

Mission d'appui à la Chambre de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Aquaculture de Mayotte pour la gestion durable de l'eau en agriculture sur le territoire insulaire :

- 1- Mise en place et suivi-évaluation d'un démonstrateur d'irrigation à Kaweni**
- 2- Réunions préliminaires pour la structuration collective sur la gestion de l'eau au sein du périmètre hydroagricole d'AGICA - Haboué**
- 3- Prospective pour le montage d'un projet CASDAR "*démultiplication*"**



Photo 1: *Mise en place du système d'irrigation en goutte-à-goutte de surface sur le parcellaire du démonstrateur d'irrigation de Kaweni (sept. 2024)*



Photo 2: *Réunion avec les représentants du groupement d'agriculteurs d'Haboué sur la structuration de l'action collective pour la gestion de l'eau au sein du périmètre hydroagricole d'Haboué-Bajoni (oct. 2024)*

Date : 10/03/2025

Jean Marie Lopez (CIRAD-GEAU)

Table des matières

Préambule	iv
Remerciements.....	iv
I- Démonstrateur d'irrigation économe de Kaweni	1
1.1.Objectifs	1
1.2.Matériel & Méthode	1
1.3.Planches de culture et système d'irrigation localisé.....	3
1.4.Doses d'irrigation	4
1.5.Entretien de la culture.....	5
1.6.Suivi-analyse des données	6
1.7.Résultats & Discussions.....	8
<i>Conditions climatiques.....</i>	8
<i>Irrigations appliquées.....</i>	8
<i>Tensions en eau du sol.....</i>	9
<i>Salissement des planches de salade par les adventices</i>	10
<i>Ravageurs et maladies des plants de salade</i>	11
<i>Productions de biomasse fraîche des plants de salade</i>	11
<i>Poster du démonstrateur d'irrigation.....</i>	12
1.8.Ateliers d'échange et de communication	13
1.9.Conclusion & Recommandations	13
II- Réunions préliminaires pour la structuration collective de la gestion de l'eau au sein du périmètre hydroagricole d'Haboué-Bajoni	16
2.1-Contexte	16
2.2-Perspectives d'accompagnement des agriculteurs envisagées par la CAPAM pour redynamiser le périmètre hydroagricole d'AJK-HB.....	17
2.3-Premières réunions de concertation avec les représentants d'AJK-HB.....	18
III- Prospective pour le montage d'un projet CASDAR de type " <i>Démultiplication</i> "	19
3.1-CASDAR " <i>démultiplication</i> "	19
3.2-Réunions préliminaires avec les groupements de producteur pour le montage du futur projet.....	19

Liste des Tableaux

Tableau 1: Tests d'uniformité spatiale des arrosages GG effectué en début et fin de la période d'irrigation	3
Tableau 2: Doses et durées d'irrigation en goutte-à-goutte déterminées pour les 3 périodes végétatives considérées de la salade.....	5
Tableau 3: Cumuls pluviométriques et sommes degré jour (base 3,5) entre le 02/10 et le 12/11 pour les 3 stades végétatifs des plants de salade	8

Liste des Figures

Figure 1: Schéma (non mis à l'échelle) du démonstrateur d'irrigation de Kaweni (sept. 2024).....	2
Figure 2 : Schéma du dispositif tensiométrique installé à 10-15 et 20-25 cm de profondeur.....	7
Figure 3: Doses d'irrigation délivrées entre le 02 octobre et le 12 novembre sur les modalités culturales irriguées en goutte-à-goutte (modalités 02-03-04) et au tuyau d'arrosage (modalité témoin 01).....	9
Figure 4: Poids de biomasse fraîche des adventices relevés le 24-25/10 sur les différentes modalités culturales du démonstrateur de Kaweni	10
Figure 5: Poids moyen de biomasse fraîche des plants de salade enregistrés sur les différentes modalités culturales du démonstrateur de Kaweni	11

Liste des photos

Photo 1: Mise en place du système d'irrigation en goutte-à-goutte de surface sur le parcellaire du démonstrateur d'irrigation de Kaweni (sept. 2024).....	i
Photo 2: Réunion avec les représentants du groupement d'agriculteurs d'Haboué sur la structuration de l'action collective pour la gestion de l'eau au sein du périmètre hydroagricole d'Haboué-Bajoni (oct. 2024)	i
Photo 3: Parcellaire démonstratif de salade irriguée en goutte-à-goutte de Kaweni (oct. 2024).....	2
Photo 4: Fort salissement des planches irriguées de salade par les adventices les 22-23 octobre 2024.....	6
Photo 5: Présentation du poster du démonstrateur d'irrigation de Kaweni par l'agent de la CAPAM, Abdou Mari, lors de l'évènement agricole de Coconi le samedi 02/11/2024.....	12
Photo 6: Atelier d'échange d'informations organisé sur le parcellaire du démonstrateur de Kaweni le 28/10/24 avec les agriculteurs maraîchers des sites d'Haboué-Bajoni et de Dembéni.....	13

Liste des Annexes

Annexe 1: Termes de référence (TdR) de la mission d'appui de 2024	20
Annexe 2: Poster illustrant les résultats d'essai de paillage	21
Annexe 3: Schéma hydraulique du réseau d'irrigation mis en place sur le démonstrateur de Kaweni en 2024	22
Annexe 4 : Devis des matériels d'irrigation localisée fourni par la société Agrikagna de Combani pour équiper le démonstrateur de Kaweni	23
Annexe 5: Fiches de relevé des biomasses des plants de salade du démonstrateur d'irrigation de Kaweni (campagne expérimentale 2024).....	24

Liste des sigles

AJK-HB	Association d'Ajika Haboué
AMK	Association des Maraîchers de Kaweni
ANOVA	Analyse de la variance
BI	Besoin brut en eau d'Irrigation
BRF	Bois Raméal Fragmenté
CAPAM	Chambre d'Agriculture, de la Pêche et de l'Aquaculture de Mayotte
CASDAR	Compte d'Affectation Spéciale au Développement Agricole et Rural
CIRAD	Centre de coopération Internationale de Recherche en Agronomie pour le Développement
CV	Coefficient de variation
DAAF	Direction de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Forêts
ETM	Evaporation maximale de la culture
ETP	Evapotranspiration potentielle (demande en eau du climat)
FAO	Food and Agriculture Organisation (of the United Nations)
GG	Goutte-à-Goutte
INRAE	Institut National de Recherche en Agronomie, Alimentation et Environnement
MO	Modalité expérimentale
PE	Polyéthylène
PEHD	Polyéthylène haute densité
SMEAM	Syndicat Mixte d'Eau et d'Assainissement de Mayotte
UMR-GEAU	Unité Mixte de Recherche pour la Gestion de l'Eau, Acteurs et Usages

Préambule

La mission d'appui réalisée en septembre-octobre 2024 s'insère dans le cadre de la Convention de partenariat scientifique d'une durée de 3 ans signée en août 2022 entre la Chambre d'Agriculture, de la Pêche et de l'Aquaculture de Mayotte (CAPAM) et le Centre de coopération Internationale de la Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) et son Unité Mixte de Recherche sur la Gestion de l'Eau, Acteurs et Usages (UMR-GEAU) de Montpellier. La thématique d'étude porte sur la gestion de l'eau en agriculture au sein du territoire de Mayotte via les actions pilotes de la CAPAM sous financement du Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire pour la contribution financière du Compte d'Affectation Spéciale au Développement Agricole et Rural (CASDAR 2022-2027).

Faisant suite à celle réalisée en octobre 2023 et conformément à l'avenant N°1 signé en juillet 2024, la mission d'appui avait 3 objectifs :

- i) Mettre en place, suivre et évaluer un démonstrateur d'irrigation économe sur le site de Kaweni (ville de Mamoudzou), basé sur la technique du goutte-à-goutte de surface combinée à des pratiques de paillage végétalisé du sol et d'ombrage des cultures,
- ii) Relancer/Initier la structuration de l'action collective autour de la gestion de l'eau au sein du périmètre hydroagricole d'Haboué-Bajoni (commune de Combani), et
- iii) Etudier fin 2025 les possibilités de montage d'un projet CASDAR de type "*démultiplication*" qui, tout en consolidant les acquis des actions pilotes conduites par la CAPAM entre 2022 et 2025 (4 ans), permettra de multiplier les sites d'intervention à l'échelle de l'île afin d'explorer la variabilité des situations agroclimatiques, d'expérimenter d'autres pratiques agroécologiques enrichissant les référentiels agrotechniques à diffuser et, d'intensifier les ateliers "*au champ*" pour la mise en débat des résultats et la communication-transfert des connaissances en milieu agricole.

Les termes de référence (TdRs) de la mission sont reportés en Annexe 1.

Remerciements

L'expert du CIRAD / UMR-GEAU tient à remercier la CAPAM et, tout particulièrement, son Directeur Technique M. Kadafi Said, pour l'appui logistique fourni tout au long du déroulement de la mission sans lequel il n'aurait pas été possible de mener à bien les différentes tâches relatives à la mise en place et au suivi-évaluation du démonstrateur d'irrigation de Kaweni et à la structuration de l'action collective de la gestion de l'eau sur le périmètre hydroagricole d'Haboué-Bajoni.

L'expert remercie également le technicien de la CAPAM, M. Abdou Mari, nouvellement recruté au sein de la Chambre d'Agriculture et en charge de conduire les actions pilotes du projet CASDAR 2022-2027. M. Abdou Mari a accompagné l'expert Ciradien tout au long de la mission et a fait preuve d'une réelle volonté de mener à bien son travail. Il a activement participé à la mise en place et au suivi du démonstrateur d'irrigation de Kaweni et il a pleinement contribué à la conduite des discussions avec le groupement d'agriculteurs d'Haboué-Bajoni sur la gestion collective de l'eau pour l'irrigation des cultures et l'abreuvement des animaux.

