
Evaluation des performances techniques des installations en kit d'irrigation goutte à goutte de type familial dans la Région Maritime au Togo
Alfassassi Arouna^{*1,2}, Adjiwanou Atiglo-Gbenou^{1,2}, Jules-Vincent Adodo Amenoudji¹
⁽¹⁾Université de Lomé. Ecole Supérieure d'Agronomie. 01 BP 1515 Lomé 01 (Togo). E-mail : arounafazaz@yahoo.fr

⁽²⁾Equipe de Recherche sur la Mécanisation Agricole et le Génie des Procédés (ERMAP). 01 BP 1515 Lomé 01 (Togo).

Reçu le 28 février 2021, accepté le 15 mars 2021, publié en ligne le 22 mai 2021

RESUME

Description du sujet. Au Togo, les installations de kit d'irrigation goutte à goutte sont jugées inefficaces et de plus en plus abandonnées par les maraîchers au profit des pratiques manuelles.

Objectif. L'objectif de cette étude est d'évaluer les performances techniques des kits d'irrigation goutte à goutte dans la région Maritime au Togo en vue de comprendre les causes de la non durabilité de ces installations de type familial.

Méthodes. L'étude a porté sur trois sites d'installations d'irrigation goutte à goutte situés à Gamè, Ségbé et à la Station d'expérimentations agronomiques de Lomé sur lesquelles le coefficient d'uniformité a été évalué.

Résultats. Les résultats ont montré que sur les trois sites, l'uniformité de la répartition de l'eau est au moins satisfaisante. Cependant, les débits écoulés par les goutteurs sont en deçà de leur débit nominal indiqué par le fabricant à cause du déficit de pression de service qui devrait être compris entre 0,5 à 1 bar. Ce qui entraîne la sous irrigation qui affecte les rendements des cultures, le colmatage des goutteurs et finalement l'abandon des systèmes d'irrigation goutte à goutte.

Conclusion. Le débit moyen mesuré après l'installation des kits devrait être utilisé pour déterminer les doses effectives d'irrigation à appliquer au lieu du débit nominal indiqué par le fabricant afin d'éviter la sous irrigation des cultures.

Mots-clés : Irrigation goutte à goutte, maraîchage, coefficient d'uniformité, débit nominal et moyen, Région Maritime/Togo.

ABSTRACT
Technical performance assessment of family drip irrigation system installation in the Maritime Region of Togo

Description of the subject. In Togo, drip irrigation kit installations are considered inefficient and are increasingly being abandoned by market gardeners in favor of manual irrigation practices.

Objectives. The objective of this research is to assess the technical performance of drip irrigation kit installations in the Maritime region of Togo in order to understand the causes of the unsustainability of family drip irrigation kit installations.

Methods. The study was carried out in three sites (Gamè, Ségbé, and agronomic experimentation station of Lomé) where the uniformity coefficient were evaluated.

Results. The results showed that in all three sites, the uniformity of water distribution has been at least satisfactory. However, the flow rates of the drippers are below their nominal flow rate indicated by the manufacturer, because of the deficit of service pressure that was below the threshold pressure which should be between 0.5 to 1 bar. This leads to under-irrigation situation which might affect crop yields, clogging of the drippers and eventually to the abandonment of drip irrigation systems.

Conclusion. The average flow rate measured after installation of the kits should be used to determine the effective water doses of the crops to be irrigated instead of the nominal flow rate specified by the manufacturer to meet the actual water requirements of the plants.

Keywords: drip irrigation system; market gardening; uniformity coefficient; nominal and average flow; Maritime Region, Togo.

1. INTRODUCTION

Le développement du maraîchage est un enjeu majeur pour l'amélioration de l'approvisionnement en produits vivriers des villes africaines à travers la diversification des plats consommés (Moustier et David, 1996). En effet, grâce à une forte demande en légumes de la population urbaine représentant 15 à 20 % du budget alimentaire des ménages, le maraîchage génère aux nombreux petits maraîchers un revenu important (Moustier et David, 1996 ; Oumarou, 2008 ; De Bon *et al.*, 2010). Cependant, comme l'agriculture en général, la production maraîchère rencontre d'énormes problèmes dont principalement la disponibilité en eau et l'irrigation paraît incontournable pour l'augmentation et la stabilisation de la production alimentaire (Hama *et al.*, 2018 ; Supreme, 2011).

