C. et Traoré D., 2003. Effet de la date de semis sur la production du Gombo (*Abelmoschus* spp.) dans le centre de la Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine* 15 (1) : 13 - 27 (2003).
- Fondio L., Aïdara S., Djidji A. H., Zohouri G. P. et Gnonhoury G. P.. 2001. Diagnostic prophylactique du secteur maraîcher de la région d'Abidjan (Délégation Régionale Sud de l'ANADER) : Contraintes et ébauches de solutions. Rapport d'étude, CNRA, Bouaké, Côte d'Ivoire. 28 p.
- Fondio L., Kouamé C., Traoré D. et Djidji A. H.. 1999. Densités de semis, croissance et production de deux lignées de gombo (*Abelmoschus* spp.) en Côte d'Ivoire. *Cahiers/Agricultures* N° 8, p. 413 - 5.
- Oumarou S., 2008. Etude comparative de l'irrigation goutte à goutte à basse pression JPA et de l'arrosage manuel sur la production de la laitue en zone sahélo soudanienne du Niger, Mémoire de Fin de Cycle, 51 pages.
- Rebour H., Deloye M., 1971. Irrigation de surface et par aspersion, université Abdou Moumouni de Niamey, Mémoire, Facultés d'agronomie.
- Siemonsma J. S., 1982. La culture du gombo (*Abelmoschus* spp.). Légume fruit tropical avec référence spéciale à la Côte d'Ivoire. Thèse Uni-agro-Wageningen, Pays Bas, 297 p.
- Zella L., Smadhi D. 2007. Evolution de l'irrigation en Algérie, 80 pages.
- Winsters H. F. and Miskmen G. W. 1967. Vegetable gardening in the Caribbean area. USDA Handbook 323.