I- Démonstrateur d'irrigation économe de Kaweni

1.1. Objectifs

Dans un contexte de changement climatique induisant une baisse marquée de la pluviométrie et une pression croissante de plus en plus récurrente sur les ressources en eau entre les différents usages (eau domestique vs. eau agricole), le démonstrateur d'irrigation mis en place en octobre 2024 sur le parcellaire de l'Association des Maraîchers de Kaweni (AMK) visait les objectifs suivants :

- Montrer les potentialités de la technique du goutte-à-goutte de surface (GG), combinée au paillage de la surface du sol et à l'ombrière des cultures, en termes d'économie d'eau et de sécurisation voire d'augmentation de la production ;
- Sensibiliser les agriculteurs à bien gérer leurs irrigations en évitant tout sur-arrosage et gaspillage de la ressource notamment en contre saison (juin-novembre) où les tensions sur l'eau sont fortes ;
- Etablir des référentiels agrotechniques et d'irrigation en GG adaptés aux conditions agroclimatiques de Mayotte ;
- Former les irrigants au pilotage "*parcimonieux*" des arrosages en GG c'est-à-dire au plus près des besoins en eau des plantes compte tenu de leur stade de développement végétatif et de la disponibilité de l'eau dans le sol ; et
- Réaliser des ateliers de type "*bout de champ*" considérés comme de véritables plateformes d'échanges d'informations, pour lesquels sont organisées des visites d'agriculteur (et d'écolier) visant à présenter, discuter et mettre en débat les techniques d'économie d'eau et les pratiques agroécologiques testées ainsi que les résultats technico-économiques enregistrés au cours des essais.

1.2. Matériel & Méthode

Le démonstrateur irrigué de Kaweni (Figure 1 et photo 03 en page suivante) occupe une surface qui avoisine les 150 m² (14 x 11 m). Il est composé de 4 modalités culturales constituées chacune d'elle de 3 planches de salade (3 répétitions) d'une surface de l'ordre des 10 m² (11 x 0,9 m) :

- Une 1^{ère} modalité culturale (Modalité 01) représente le témoin pour lequel les plants de salade sont irrigués au simple tuyau non équipé de poire d'arrosage selon les habitudes des agriculteurs de l'AMK ;
- Une 2^{ème} modalité (Modalité 02) pour laquelle l'eau est délivrée au GG sur un sol recouvert de broyas de végétaux (Bois Raméal Fragmenté, BRF) constitués de copeaux de bois déposés à la surface du sol à raison de 3 kg de biomasse sèche par mètre carré de planche. Les analyses chimiques pour connaître la composition du BRF n'ont pas été effectuées. L'objectif recherché du paillis végétal est de limiter les pertes d'eau par évaporation et conserver ainsi l'humidité dans la couche superficielle du sol. Les essais en la matière conduits par la CAPAM en 2023 sur des planches de salade avec et sans paillis végétal, ont en effet enregistré des résultats tout à fait encourageants en termes d'économie d'eau (-15% comparé au témoin) et de production (rendement équivalent au témoin) pour des plants arrosés exclusivement au tuyau (Annexe 2). L'autre effet bénéfique attendu du paillage combiné au GG, est la réduction du salissement des planches par les adventices ;
- Une 3^{ème} modalité culturale (Modalité 03) où les planches sont également alimentées au GG mais placées sous ombrière (taux d'ombrage de 40%). Cette modalité vise à étudier, tout particulièrement, l'effet de l'ombrage sur le développement et la production des cultures à feuilles sensibles au coup de chaleur (stress thermique) pouvant survenir en situation d'arrosage au GG qui, contrairement à

l'aspersion, ne permet pas de rafraîchir les feuilles et d'éviter ainsi tout dessèchement voire brûlure de celles-ci lors des pics de température ;

- et, une 4^{ème} et dernière modalité (Modalité 04) pour laquelle les 3 planches sont irriguées au GG sur un sol laissé à "nu" c'est-à-dire non recouvert d'un paillis végétal ni d'ombrière.

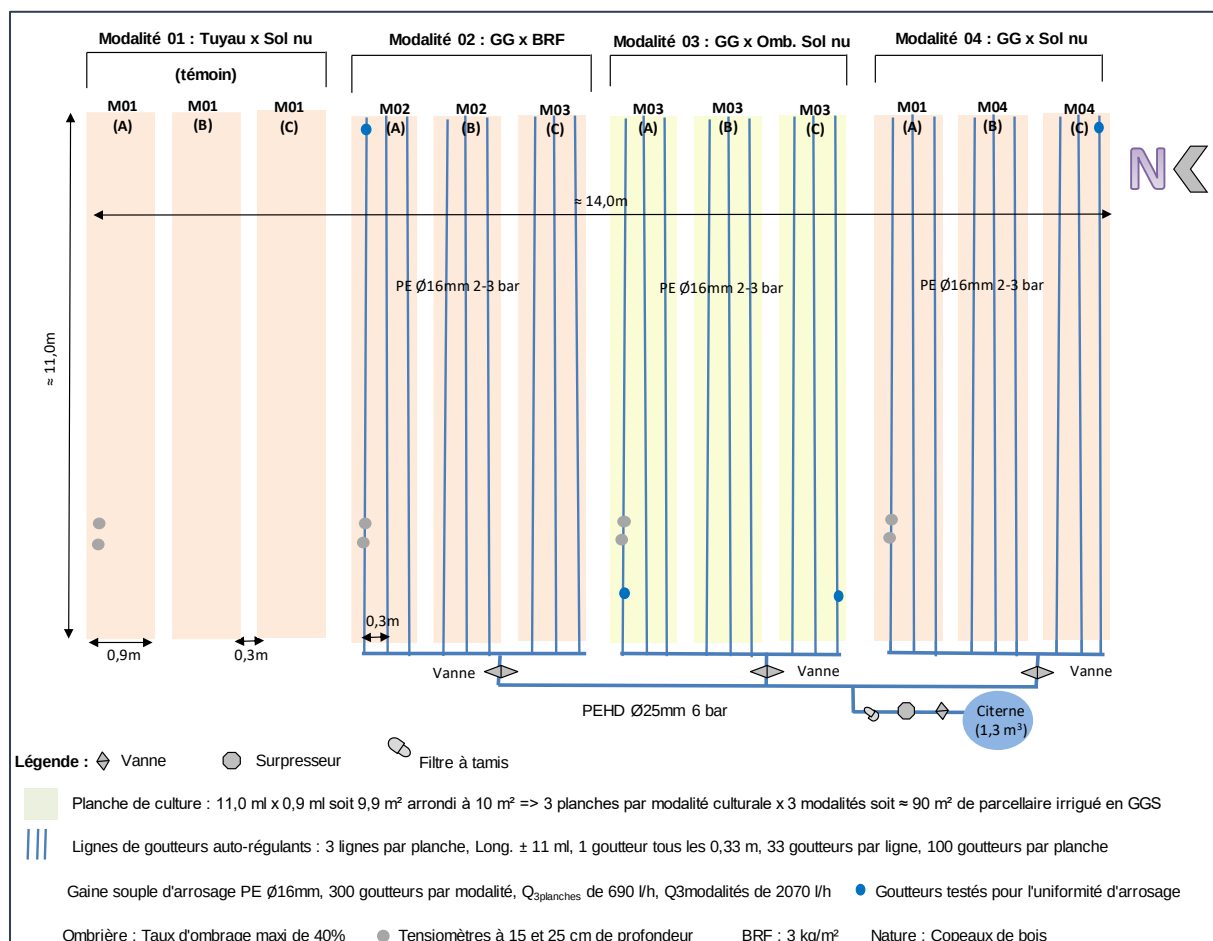


Figure 1: Schéma (non mis à l'échelle) du démonstrateur d'irrigation de Kaweni (sept. 2024)



Photo 3: Parcelle démonstrative de salade irriguée en goutte-à-goutte de Kaweni (oct. 2024)

1.3. Planches de culture et système d'irrigation localisé

Les planches disposent de 3 rangées de salade (variété *Eden*) espacées de plus ou moins 30 cm avec un plant tous les 33 cm sur la rangée, soit en moyenne près de 100 plants par planche. Pour les 3 modalités irriguées en GG, les gaines sont en polyéthylène (PE, Ø16 mm) et équipées de goutteurs auto-régulants localisés tous les 33 cm délivrant un débit de 2,3 l/h pour une plage de pression de fonctionnement de 1,0 à 3,0 bar. Ainsi chaque rangée de salade dispose d'une gaine d'irrigation et chaque salade est arrosée par un goutteur situé normalement à quelques centimètres du plant si les recommandations formulées par les agents de la CAPAM et du CIRAD ont été appliquées ce qui n'a malheureusement pas été le cas sur toutes les planches. En effet, pour les planches de la modalité culturale 02 recouvertes de BRF, de nombreux plants de salade ont été repiqués à mi-distance entre 2 goutteurs¹ ce qui, conséquemment, devrait avoir une incidence sur leur alimentation hydrique et donc sur leur développement foliaire.

Les rampes de goutteur sont connectées à des portes rampes en polyéthylène de haute densité (PEHD, Ø25 mm) équipées chacune d'elle de vanne. Chaque porte rampe permet ainsi d'arroser indépendamment (ou pas) une modalité culturale soit 3 planches de salade et ainsi d'alimenter 9 lignes de goutteur soit un débit par modalité de l'ordre des 700 l/h pour un total de goutteurs avoisinant les 300 unités. Si pour des questions de commodité d'arrosage, les 3 modalités sont irriguées en même temps, le débit du système d'irrigation en GG approche donc les 2100 l/h. C'est dans ces conditions de fonctionnement qu'une série de test de débit des goutteurs a été effectuée en début et fin de cycle de culture afin de vérifier que, d'une part, tous les goutteurs délivraient bien un débit de 2,3 l/h quel que soit leur emplacement sur le réseau de distribution (début vs. fin de ligne) et, d'autre part, l'uniformité spatiale d'arrosage était correcte. Le test a été réalisé sur 4 goutteurs dont 2 situés en début de gaine (modalité culturale 03, planches A et C) et 2 autres en fin de ligne (modalité 02 planche A et modalité 04 planche C) comme indiqué par la Figure 1. Le test qui a consisté à relever dans de petits récipients les volumes d'eau délivrés par les 4 goutteurs sur une durée de 15 secondes, a indiqué un coefficient de variation des volumes mesurés inférieur à 3% laissant supposer que le système d'irrigation a fonctionné correctement tout au long des 7 semaines d'arrosage (Tableau 1).