Face à la faible capacité d'investissement des producteurs, les petites exploitations maraîchères sont irriguées manuellement avec pour conséquences, l'exigence en une main d'œuvre importante, l'impossibilité de couvrir de grande surface et le gaspillage des ressources hydriques (Smith *et al.*, 2014 ; Hama *et al.*, 2018 ;). Pour minimiser ces exigences, les maraîchers font de plus en plus recours à l'irrigation goutte à goutte, une technologie jugée novatrice, simple et efficace, économe et efficiente pour la gestion des ressources en eau ; et économe en temps et en charges de main d'œuvre (Sonou et Abric, 2010 ; Robbiati *et al.*, 2013 ; Benouniche, 2014). Il s'agit des systèmes d'irrigation goutte à goutte de type familial et de type simplifié à réservoir placé à une hauteur de 1–2 m pour irriguer une surface maximale de 500 m² (Smith *et al.*, 2014).

Malgré les avantages du système d'irrigation goutte à goutte, plusieurs auteurs comme Pitts *et al.*, 1990 ; Sirima, 2007 ; Robbiati *et al.*, 2013 ; Coulibaly *et al.*, 2015 ; Fader *et al.*, 2016 ; Balana *et al.*, 2017 ont relevé des limites de cette technologie dont dépendent les performances techniques comme l'occlusion des tuyaux et des égouttoirs ; les problèmes de gestion et d'entretien des installations qui entravent la durabilité du système ; l'insuffisance de l'offre en service après-vente des kits ; etc.

Au Togo, les acteurs du monde agricole (bailleurs, gouvernement, ONG, entreprises privées) font la promotion de l'irrigation goutte à goutte et en dehors des producteurs individuels, 164 kits d'irrigation goutte à goutte ont été installés au profit des coopératives agricoles dans les cinq régions du Togo (CADI-Afrique et PADAT, 2016 ; MAEH, 2016). Malheureusement, toutes ces installations n'ont pas fonctionné plus de deux campagnes de productions. Toutefois, aucun travail de recherche n'a été mené en vue de relever les causes de la non-

performance de ces systèmes d'irrigation goutte à goutte de type familial et simplifié dans les systèmes maraîchers au Togo.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer les performances techniques des installations d'irrigation goutte à goutte de type familial et de type simplifié dans les systèmes maraîchers dans les zones péri-urbaines de la ville de Lomé - Togo.

L'intérêt de ce travail est de contribuer à l'amélioration de l'efficacité des réseaux d'irrigation goutte à goutte lors de la conduite des cultures en vue de réduire la sous irrigation et accroître les rendements.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Cadre d'étude

L'étude a porté sur trois installations en kit d'irrigation goutte à goutte de type familial situées dans la Région Maritime (figure 1). Il s'agit des périmètres suivants : (i) Ségbé, d'une surface de 500 m² situé dans la Commune de Golfe 4, préfecture de Golfe ; (ii) Station d'expérimentations agronomiques de Lomé de l'ESA/UL, d'une surface de 500 m², sise au campus universitaire de Lomé ; (iii) Périmètre maraîcher de la Ferme Agropastorale Taurus Agro and Aqua Farms (TAAF), d'une surface de 500 m², située à 3 km de Gamé, dans la Commune de Zio 3, préfecture de Zio.

Le climat est de type tropical guinéen à deux saisons de pluies et deux saisons sèches avec une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 800 à 1000 mm. Cette région du sud du Togo connaît une anomalie climatique accentuée par le changement climatique qui se manifeste par la variabilité temporaire de la pluviométrie (Aquistat, 2005) avec des sols ferrallitiques appelés « terre de barre ».

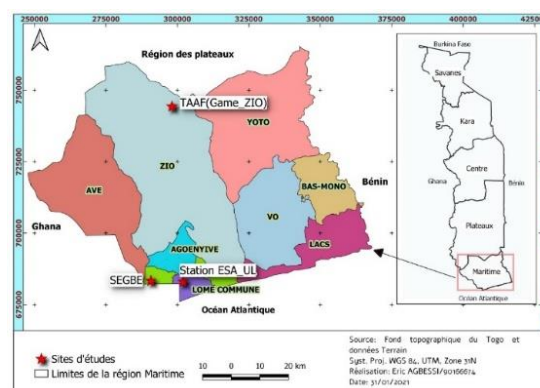


Figure 1. Localisation des périmètres étudiés

2.2. Matériel

Le matériel utilisé lors de l'étude était constitué essentiellement d'un appareil GPS pour déterminer les coordonnées des sites étudiés, d'un chronomètre et d'un gobelet gradué pour déterminer le débit des goutteurs, d'un ruban métrique pour déterminer les dimensions des périmètres goutte à goutte et de la hauteur des supports du réservoir.

2.3. Méthodes

L'approche méthodologique est basée sur la recherche documentaire en lien avec les performances hydrauliques des périmètres irrigués, les productions maraîchères, l'agriculture péri-urbaine, etc. Dans le but de faire le choix des sites à étudier, plusieurs installations de kit d'irrigation goutte à goutte de type familial ont été visités dans la région Maritime parmi lesquels les kits d'irrigation goutte à goutte nouvellement installés ont été retenus afin d'éviter l'effet du colmatage des réseaux sur les performances techniques à évaluer.

Méthode d'évaluation de la performance technique des installations goutte à goutte

La performance technique des installations en kits d'irrigation goutte à goutte a été évaluée à partir du calcul du coefficient d'uniformité (CU) suivant la formule de Keller et Karmeli (1974) :

$$CU = \frac{\text{Moyenne des 4 débits minimal}}{\text{Moyenne des 16 débits}} \times 100 \quad \text{Équation 1}$$

Suivant cette méthode, quatre (04) rampes ont été choisies sur le porte-rampe. Il s'agit de la première rampe, la dernière rampe et les rampes situées aux tiers (1/3) et deux tiers (2/3) de la longueur de ce porte-rampe. Sur le même principe, les goutteurs ayant fait l'objet de mesure de débit ont été choisis comme suit : le premier goutteur, le dernier goutteur et les goutteurs situés aux tiers (1/3) et deux tiers (2/3) de la longueur de la rampe (figure 2).

Les goutteurs étant choisis, un gobelet gradué a été placé sous le goutteur et à l'aide d'un chronomètre, la durée mise par ce goutteur pour égoutter un volume d'eau donné a été déterminée. Le volume d'eau recueillie et la durée de remplissage connus ont été utilisés pour calculer le débit q (l/h) du goutteur à partir de la formule :

$$Q \text{ (l/h)} = \frac{\text{Volume (litre)}}{\text{Durée (heure)}} \times 100 \quad \text{Équation 2}$$

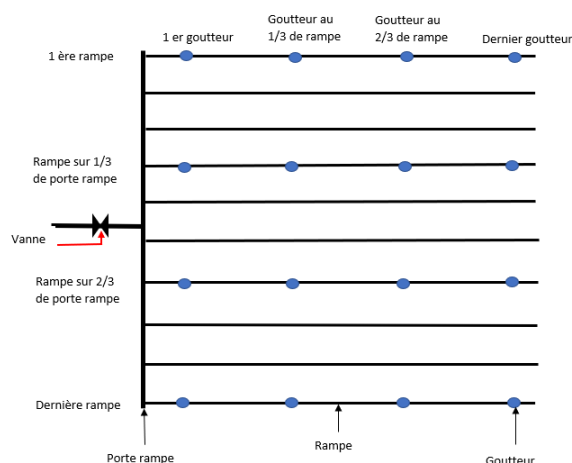


Figure 2. Schéma illustrant les rampes et les goutteurs choisis pour déterminer le débit sur la parcelle

Le débit de seize (16) goutteurs étant déterminés, le coefficient d'uniformité (CU) a été calculé à partir de l'Equation 1. Le CU est un paramètre hydraulique des systèmes d'irrigation goutte à goutte qui indique par exemple une baisse du débit d'un goutteur, qui pourrait s'expliquer soit par une baisse de pression dans le réseau, soit par un colmatage. Les différentes valeurs du coefficient d'uniformité pour l'appréciation du fonctionnement d'un réseau d'irrigation goutte à goutte sont indiquées dans le tableau 1.