Tableau 1: Tests d'uniformité spatiale des arrosages GG effectué en début et fin de la période d'irrigation

Goutteur	G1	G2	G3	G4	Coef. Variation CV (%)
Modalité - Planche	M02-A	M03-A	M03-C	M04-C	
Localisation sur la gaine	Fin	Début	Début	Fin	
Début de campagne					
Test N°1 : Vol. (ml)	75,0	75,0	80,0	75,0	3,3%
Test N°2 : Vol. (ml)	75,0	75,0	75,0	75,0	0,0%
Moyennes Tests N°1-2	75,0	75,0	77,5	75,0	<u>1,7%</u>
Fin de campagne					
Test N°3 : Vol. (ml)	70,0	70,0	75,0	70,0	4,0%
Test N°4 : Vol. (ml)	75,0	70,0	70,0	75,0	4,0%
Moyennes Tests N°3-4	72,5	70,0	72,5	72,5	<u>2,0%</u>

¹ Selon les dires des agriculteurs, le recouvrement des goutteurs par le BRF aurait gêné leur localisation et donc le repiquage des plants qui, pour beaucoup d'entre eux, ont été repiqués à plus de 15 cm des arroseurs.

En tête du réseau d'irrigation en GG, ont été installés une citerne en plastique d'une capacité de 1300 litres, suivi d'un surpresseur d'une puissance de 1200 W sous-alimentation électrique pouvant délivrer l'eau à des pressions allant de 1 à 6 bar et un filtre à tamis pour la filtration de l'eau issue d'un puit situé à une cinquantaine de mètre de la citerne. Les équipements susmentionnés sont reliés entre eux par une conduite en PEHD (Ø25 mm) qui alimentent les portes rampes. Le schéma du réseau hydraulique est reporté en Annexe 3. Pour information, l'installation du système d'irrigation localisée a été conçue et pilotée par le fournisseur Agrikagna de Combani qui a mis à disposition 2 agents pour la mise en place du réseau d'irrigation au cours de laquelle une formation sur l'installation, le fonctionnement et l'entretien des équipements a été délivrée aux agriculteurs de l'AMK. L'Annexe 4 présente le devis détaillé des équipements fournis par Agrikagna à la CAPAM : le coût global TTC du système d'irrigation en goutte-à-goutte hors filets ombrière mais incluant la main d'œuvre d'Agrikagna, avoisine les 2667 € pour une surface irriguée prévue à l'origine de l'ordre des 1200 m² soit un coût d'investissement au m² relativement élevé de 2,20 Euros.

Remarque : Les limites du réseau d'irrigation dans sa conception actuelle portent sur l'absence de certains équipements comme, d'une part, un volucompteur qui aurait permis d'enregistrer les volumes d'eau délivrés lors des irrigations successives, d'autre part, un régulateur de pression qui aurait permis comme son nom l'indique de réguler la pression notamment en situation de dysfonctionnement du surpresseur qui, pour des pressions de fonctionnement anormalement élevées, pourrait endommager les goutteurs et, enfin, un manomètre indiquant la pression de l'eau dans le réseau et tout particulièrement si celle-ci venait à chuter ce qui alors indiquerait à l'agriculteur soit une fuite importante au niveau des conduites soit un colmatage du filtre à tamis. Un dernier point peut être mentionné concernant la puissance du surpresseur jugée trop importante pour un dispositif d'arrosage pouvant fonctionner entre 1 à 3 bar dans les conditions de mise en culture du parcellaire de Kaweni. Ainsi un surpresseur de plus faible puissance et donc à moindre coût aurait pu tout à fait être envisagé.

1.4. Doses d'irrigation

Les doses d'arrosage délivrées quotidiennement en GG ont été estimées sur la base des évapotranspirations de référence (ETP) et des coefficients de culture de la salade (k_c). Les doses appliquées journalièrement répondent ainsi aux besoins maxima en eau de la culture (évapotranspiration maximale journalière : $ETM_j = ETP_j \times k_c$). Par manque de données locales, les valeurs d'ETP journalières prises en compte se réfèrent à la station météorologique de Pamandzi (série 1990 - 2020)². Pour les mois d'octobre et de novembre, les valeurs moyennes d'ETP avoisinent ainsi les 5,3 mm par jour.

Les valeurs de k_c de la salade sont issues de la FAO (#33) sur les besoins en eau des cultures et pour des raisons de simplification, 3 valeurs ont été considérées correspondantes à 3 stades de développement de la culture : une 1^{ère} valeur du coefficient égale à 0,5 au cours de la semaine qui suit le repiquage des plants jusqu'au stade 3-4 feuilles, une 2^{ème} valeur de 0,7 au cours de la 2^{ème} semaine de développement végétatif et, une 3^{ème} et dernière valeur de k_c égale à 1,0 pour les 2-3 dernières semaines du cycle de la culture (récolte des plants effectuée du 12 au 15 novembre).

L'efficacité du réseau d'irrigation a également été prise en compte soit 90% pour déterminer les besoins bruts d'irrigation journaliers ($BI_j = ETM_j / 0,9$). Connaissant les valeurs de BI_j exprimées en mm

² meteo.data.gouv.fr

d'eau ainsi que la dose horaire délivrée à un plant de salade par un goutteur³, les temps d'arrosage ont ainsi pu être déterminés pour les 3 périodes de développement de la culture considérées. Les temps d'irrigation ont été fournis aux représentants de l'Association pour des arrosages appliqués quotidiennement sauf si des pluies relativement importantes (supérieures à 15 mm) venaient à se produire. Les doses d'irrigation et les temps à prendre en compte pour les délivrer sont reportés dans le tableau 2. Pour les différentes périodes végétatives considérées, les temps d'arrosage varient de 7 à 15 minutes pour des doses journalières qui évoluent de 2,8 à 5,6 litres d'eau au m² (ou mm d'eau).

Tableau 2: Doses et durées d'irrigation en goutte-à-goutte déterminées pour les 3 périodes végétatives considérées de la salade

Date / Période	Stade végétatif	Jour après repiquage (-)	Dose journalière (litres d'eau/m ²)	Temps d'arrosage (minutes)
02 - 09/10	Croissance végétative 01	1 à 7	2,8	7
10 - 16/10	Croissance végétative 02	8 à 14	4,2	11
17/10 - 12/11	Croissance végétative 03	15 à 40	5,6	15

Concernant les arrosages délivrés par tuyau sur les 3 planches de la modalité culturale 01 considérée comme le témoin du démonstrateur, faute d'un compteur d'eau en sortie de la station de pompage de l'eau du puits, les volumes d'eau appliqués par les agriculteurs ont été déterminés sur la base du débit moyen du tuyau estimé à 0,65 l/s⁴ et du temps d'arrosage des 3 planches soit, en moyenne, près de 3 minutes. Par ailleurs, contrairement au goutte-à-goutte, les maraîchers ont très souvent irrigué en début de matinée et fin d'après-midi soit 2 irrigations par jour. Enfin, quel que soit le stade végétatif de la salade, la dose journalière d'irrigation appliquée par les maraîchers de l'Association de Kaweni est restée identique soit près de 8,0 mm dont la moitié délivrée en début de matinée et l'autre en fin d'après-midi.

1.5. Entretien de la culture

Il n'y a pas eu d'application de fumure de fond (N, P et K) avant le repiquage des plants et, notamment, de fientes de poule comme l'avait préalablement recommandé la CAPAM en raison du retard de livraison du produit par le fournisseur. Un apport d'urée (46%N) a été effectué les 23-24 octobre soit très tardivement après plus de 20 jours après le repiquage. L'engrais azoté a été appliqué manuellement - à raison de 100 unités de N soit 217 kg d'urée par hectare -, sur les 3 planches de la modalité culturale 01 irriguées au tuyau. Sur les 3 autres modalités culturales arrosées en GG, l'urée a été appliqué par fertirrigation sur les 90 m² de planche de salade. Ainsi 2 kg d'urée ont été dilués dans la citerne en plastique pour un volume d'eau de plus ou moins 1000 litres soit une concentration de l'ordre des 2 g/l. Les 100 unités d'azote ont été délivrés en 2 arrosages compte tenu des 500 litres d'eau dont les 90 m² de planche avaient besoin les 23 et 24 octobre. L'application tardive de l'urée pourrait constituer une certaine limite du démonstrateur d'irrigation dans la mesure où la culture

³ Dose horaire délivrée (mm/h) = Débit du goutteur (l/h) / Surface mouillée (m²) du goutteur, supposée plus ou moins égale au produit de la distance entre goutteur sur la gaine (0,33 m) par la distance entre lignes de goutteurs (0,30 m) soit plus ou moins 0,10 m²

⁴ Temps de remplissage d'un seau de 11 litres de 17 secondes soit $Q_{\text{tuyau}} \approx 0,65 \text{ l/s}$

pourrait avoir souffert du manque de nutriment azoté tout au long des 2 premières semaines après le repiquage (phase de croissance active).

L'autre limite de la conduite de la culture sur le démonstrateur d'irrigation de Kaweni se réfère au désherbage manuel effectué là encore très tardivement les 24-25 octobre (soit plus de 22 jours après le repiquage) avec, comme conséquence, un fort salissement des planches par les adventices comme l'illustre la photo 04.



Photo 4: Fort salissement des planches irriguées de salade par les adventices les 22-23 octobre 2024

Enfin, il n'y a pas eu d'application de produit chimique de lutte contre les ravageurs, parasites et/ou maladies compte tenu de l'absence notable de bioagresseurs (pucerons, escargots, limaces, etc.) et de pourritures (champignons, bactéries) sur la très grande majorité des plants de salade.

1.6. Suivi-analyse des données

Le suivi du démonstrateur a porté principalement sur les quantités d'eau délivrées quotidiennement, le salissement des planches par les adventices, le nombre de plants de salade endommagés par les maladies et/ou ravageurs et, enfin, sur la production de biomasse (matière fraîche) enregistrée à la récolte. Concernant la production de biomasse, l'indicateur retenu a été le poids moyen d'un plant de salade enregistré sur chaque planche de culture. Les fiches vierges de relevé des données sont reportées en Annexe 5. Les données ont fait l'objet d'une analyse statistique, de type *Anova*, basée sur la différence des moyennes intermodalités, d'une part, et sur la variabilité inter / intra-modalités, d'autre part. Le suivi des indicateurs susmentionnés a été effectué et/ou contrôlé par l'agent de la CAPAM.

Les conditions d'humidité du sol ont également fait l'objet d'un suivi réalisé à l'aide de sondes tensiométriques Watermark. Ainsi, 2 tensiomètres ont été installés sur l'une des 3 planches de chaque modalité culturale (Figure 1, p. 2) : le premier à 10-15 cm de profondeur et le second à 20-25 cm (Figure 2, page suivante). Faute de centrale d'acquisition automatique des données, les relevés des tensions en eau du sol ont été effectués manuellement et retranscrits sur une fiche par l'agent de la CAPAM à raison de 3 à 4 lectures hebdomadaires via un boîtier électronique qui, une fois connecté aux fils électriques des sondes et après avoir rentré la température approximative du sol (23-25°C), fournit la valeur de la tension en eau. L'analyse des données a été réalisée à *posteriori* pour caractériser les conditions d'alimentation hydrique des plants de salade tout au long de la campagne d'irrigation⁵. Enfin, faute de pluviomètre installé sur site, les quelques pluies survenues entre le repiquage (02/10) et la récolte des plants de salade (12/11) ont été fournies par le service météorologique de Mayotte. Le poste pluviométrique de référence⁶ est situé à Mamoudzou à quelques kilomètres du démonstrateur d'irrigation de Kaweni.

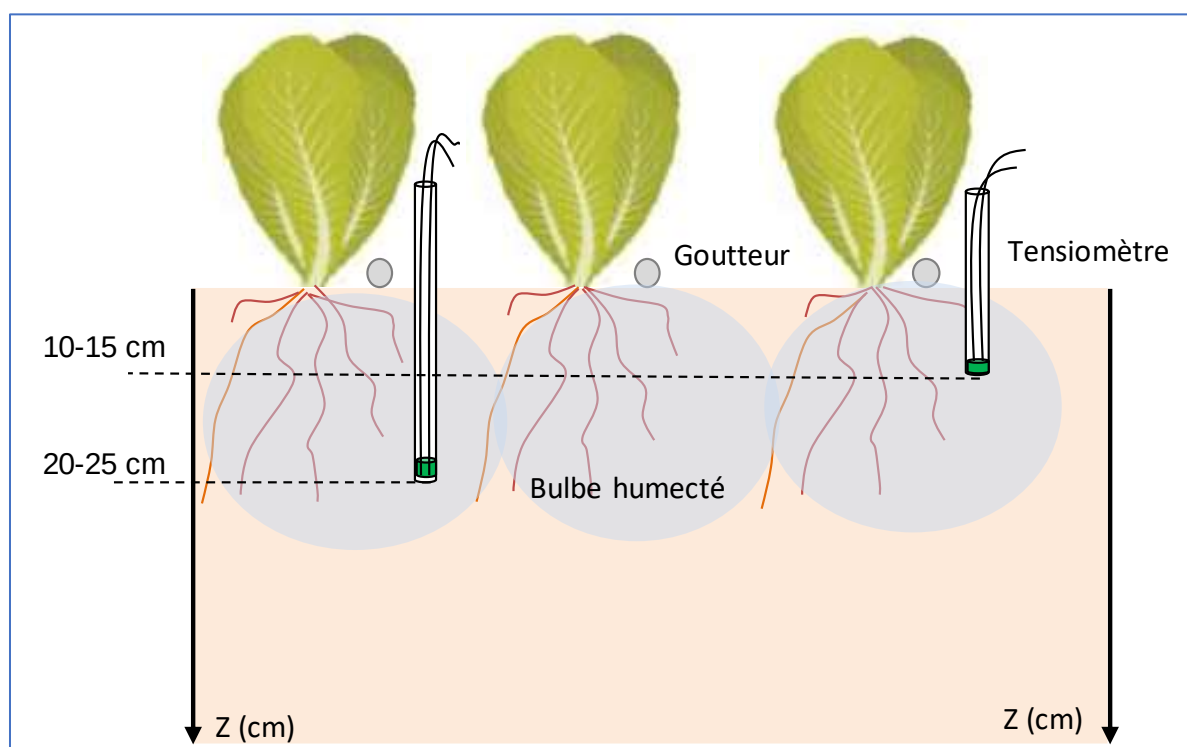


Figure 2 : Schéma du dispositif tensiométrique installé à 10-15 et 20-25 cm de profondeur

⁵ Les équipements auraient également pu être utilisés pour le pilotage des arrosages sur la base de valeurs seuils de tension en eau de déclenchement des irrigations (30-40 cb). Cette possibilité d'utilisation des tensiomètres n'a pas été envisagée en 2024 sur le démonstrateur de Kaweni mais elle pourrait éventuellement l'être sur le(s) prochain(s) démonstrateur(s) si les maraîchers y sont favorables et après avoir reçu une formation.

⁶ Poste N° 98611001 : Latitude : 12°45'53" S ; Longitude : 45°13'46" E ; Altitude : 16 m

1.7. Résultats & Discussions

Conditions climatiques

Les conditions climatiques de développement des plants de salade entre le 02 octobre et le 12 novembre 2024 sont caractérisées par les cumuls des pluies et les sommes de degré jour⁷ au cours des 3 phases végétatives considérées (Tableau 3).

Tableau 3: Cumuls pluviométriques et sommes degré jour (base 3,5) entre le 02/10 et le 12/11 pour les 3 stades végétatifs des plants de salade

Phase végétative	Croissance 01	Croissance 02	Croissance 03	Cycle
Période	02 – 09/10	10 – 16/10	17/10 – 12/11	02/10 – 12/11
Jour après repiquage	1 à 7	8 à 14	15 à 40	40
Pluie (mm)	7	25	50	82
Σ degré-jour 3,5	212	165	657	1034

Sur les 40 jours de cycle végétatif de la salade, un cumul de 82 mm de pluie a été enregistré dont près de 7% lors de la 1^{ère} semaine après le repiquage, près de 30% au cours de la 2^{ème} semaine et plus de 60% de la 3^{ème} semaine à la récolte. Sur les 82 mm de pluie cumulée, 58 mm (plus de 70%) sont tombés en seulement 2 pluies, celle du 14 octobre (25 mm) et celle du 08 novembre (33 mm) survenue quelques jours avant la récolte. Il va de soi que les totaux pluviométriques élevés enregistrés à partir de la 2^{ème} semaine après repiquage, ont eu un impact certain sur l'effet escompté de l'efficacité du système de GG en comparaison de l'aspersion au tuyau pratiquée sur la modalité témoin 01, ainsi que sur le développement des adventices notamment si les opérations de sarclage n'ont pas été effectuées dès que nécessaire comme initialement recommandé. Concernant les cumuls de température (base 3,5), les plants de salade situés hors de l'ombrière (modalité culturale 03) et récoltés à partir du 12 novembre, ont bénéficié de plus de 1030°C de chaleur pour opérer leur développement végétatif complet.

Irrigations appliquées

Les doses d'irrigation appliquées entre le 02 octobre et le 12 novembre 2024 sur les différentes modalités culturales du démonstrateur de Kaweni sont reportées sur la Figure 3 (page suivante). En l'absence de compteur d'eau, rappelons que les apports d'eau ont été estimés à partir des débits des équipements (goutteur vs. tuyau d'arrosage) et des temps d'arrosage relevés par les irrigants eux-mêmes.

Sur l'ensemble du cycle végétatif des plants de salade, un total de 242 litres au mètre carré a été délivré au tuyau sur les 3 planches de la modalité culturale 01 (témoin) contre seulement 162 litres/m² en GG pour les 3 autres modalités soit une économie d'eau de 33%. Les économies d'eau d'irrigation

⁷ Base 3,5 pour la salade in "Water budget and crop modelling for agrivoltaic systems: application to irrigated lettuces". Elamri, Y., B. Cheviron, J.M. Lopez, C. Dejean, T. Frisson et G. Belaud. 2017b. Agricultural Water Management

ont été les plus importantes lors des 2 premières semaines après repiquages soit plus de 60% pour la première et plus de 40% pour la seconde semaine.

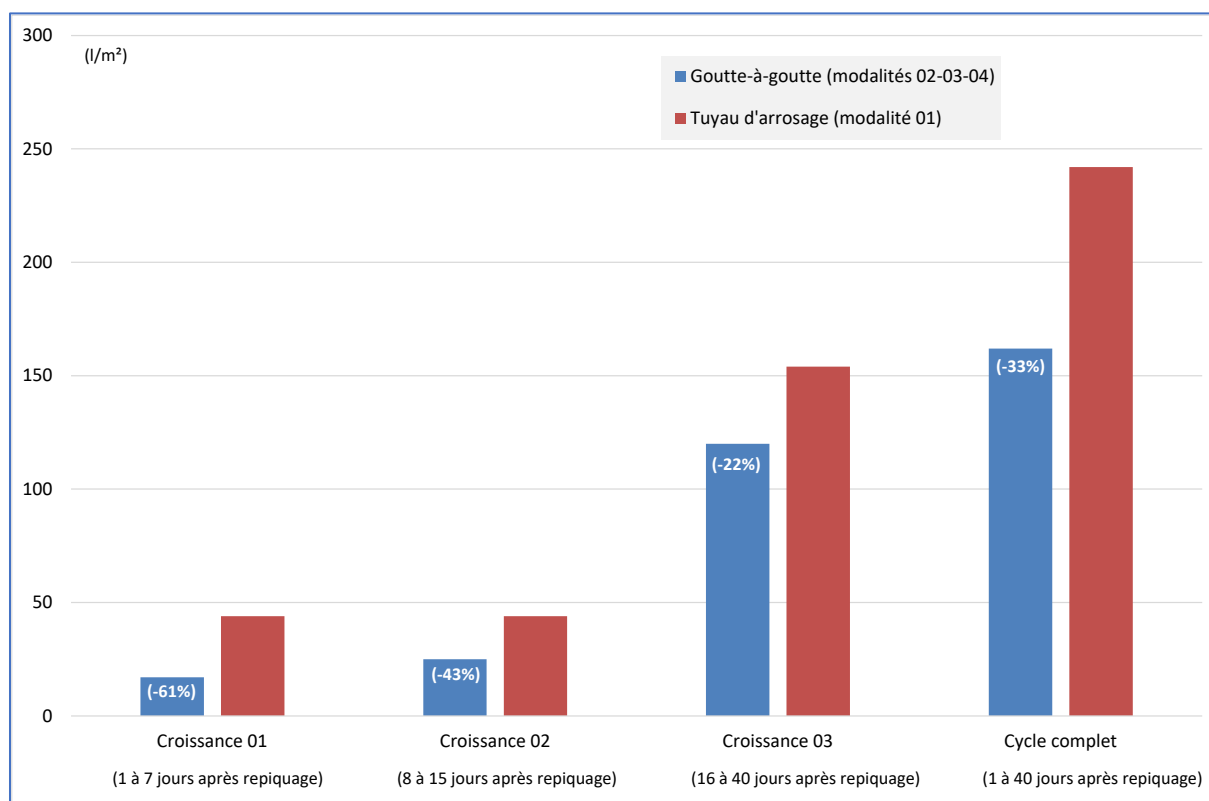


Figure 3: Doses d'irrigation délivrées entre le 02 octobre et le 12 novembre sur les modalités culturales irriguées en goutte-à-goutte (modalités 02-03-04) et au tuyau d'arrosage (modalité témoin 01)