Tableau 1. Critères d'appréciation du coefficient d'uniformité (Keller et Karmeli, 1974).

Coefficient d'uniformité	Niveau d'uniformité du réseau
CU > 90	Excellent
80 < CU < 90	Satisfaisant
70 < CU < 80	Médiocre
CU < 70	Mauvais

Le logiciel Microsoft Excel a été utilisé pour les différents calculs et l'élaboration des graphiques.

3. RESULTATS

3.1. Coefficient d'uniformité et variation des débits des goutteurs des kits installés

Les coefficients d'uniformité pour des différentes installations en kit d'irrigation goutte à goutte de type familial étudiées sont de 86,8 % pour le périmètre de Gamè, 93,05 % pour le périmètre de Ségbé et 95,0 % pour le dispositif de SEAL. Il ressort de ces valeurs que les dispositifs d'irrigation goutte à goutte installés ont une uniformité au moins satisfaisante. Ceci montre que l'eau est uniformément distribuée sur la parcelle.

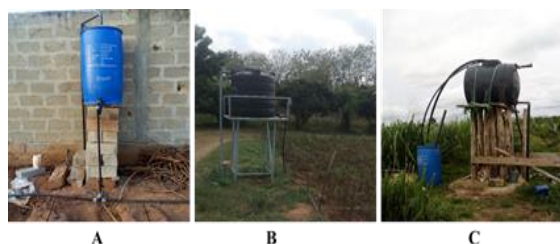
Cependant, bien qu'on ait une distribution homogène de l'eau sur les périmètres étudiés, les

débites écoulés sont en deçà du débit nominal. En effet, les débits des goutteurs mesurés pour chaque site étudié sont tous inférieurs au débit nominal. Les écarts de débits varient de 20 à 47 % pour le site de Gamè, 61 à 67 % pour le site de Ségbé et 54 à 58 % pour le dispositif de la SEAL de l'ESA/UL (tableau 2).

Tableau 2. Variation des débits des goutteurs des kits installés

Sites	Moyenne de 16 débits mesurés (litre/heure)	Débits nominaux (litre/heure)	Ecart de débits moyens avec le débit nominal (%)
Gamè	1,25	2,00	37,50
Ségbé	0,72	2,00	64,00
SEAL	0,89	2,00	55,50

Par ailleurs, les hauteurs de support des réservoirs d'eau pour les family drip system dans les systèmes maraîchers du Togo ne dépassent guère 5 m (figure 2). Ces hauteurs pour les sites d'étude varient de 1,2 à 3 m, soit des pressions de service comprises entre 0,12 et 0,30 bar.



Réservoir du périmètre de Ségbé A (hauteur = 1,2 m),
Réservoir du périmètre de SEAL B (hauteur = 1,5 m) et
Réservoir du périmètre de Gamè C (hauteur = 3 m)

Figure 2. Supports et réservoirs des périmètres des trois sites étudiés

4. DISCUSSION

Les résultats de ce travail ont montré que les écarts entre le débit nominal et les débits moyens effectivement délivrés sont très élevés. Les quantités d'eau apportées seraient en deçà des besoins des cultures, puisque l'estimation des doses d'irrigation a été effectuée en tenant compte du débit nominal des goutteurs. Ces résultats corroborent avec ceux de Batiébo (2006) qui a montré qu'au niveau des parcelles, les volumes d'eau apportés par arrosage en irrigation goutte à goutte restent insignifiants par rapport aux besoins des cultures. La non satisfaction des besoins hydriques des cultures expliquerait que même si la technologie est efficace, les rendements obtenus sous les systèmes d'irrigation goutte à goutte soient relativement faibles par rapport au système traditionnel qui consiste à apporter l'eau manuellement aux cultures par des arrosoirs (Hama *et al.*, 2018).