L'irrigant maraîcher a appliqué les mêmes doses d'arrosage quel que soit le stade végétatif des plants de salade contrairement aux irrigations délivrées en goutte-à-goutte où les besoins en eau ont varié au fur et à mesure du développement des plants de salade avec la prise en compte des coefficients culturaux k_c différenciés selon le stade végétatif. Ainsi, si l'on prend en compte les pluies enregistrées entre le repiquage et la récolte, les plants de salade (et les adventices) ont bénéficié d'un apport hydrique de 324 l/m² sur la modalité témoin irriguée au tuyau contre 244 l/m² sur les modalités équipées de GG soit pour une densité de culture de 9 plants au m², un apport d'eau pluviométrique et d'arrosage de 36 litres par salade (et adventices) irriguée au tuyau contre 27 litres en GG (soit -25%).

Tensions en eau du sol

Les relevés bi et/ou trihebdomadaires des tensions en eau du sol à 15 et 25 cm de profondeur ont indiqué des valeurs généralement supérieures à -20 cb sur la très grande majorité du cycle végétatif des plants de salade, soit des conditions d'humidité du sol globalement non limitantes pour la culture. Néanmoins, les conditions favorables d'accès à l'eau (et aux éléments nutritifs dont l'azote) ont également profité aux adventices qui, rappelons-le, n'ont pas fait l'objet de sarclage au fur et à mesure de leur développement induisant ainsi un fort salissement des planches comme mentionné dans le paragraphe "Entretien de la culture" en page 6. Ainsi, la compétition hydrique et azotée entre les différentes espèces a très probablement pénalisé le développement des plants de salade qui, conséquemment, n'ont pas pu exprimer leur potentiel de production.

Salissement des planches de salade par les adventices

Les productions élevées de biomasse fraîche d'adventice relevées lors de l'opération de sarclage manuel du 24-25 octobre soit plus de 22 jours après le repiquage des plants, témoignent du salissement important des planches des différentes modalités culturales du démonstrateur de Kaweni. Les poids de biomasse fraîche varient de 229 g/m² pour la modalité culturale 02 conduite en GG avec un paillis de surface jusqu'à 574 g/m² pour la modalité 03 sous ombrière et arrosée en GG (Figure 4). Les résultats de l'*Anova* au seuil de probabilité de 95% indiquent 2 classes différentes : une 1^{ère} classe (a) constituée des modalités culturales 01 (tuyau x sol nu), 03 (GG x Omb.) et 04 (GG x sol nu) et une 2^{ème} classe (b) représentée par la modalité 02 (GG x BRF). L'*Anova* souligne ainsi l'effet hautement significatif du paillis constitué de BRF à raison de 3 kg de broyas par m², pour limiter drastiquement le développement des adventices. En comparaison des biomasses produites sur les modalités 01, 03 et 04, le BRF a permis de réduire de 44%, en moyenne, la production de biomasse d'adventice.

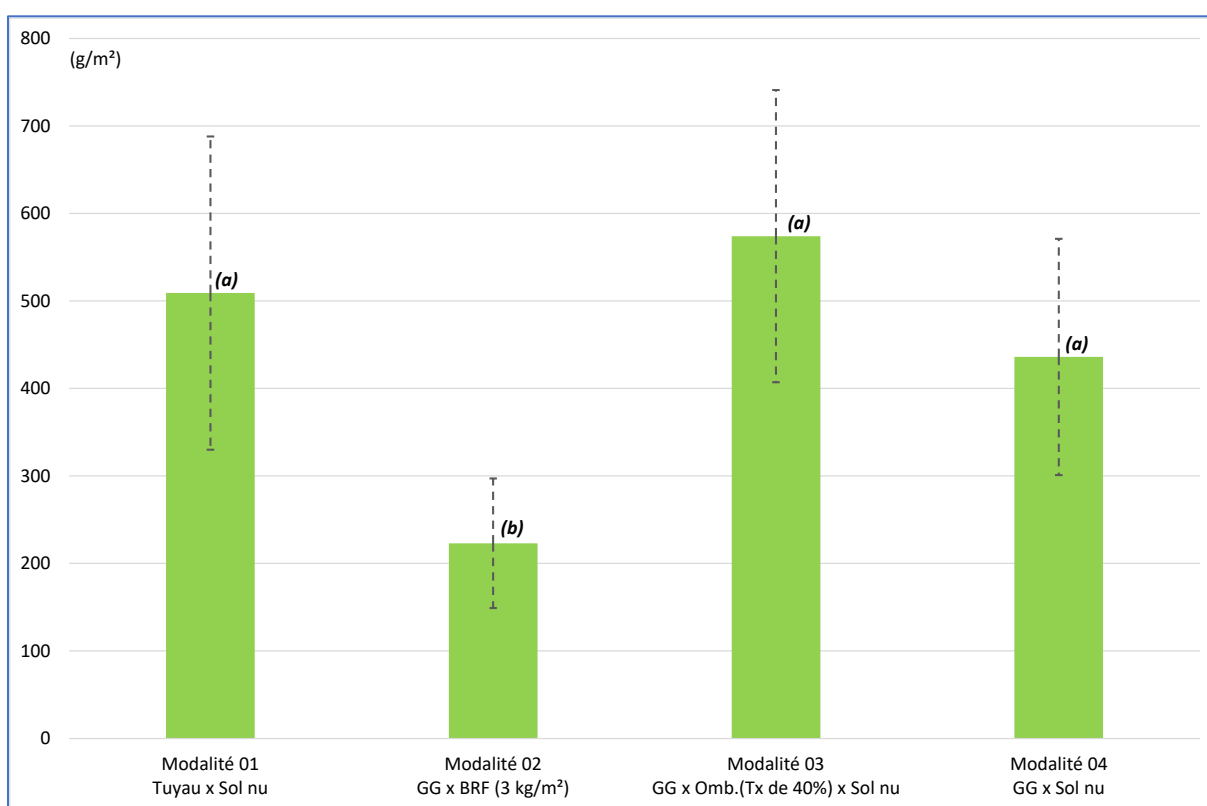


Figure 4: Poids de biomasse fraîche des adventices relevés le 24-25/10 sur les différentes modalités culturales du démonstrateur de Kaweni

Comme mentionné précédemment à plusieurs reprises, les valeurs élevées de biomasse d'adventice enregistrées les 23-24 octobre s'expliquent par l'absence de sarclage précoce qui aurait dû être pratiqué 1 à 2 semaines après le repiquage par les maraîchers de l'Association. Elles témoignent également de l'important stock grainier se trouvant dans le sol du parcellaire de l'AMK ; Stock grainier qui devrait être réduit au maximum soit par une rotation raisonnée des plantes cultivées soit par des faux semis. Parmi les espèces observées les plus présentes, on notera le pourpier, l'Amaranthe et le chiendent.

Ravageurs et maladies des plants de salade

Le suivi sanitaire des plants de salade réalisé par l'agent de la CAPAM a démontré l'absence totale de dégâts causés par des ravageurs (limace, escargot, puceron, etc.) et des maladies (champignon, virus, bactérie). Conséquemment, il n'y a pas eu de traitement appliqué par les maraîchers de l'Association.

Productions de biomasse fraîche des plants de salade

Le poids moyen de biomasse fraîche des plants de salade a été retenu comme indicateur pour caractériser les performances de production enregistrées sur les planches des différentes modalités culturales du démonstrateur de Kaweni. Les poids moyens ont varié de 190 g (± 41) sur la modalité 02 (GG x BRF) à 231 g (± 44) sur la modalité 04 (GG x sol nu) et, jusqu'à 276 g (± 13) sur la modalité 03 (GG x Omb.) et 280 g (± 18) sur la modalité 01 (tuyau x sol nu). Les résultats sont présentés sur la Figure 5.

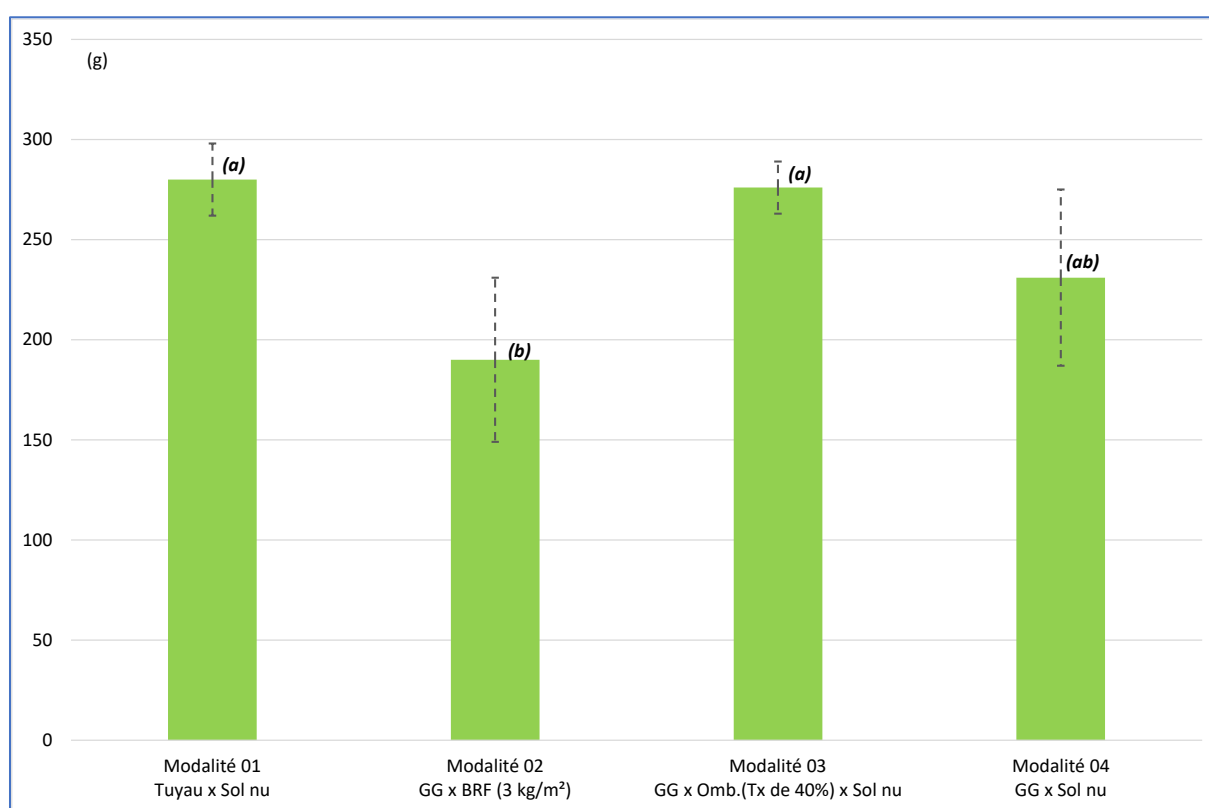


Figure 5: Poids moyen de biomasse fraîche des plants de salade enregistrés sur les différentes modalités culturales du démonstrateur de Kaweni

L'Anova classe les modalités 01 (tuyau x sol nu) et 03 (GG x Omb.) dans un même groupe (a) indiquant ainsi que les poids moyens des plants de salade de ces 2 modalités culturales ne sont pas significativement différents au seuil de probabilité de 95%. La modalité 02 (GG x BRF) qui a enregistré les poids les plus faibles est la seule qui se différencie des autres modalités culturales et elle est classée par l'Anova dans un groupe distinct (b). Quant à la modalité 04 (GG x sol nu), l'Anova la classe à la fois dans le groupe (a) et dans le groupe (b) compte tenu de la variabilité inter-planches élevée enregistrée sur cette modalité.

Les performances de production des modalités 03 (GG x Omb.) et 04 (GG x sol nu) équipées en GG auraient pu être beaucoup plus élevées si le contrôle des adventices avait été effectué correctement. En effet, contrairement à la modalité 01 (tuyau x sol nu) où les plants ont été beaucoup plus arrosés (+ 33%), ceux des modalités irriguées en GG ont bénéficié de doses d'arrosage déterminées au plus près de leurs besoins croissants au fil de leur développement végétatif. Conséquemment, les plants ont été beaucoup plus impactés par la compétition hydrique induite par les adventices. Concernant la modalité 02 (GG x BRF), la principale raison porte sur l'éloignement trop important (plus de 15 cm) de très nombreux plants par rapport aux goutteurs. Il va de soi que dans ces conditions d'éloignement, les plants de salade ont souffert d'une alimentation hydrique (et azotée) déficiente et notamment les plantules au cours des 2 premières semaines après repiquage en comparaison des plants des autres modalités qui eux ont été, pour leur très grande majorité, situés à proximité des goutteurs. Le repiquage déficient sur la modalité BRF pourrait s'expliquer, selon les dires des agriculteurs, par la gêne occasionnée par le broyas recouvrant les gaines pour repérer la localisation des goutteurs. En tout état de cause, pour cette modalité il n'y a pas eu l'attention requise de la part des ouvriers agricoles pour la mise en place des plants à proximité des goutteurs. L'autre explication qui pourrait être avancée mais de moindre impact sur l'alimentation hydrique des plants, est l'absorption d'une partie de l'eau d'irrigation par le broyas. Aussi, si la modalité BRF devait être maintenue sur les futurs démonstrateurs, l'application de doses majorées de 10-15% devra être recommandée pour compenser l'absorption d'une partie de l'eau par le paillis, comme c'est le cas en situation d'aspersion sur grandes cultures (maïs, sorgho, soja, etc.) conduites sur sols non travaillés et recouverts de résidus de végétaux.

Poster du démonstrateur d'irrigation

Le démonstrateur d'irrigation de Kaweni et les premiers résultats enregistrés en cours d'essai agronomique, ont fait l'objet d'un poster qui a été présenté au stand de la CAPAM lors de l'évènement agricole régional qui s'est tenu le samedi 02 novembre au Lycée agricole de Coconi (Photo 05).

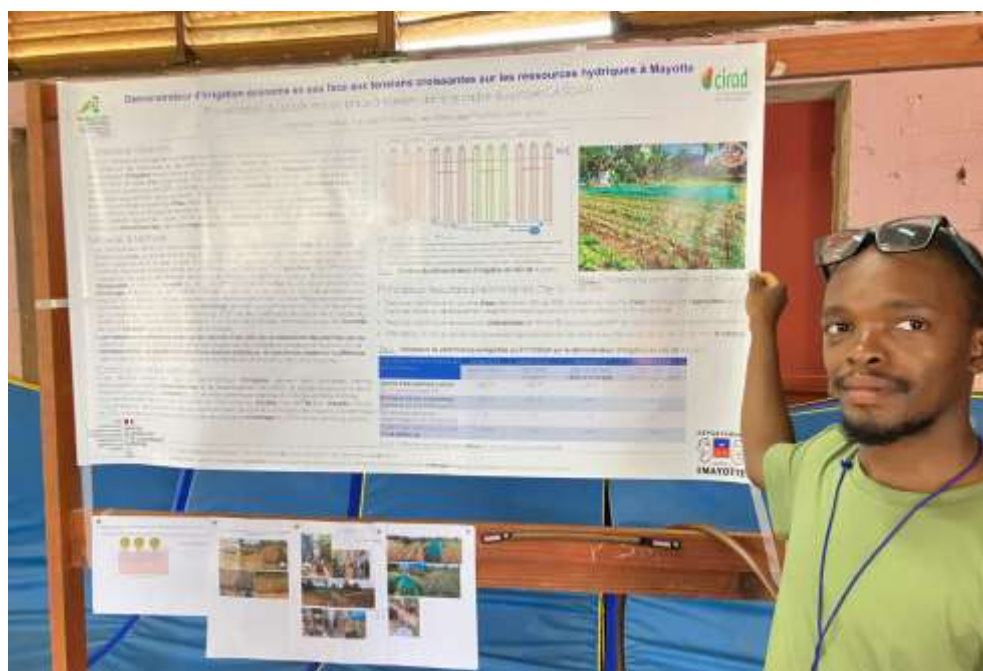


Photo 5: Présentation du poster du démonstrateur d'irrigation de Kaweni par l'agent de la CAPAM, Abdou Mari, lors de l'évènement agricole de Coconi le samedi 02/11/2024

1.8. Ateliers d'échange et de communication

Le démonstrateur d'irrigation de Kaweni a fait l'objet de plusieurs mini-ateliers (3) au cours du mois d'octobre 2024. Le 1^{er} atelier a été consacré à la formation des responsables de l'AMK pour l'installation, le fonctionnement et l'entretien du système d'irrigation en GG. L'atelier a été piloté par les agents d'Agrikagna assistés par les agents de la CAPAM et du CIRAD et il a été organisé au moment de la mise en place du réseau. Le 2^{ème} atelier conduit par les agents du CIRAD et de la CAPAM avec l'appui des responsables de l'AMK, a bénéficié à un groupe d'étudiant du Lycée Agricole de Coconi. Les principes de l'irrigation en GG ont été présentés aux étudiants et les différents composants du réseau mis en place sur le parcellaire de l'AMK ont été expliqués. Le 3^{ème} et dernier atelier organisé quelques jours avant la récolte, a été dédié à un échange d'informations sur le système GG et plus généralement sur les techniques d'irrigation localisée, entre les représentants de l'AMK et un petit groupe d'agriculteurs irrigants du périmètre hydroagricole d'Haboué-Bajoni et un agriculteur de Dembéni (Photos 06 et 07). Les agriculteurs d'Haboué ont demandé en effet un appui à la CAPAM pour améliorer à la fois la gestion du réseau hydraulique du périmètre et l'application de l'eau à la parcelle via notamment la technique du GG (cf. Chapitre II, p. 16). M. Kadafi Said, Directeur technique de la CAPAM, a profité de la tenue de l'atelier pour expliquer les possibilités d'appui financier via la Chambre pour acquérir les matériels d'irrigation en question.



Photo 6: Atelier d'échange d'informations organisé sur le parcellaire du démonstrateur de Kaweni le 28/10/24 avec les agriculteurs maraîchers des sites d'Haboué-Bajoni et de Dembéni

1.9. Conclusion & Recommandations

Les résultats agronomiques issus du démonstrateur d'irrigation de Kaweni, peuvent être considérés comme encourageants en termes d'économie d'eau et de production des plants de salade. Les poids moyens de biomasse fraîche des plants - principal indicateur de performance retenu -, enregistrés sur les différentes modalités culturales ont varié de 190 g ($\pm$ 41) sur la modalité 02 irriguée en goutte-à-goutte (GG) avec le sol recouvert de broyas de copeaux de végétaux (BRF) à raison de 3 kg/m², à 231 g ($\pm$ 44) sur la modalité 04 arrosée en GG sur sol nu et, jusqu'à 276 g ($\pm$ 13) sur la modalité 03 équipée en GG sous ombrière (taux d'ombrage de 40%) sur sol nu. Les 3 modalités culturales arrosées en GG ont bénéficié d'un apport d'irrigation de 162 l/m² (162 mm) sur l'ensemble du cycle végétatif (02 octobre - 12 novembre) contre 242 l/m² (soit +33%) sur la modalité 01 (modalité témoin) irriguée au tuyau d'arrosage selon les pratiques habituelles des maraîchers, avec un poids moyen des plants de

280 g ($\pm$ 18) obtenu sur cette modalité. A l'apport d'eau par irrigation il faut rajouter les 82 mm de pluie dont plus de 70% (58 mm) sont tombés en seulement 2 pluies, celle du 14 octobre (25 mm) et celle du 08 novembre (33 mm) survenue quelques jours avant la récolte. Les suivis des tensions en eau du sol à 15 et 25 cm de profondeur ont indiqué des conditions d'humidité non restrictives mais qui, malheureusement, ont profité à la fois aux plants de salade et aux adventices qui n'ont pas été contrôlées par les maraîchers de l'Association. Les plants de salade ont bénéficié d'une fertilisation azotée (100 U d'N) appliquée tardivement (plus de 20 jours après repiquage) soit par épandage sur la modalité témoin 01 irriguée au tuyau soit par fertirrigation sur les modalités 02-03-04 équipées en GG après dissolution de l'urée (46%N) dans l'eau de la citerne.