Par ailleurs, les écarts entre le débit moyen des goutteurs et le débit nominal seraient dû à une pression insuffisante dans le réseau. Ces résultats confirment ceux de Sonou et Abric (2010) qui estiment que le débit à travers chaque goutteur est directement lié à la pression d'alimentation en eau du système. En effet, les systèmes d'irrigation goutte à goutte de type familial sont moins exigeants en pression de service. Néanmoins, la pression de service à assurer au niveau des "goutteurs" est de 0,5 à 1 bar, soit 5 à 10 m de colonne d'eau de sorte qu'il est possible de se passer de pompe ou de surpresseur en surélevant simplement le réservoir de stockage d'eau à 7 ou 8 mètres du sol (FAO, 2012). Les hauteurs de support des réservoirs d'eau pour les family drip system dans les systèmes maraîchers du Togo ne dépassent guère 5 m, soit 0,5 bar. Cette insuffisance de pression de service dans les réseaux provoquerait la sous irrigation et favoriserait le colmatage des goutteurs. En conséquence, il conviendrait d'utiliser le débit moyen mesuré après l'installation des kits pour évaluer les besoins en eau des cultures à irriguer ainsi que la durée de l'irrigation en lieu et place du débit nominal indiqué par le fabricant en vue de satisfaire les besoins hydriques réels des plantes.

5. CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Les kits d'irrigation goutte à goutte de type familial adaptés aux petites surfaces sont actuellement en cours de promotion et d'adoption dans les systèmes maraîchers au Togo. Cependant, à cause des faibles performances techniques des installations en kit d'irrigation goutte à goutte, plusieurs dispositifs sont abandonnés au profit des techniques d'irrigation par bande perforée, voire des techniques manuelles. Les résultats de ce travail révèlent que bien que l'eau soit uniformément répartie sur les périmètres étudiés, le débit des goutteurs de toutes les installations est en deçà de leur débit nominal à cause de l'insuffisance de la pression d'alimentation du réseau. Ce qui pourrait entraîner la sous-irrigation des cultures, donc la baisse des rendements, le colmatage du réseau et par conséquent l'abandon du système.

Pour la conduite et la gestion des installations d'irrigation goutte à goutte, il faudrait utiliser le débit moyen calculé des goutteurs des kits installés en vue d'évaluer la dose effective d'irrigation à apporter aux cultures et non le débit nominal indiqué par le fabricant. Aussi, peut-on améliorer la pression de service en augmentant la hauteur du support du réservoir à plus de 5 m.

Les études ultérieures porteront sur le contrôle systématique des débits nominaux des goutteurs sur les périmètres maraîchers par l'augmentation des pressions de service (utilisation des pompes ou

augmentation des hauteurs de chute d'eau) en vue de réduire l'écart entre les débits indiqués par le fabricant et les débits effectivement délivrés aux cultures.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs sincères reconnaissances à Monsieur TCHAGBELE Mouhaman-Awali, Directeur de la société IRRITOGO Sarlu, au Représentant de NETA FIM™ au Togo et aux maraîchers pour leur collaboration. Ils remercient également Monsieur OURO-Djobo Ashiraf, chercheur au Centre de Recherches Agronomiques de la zone Forestière de l'Institut Togolais des Recherches Agronomiques (CRAF-ITRA) pour la relecture de ce document.

Références

- Aquastat, 2005. *L'irrigation en Afrique en chiffres-Enquête*. pp 1-8: www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/TGO/TGO-CP_fra.pdf
- Balana B., Kabore E., Sawadogo E. R., Trucker J., Bossa A., Sanfo S. & Fonta W. M., 2007. *L'irrigation goutte à goutte peut-elle aider les agriculteurs à s'adapter aux changements climatiques et augmenter leurs revenus ?* Fiche technique 4 p.
- Batiebo E. L., 2006. *Caractérisation et évaluation des performances de l'irrigation goutte à goutte sur les cultures agroforestières en région sahélienne du Burkina Faso : cas de la station de Katchari*. Formation post-universitaire de spécialisation en eau pour l'agriculture et l'approvisionnement des communautés (E.A.C), option : Aménagement hydro agricole (AH), Mémoire de DESS, 61 p.
- Benouniche M., 2014. *Une innovation technique en train de se faire Le goutte à goutte en pratique au Maroc : acteurs, bricolages et efficacités*. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, spécialité : Eaux Continentales et Société (ECS) UM2, Université Montpellier II Sciences et techniques, 144 p.
- Coulibaly R., Zangre A., Barbier B. & Kabore S., 2015. *L'irrigation goutte-à-goutte pour l'économie de l'eau cas du Burkina Faso. 26th Euro-Mediterranean Regional Conference and Workshops « Innovate to improve Irrigation performances »*, 12-15 October 2015, Montpellier, France, 4 p.
- De Bon H., Parrot L. & Moustier P., 2010. Sustainable urban agriculture in developing countries. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 30, 21–32. <https://doi.org/10.1051/agro:2008062>.
- Fader M., Shi S. W., von Bloh A. & Bondeau C., 2016. Mediterranean Irrigation Under Climate Change: More Efficient Irrigation Needed to Compensate for Increases in Irrigation Water Requirements. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 20, 953–973.
- FAO, 2012. *Irrigation goutte à goutte*. RADHORT – Documents, 8 p.
- Hama O., Adamou M. M. & Barage M., 2018. Evaluation des systèmes 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). *Agronomie Africaine*, 30(1), 29 – 44.
- Keller J. & Karmeli D., 1974. Trickle irrigation design parameters. *ASAETransactions*, 17(4), 678-684.
- MAEH, 2016. *Cadre de gestion environnementale et sociale (CGES) du programme national d'investissement agricole et de sécurité alimentaire (PNIASA)*. Rapport final (version actualisée), 139 p.
- Moustier P. & David O., 1996. *Etudes de cas de la dynamique du maraîchage péri-urbain en Afrique Sub-Saharienne*. Projet "Approvisionnement et distribution alimentaires des villes d'Afrique Francophone" GCP/RAF/309/BEL-FRA. CIRAD-FLHOR, UR Economie des filières ; BP 5035, 34032 Montpellier Cedex, 36 p.
- 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, pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome à l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou, au Mali*, 60 p.
- PADAT & CADI-Afrique, 2016. *Opération pilote de micro irrigation (phase II)*. Rapport d'activité du premier trimestre, 17 p.
- Pitts D. J., Haman D. Z. & Smajstrla A. G., 1990. *Causes and prevention of emitter plugging in microirrigation systems*. Institute of Food and Agricultural Science Bulletin No. 258, Univ. of Florida, Gainesville, FL.
- Robbiati G., Faye A., Ngom Y., Ngom M. & Valori F., 2013. *Exploitations horticoles avec irrigation goutte à goutte dans le bassins arachidier*. Rapport n° 5, 122 p.
- Sirima V., 2007. *Analyse des contraintes d'utilisation des technologies de maîtrise de l'eau d'irrigation, promues par l'association des professionnels de l'irrigation privée et des activités connexes (APIPAC)*. Mémoire du DESS, 82 p.
- Smith M., Muñoz G. & Alvarez J. S., 2014. *Techniques d'Irrigation pour les Agriculteurs à Petite Échelle : pratiques clés pour les praticiens de la RRC* FAO, Rome, 52 p.
- Sonou M. & Abric S., 2010. *Capitalisation d'expériences sur le développement de la petite irrigation privée pour des productions à haute valeur ajoutée en Afrique de l'Ouest*. Rapport final, 140 p.
- Supreme G., 2011. *Évaluation de la Performance Technique et du Fonctionnement du Système d'Irrigation d'André (quatrième section communale des poteaux, commune des Gonaïves)*. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, option génie rural, Université d'Etat d'Haïti, 62 p.