Les performances du système d'irrigation en GG installé sur le parcellaire de l'Association des Maraîchers de Kaweni auraient pu être beaucoup plus significatives si les recommandations formulées par les agents de la CAPAM et du CIRAD avaient été appliquées. En particulier, celle sur le contrôle des adventices dont le fort salissement des planches de culture a impacté d'autant plus la compétition hydrique entre les différentes plantes que les doses appliquées en GG avaient été déterminées pour répondre précisément aux besoins en eau des plants de salade. Ce qui n'a pas été le cas de l'irrigation au tuyau pratiquée par les maraîchers sur la modalité 01 (témoin) où les plants ont été surirrigués donc avec une moindre concurrence hydrique (et azotée) entre les salades et les adventices. L'autre point pénalisant les performances espérées du GG a été l'éloignement important de très nombreux plants par rapport aux goutteurs (soit à plus de 15 cm) observé sur la modalité 02 où le BRF avait été appliqué. Ainsi dans ces conditions d'éloignement, les plants de salade ont souffert d'une alimentation hydrique (et azotée) déficiente en comparaison des plants des autres modalités qui eux ont été, pour leur très grande majorité, situés à proximité des goutteurs.

Le démonstrateur d'irrigation a permis la tenue de mini-ateliers (3) auxquels ont été invités des agriculteurs irrigants et des étudiants du Lycée agricole de Coconi. Le système d'irrigation en GG et le pilotage des arrosages des plants de salade ont fait l'objet d'explications et d'échanges d'informations entre agriculteurs. Ces derniers dans leur ensemble sont apparus très intéressés et motivés pour appliquer la technologie sur leurs parcelles même s'ils ont reconnu le coût d'investissement relativement élevé (plus de 2,0 Euros le m²) et l'attention soutenue à apporter à l'entretien des équipements pour garantir leur bon fonctionnement. Concernant l'acquisition des équipements, des informations détaillées ont été fournies par la CAPAM pour l'obtention de subventions à hauteur de 80%.

Les principales recommandations pour améliorer à la fois le suivi-évaluation du démonstrateur d'irrigation et les performances agronomiques des innovations proposées basées sur la combinaison de la technologie du GG et des pratiques de paillage du sol et/ou d'ombrage des cultures, portent sur les équipements d'irrigation et sur la conduite-entretien de la culture :

- Concernant les équipements indispensables à tout démonstrateur d'irrigation, il est proposé de disposer de compteur d'eau pour quantifier les volumes appliqués aux plantes ainsi que de manomètre pour vérifier la pression de fonctionnement du réseau d'irrigation et pouvoir ainsi détecter toutes anomalies liées à une fuite importante au sein du réseau ou à un colmatage sévère du filtre à tamis qui nécessiteraient des interventions à effectuer dès que possible. Il est proposé également de s'équiper de citerne de stockage transparente afin de suivre facilement le niveau de l'eau. Si les conditions topographiques sont favorables *i.e.* une dénivelée positive ou nulle, l'utilisation de petit surpresseur permettant de fournir des pressions de 1 à 2 bar sera amplement suffisante pour faire fonctionner

correctement un dispositif d'irrigation en GG ou par micro-asperseur. Enfin, l'installation d'un poste pluviométrique sur le démonstrateur sera fortement appréciée pour non seulement connaître les quantités pluviométriques dont bénéficient les cultures mais également permettre aux agriculteurs de moduler leurs arrosages en fonction de l'importance des pluies tombées ;

- Concernant la mise en place, la conduite et l'entretien de la culture, il est fortement recommandé que les opérations culturales soient discutées au préalable entre les maraîchers et les agents de la CAPAM et du CIRAD et qu'elles soient réalisées conformément aux décisions qui auront été prises. Les opérations en question portent principalement sur les points suivants :

- La préparation du sol et le dimensionnement du parcellaire (et donc du réseau d'irrigation) ;
- La fertilisation à appliquer en fumure de fond (fientes de poules notamment) et en engrais d'entretien (urée, ammonitrate, etc.) ;
- Les doses et les fréquences d'arrosage fournies par la CAPAM et le CIRAD (en complément de la maintenance des équipements). A ce sujet, des estimations de la réserve utile du sol via la détermination de la texture en laboratoire à l'Université de Mamoudzou si cela est possible et via l'application du triangle des textures indiquant les ordres de grandeur des capacités du sol à stocker l'eau, seraient fortement appréciées. Dans le cas contraire, l'estimation de la capacité au champ du sol par gravimétrie sur des échantillons de sol non remaniés bien humectés puis mis à l'étuve à 105°C pendant 48 heures pourrait être envisagée ;
- Le contrôle des adventices afin que le salissement du parcellaire soit le plus faible possible tout au long du cycle végétatif des cultures et, conséquemment, que l'eau et les éléments nutritifs apportés par l'agriculteur bénéficient exclusivement aux plantes cultivées ;
- La récolte des plants cultivés qui devra être effectuée en présence des agents de la CAPAM afin d'enregistrer les données de biomasse à analyser pour être ensuite communiquées sous différents formats (ateliers, fiches techniques, rapports, articles scientifiques, etc.).

Il est vivement encouragé de reconduire le démonstrateur d'irrigation de Kaweni en 2025 voire d'en réaliser un de plus sur un autre site de l'île, pour d'autres cultures et avec un autre groupement d'agriculteurs qui aura déjà un accès à l'eau garanti. Il s'agira ainsi de consolider les résultats agronomiques tout en explorant la variabilité agropédoclimatique de l'île, poursuivre les formations à la technique du GG combinée aux pratiques agroécologiques de paillage du sol et/ou d'ombrage des plantes cultivées et, continuer les ateliers au champ de communication, d'échange et de diffusion des enseignements acquis sur les différents dispositifs mis en place en milieu réel.

II- Réunions préliminaires pour la structuration collective de la gestion de l'eau au sein du périmètre hydroagricole d'Haboué-Bajoni

2.1- Contexte

Dans le cadre de son programme sur la redynamisation des zones agricoles de Mayotte⁸, la CAPAM a réalisé en 2020 un premier état des lieux du périmètre hydroagricole d'Haboué-Bajoni situé à proximité de la commune de Combani (centre de l'île). L'étude a principalement porté sur le recensement des cultures en termes de surface et des problèmes d'accès à l'eau pour les exploitations bénéficiaires des infrastructures hydrauliques existantes avec la constitution d'une association des propriétaires dénommée AJK-HB pour "*Agriculteurs du Groupement des Intérêts Communs Agricoles d'Haboué Bajoni*". Le périmètre d'une cinquantaine d'hectare est équipé d'un forage électrique, d'un réservoir tampon, d'un réseau d'adduction gravitaire qui dessert une douzaine de borne d'irrigation. Les infrastructures sont opérationnelles depuis 2018 et gérées par le Syndicat Mixte d'Eau et d'Assainissement de Mayotte (SMEAM) qui facture l'eau à 0,50 Euros le mètre cube.

Les principaux enseignements de l'étude réalisée auprès de 19 exploitations sur un total de 33 membres concernés par la desserte en eau agricole, peuvent être résumés comme suit :

- Les principales cultures recensées en 2020 en termes de surface étaient la banane (16,4 ha), l'ananas (7,0 ha), l'Ylang (2,5 ha), les cultures légumières/maraîchères (2,3 ha) et le manioc (2,0 ha). Pour les 19 exploitations enquêtées, 16,5 ha étaient en friche pour diverses raisons dont celles liées aux difficultés d'accès à l'eau du réseau en contre saison (juin - octobre) ;
- Les problèmes d'accès à l'eau auxquels sont confrontés de plus en plus fréquemment les agriculteurs pour irriguer les cultures de contre saison (principalement maraîchères et légumières) et abreuver leurs animaux, sont d'origines diverses :
 - Selon les agriculteurs et le SMEAM, le non-respect des volumes à utiliser par quelques irrigants⁹ ;
 - Selon les agriculteurs, le sous-dimensionnement du réseau¹⁰ ;
 - Selon les agriculteurs, la présence de nombreuses fuites souvent réparées avec d'important retard ;
 - Selon les agriculteurs et les agents du SMEAM, les actes de vandalisme à répétition au niveau des bornes de distribution avec notamment la destruction des compteurs d'eau ;
 - Selon les agents de la SMEAM, la baisse drastique de la nappe phréatique en fin de saison sèche (septembre - octobre) et conséquemment la réduction des débits d'exhaure et des temps de remplissage du réservoir tampon qui affectent la distribution de l'eau au sein du réseau¹¹.

⁸ Convention CAPAM-CD 2020 Action 4- "Redynamisation des zones agricoles par une meilleure connaissance des activités et l'orientation de l'accompagnement des agriculteurs en zones à potentiels forts et modérées du Schéma Directeur d'Aménagement Agricole et Rural de Mayotte (SDAARM)"

⁹ Le rapport de la CAPAM indique qu'en 2019 près de 80% du volume d'eau distribué (44651 m³) avait été consommé par seulement 4 exploitations sur les 33 bénéficiaires

¹⁰ Les agriculteurs irrigants jugent sous-dimensionné les conduites (principales) qui desservent les bornes car elles sont de même dimension (PE-HD Ø63mm) que les conduites de ramification (4 secondaires) qui délivrent l'eau aux parcelles => à l'origine, le dimensionnement de la conduite principale qui dessert les bornes a été calculé pour laisser passer un débit qui réponde aux besoins en eau des cultures de 25 exploitations et non d'une trentaine comme inventorié en 2020. L'augmentation des surfaces irriguées a donc très probablement affecté la distribution de l'eau (volumes et temps d'accès).

¹¹ Pour illustrer la chute des débits d'exhaure du forage en saison sèche, il est indiqué dans le rapport de la CAPAM que pour l'année 2020, selon les données fournies par la SMEAM les débits sont passés de près de 13 m³/h en sortie

Les conséquences du manque d'eau en saison sèche concernent bien évidemment les pertes substantielles de production des cultures maraîchères et légumières. La situation au sein du périmètre qui est rapporté dans le rapport de la CAPAM de 2020 est devenue très critique dans la mesure où les agriculteurs du Groupement se sont concertés pour ne plus payer les redevances à la SMEAM. Aux problèmes d'accès à l'eau, les vols de produits agricoles sur parcelles (cultures, fruits et même animaux) ont été rapportés par les agriculteurs qui, pour beaucoup d'entre eux, ont préféré ne plus cultiver leurs parcelles qui dès lors se sont retrouvées en friche.

2.2- Perspectives d'accompagnement des agriculteurs envisagées par la CAPAM pour redynamiser le périmètre hydroagricole d'AJK-HB

Le rapport de la CAPAM de 2020 mentionne que la situation critique que connaît depuis plusieurs années maintenant le périmètre hydroagricole d'Haboué-Bajoni, devait être prise en main par les élus de la CAPAM dans les programmes d'action de la Chambre en lien avec les responsables du SMEAM et les représentants d'AJK-HB. L'objectif recherché porte sur la redynamisation du périmètre hydroagricole par des actions de formation et d'accompagnement des agriculteurs irrigants notamment pour : i) développer une gestion collective de la ressource hydrique au sein du périmètre et améliorer son application à la parcelle pour l'irrigation des cultures de contre saison et, ii) mobiliser des financements accessibles pour l'acquisition de petits équipements d'irrigation incluant les citernes de stockage et les systèmes d'irrigation localisés tel que le goutte-à-goutte de surface complété par des sondes tensiométriques pour le pilotage des arrosages, tout en promouvant les pratiques agroécologiques pour la conservation de l'humidité (paillage végétal) et la restauration de la fertilité du sol (engrais verts, compost, fumier).

Parmi les pistes d'action envisagées par la CAPAM en 2020, il y avait :

- La poursuite du recensement de la production pour l'ensemble des membres d'AJK-HB ;
- La mise en place d'un dispositif de collecte des données technico-économiques pour les principales productions afin de constituer des référentiels agrotechniques et économiques indispensables à un accompagnement efficient des producteurs ;
- Sur la base des données agrotechniques et économiques, l'évaluation du poids économique d'AJK-HB et des perspectives d'organisation des membres pour une intégration dans les stratégies de filières ainsi que la renégociation au besoin du prix de l'eau auprès de la SMEAM ;
- L'accompagnement des producteurs dans des projets d'investissements notamment sur la récupération et le stockage de l'eau pluviale en tant qu'alternative à l'eau du réseau lors des périodes de coupure d'eau ;
- L'accompagnement et la formation des agriculteurs pour l'adoption de pratiques agroécologiques (paillage, engrais verts, compost) et de systèmes d'irrigation économes en eau comme le goutte-à-goutte ;
- La capitalisation des expériences sur les problèmes d'eau à Haboué-Bajoni pour une meilleure prise en compte de l'ensemble des paramètres qui impactent la gestion de l'eau agricole afin de limiter

de saison des pluies (fin mars - début avril) à moins de 6 m³/h en fin de saison sèche (mi-octobre) pour se stabiliser à 4-5 m³/h jusqu'à la reprise de la saison des pluies (décembre - janvier).

les erreurs dans le cadre du développement de réseau d'irrigation dans d'autres zones de l'île identifiées dans le Schéma Directeur de l'Hydraulique Agricole (SDHA).

2.3- Premières réunions de concertation avec les représentants d'AJK-HB

Sous financement du Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire pour la contribution financière du Compte d'Affectation Spéciale au Développement Agricole et Rural (CASDAR 2022-2027), les premières réunions de concertation avec les représentants d'AJK-HB (focus groupe) ont été réalisées en 2023 en présence de l'agent du CIRAD. La méthodologie appliquée a été celle des interviews semi-directifs basés sur le récit de vie de l'Association et sur des questions de relance relatives aux problèmes rencontrés notamment ceux liés à l'accès à l'eau du réseau et les solutions qui pourraient être envisagées pour améliorer la situation qu'elles soient d'ordre technique avec la réhabilitation du réseau d'adduction si cela devait s'avérer nécessaire et l'utilisation de l'eau à parcelle (citerne et goutte-à-goutte) ou d'ordre organisationnelle avec la structuration de l'action collective au sein de l'Association pour une gestion durable et équitable de la ressource hydrique. A ce titre, les échanges ont porté en particulier sur ce qu'était une association d'irrigants et des explications ont été fournies sur sa création, son statut, ses droits et devoirs et, sur l'existence d'un règlement interne définissant les règles de fonctionnement liées à la gestion collective de l'eau en vue de prévenir tous problèmes de dysfonctionnement du périmètre hydroagricole. Il apparaît en effet indispensable que pour tout groupement d'agriculteurs qui utilisent collectivement des infrastructures hydrauliques, il y ait des règles de fonctionnement définies par les membres eux-mêmes et appliquées par tous. Or dans le statut de l'association d'AJK-HB, aucune clause se réfère à la gestion de l'eau au sein du périmètre et il n'y a pas d'annexe dédiée spécifiquement au règlement interne vis-à-vis de la gestion collective de l'eau !

En raison du départ de l'agente de la CAPAM d'une part, et de l'arrivée tardive de son successeur en milieu d'année 2024 d'autre part, il n'a pas été possible de poursuivre les rencontres avec les membres d'AJK-HB au cours du 1^{er} semestre 2024. Conséquemment, les termes de référence de la mission relatifs à ce volet d'intervention ont dû être revus et seules 2 réunions ont pu être réalisées au cours desquelles ont été rappelées les informations suivantes :

- Le projet pilote CASDAR 2022-2027 et les actions qui pourraient être réalisées à très court terme à l'échelle de la parcelle dans le cadre de la mise en œuvre d'un démonstrateur d'irrigation combinant pratiques agroécologiques (paillage, fumure, engrais organique) et techniques d'irrigation économes (goutte-à-goutte de surface) ; et
- Les possibilités de répondre aux futurs appels à projet hydroagricole sous financement CASDAR "*Démultiplication*" (cf. Chapitre 3, page suivante) et sur le rôle de facilitateur que pourrait jouer la CAPAM (et le CIRAD en appui) pour la constitution des dossiers, l'encadrement, l'accompagnement et la formation des membres de l'Association à la gestion collective de l'eau au sein du périmètre et à l'irrigation économe des cultures basée sur le GG et l'utilisation de sondes tensiométriques pour le pilotage des arrosages. La technique d'irrigation serait associée aux pratiques agroécologiques pour la conservation de l'humidité du sol par l'application de paillis végétal si cela est possible ou de broyas de copeaux (type BRF) mais également pour la restauration et maintien de la fertilité du sol par l'apport de compost et/ou de matières organiques. A cet effet, le Président et quelques membres de l'Association d'AJK-HB ont participé à l'atelier qui a eu lieu en octobre 2024 sur le parcellaire du démonstrateur d'irrigation de Kaweni (cf. § 1.8- Ateliers d'échange et de communication, p. 13).

III- Prospective pour le montage d'un projet CASDAR de type "Démultiplication"

3.1- CASDAR "démultiplication"

Comme pour la mission d'appui de 2023, l'agent du CIRAD a pu rencontrer une conseillère experte¹² sur les outils financiers auxquels il sera possible de faire appel pour le montage d'un projet hydroagricole sur le territoire de Mayotte. Parmi les outils présentés (nationaux et européens), un semble correspondre pleinement au type de projet envisagé par la CAPAM et le CIRAD : il s'agit du CASDAR "démultiplication". Ce type d'outil financier permettra de consolider les résultats acquis sur le démonstrateur d'irrigation de Kaweni en 2024-2025 et, via une démarche d'accompagnement des producteurs et de transfert des innovations notamment par la répétition de démonstrations et d'expérimentations à l'échelle de l'île, d'adapter les référentiels agrotechniques au contexte socioéconomique et biophysique des différentes zones de Mayotte. En outre, via la réalisation d'ateliers "*bout de champ*" conduits sur les parcelles des agriculteurs où seront mis en place les démonstrateurs et expérimentations, la démarche mise en œuvre facilitera la diffusion des innovations testées et la mise en débat des résultats auprès des groupements de producteur. La thématique prioritaire du projet hydroagricole portera sur l'amélioration de la résilience de l'agriculture mahoraise face aux changements globaux et, en particulier, aux aléas climatiques et économiques en s'appuyant notamment sur le développement de pratiques agroécologiques des systèmes de production et de gestion économe et efficiente de l'eau pour l'irrigation des cultures. Le montant maximal de l'aide financière peut aller jusqu'à 500 k€ pour la durée totale de 42 maximum et de 12 mois minimum. Le taux d'intervention de FranceAgriMer par projet, fixé par convention, est compris entre 20% et 80% des dépenses éligibles. Enfin, les projets financés doivent mobiliser obligatoirement plusieurs partenaires dont les actions sont bien déterminées, complémentaires et coordonnées par le chef de file. Parmi les entités éligibles qui pourraient constituer le partenariat en charge de la réalisation du projet, il y aurait les organismes de recherche (CIRAD, INRAE¹³, UMR-GEAU), la Chambre d'Agriculture (CAPAM), la société privée AGRİKAGNA qui fournit des services agricoles, le lycée d'enseignement agricole de Coconi et l'Université de Mayotte.

3.2- Réunions préliminaires avec les groupements de producteur pour le montage du futur projet

Il a été convenu avec la CAPAM d'initier les prises de contact et les réunions préliminaires dans le courant du premier semestre 2025 avec les groupements d'agriculteur des différentes zones de l'île susceptibles d'être bénéficiaires du projet. Parmi les critères retenus pour la sélection des groupements de producteur, il y aura le statut reconnu du groupement, les titres fonciers des agriculteurs, l'accès à l'eau afin de réaliser très rapidement les démonstrateurs et, la sécurisation des sites où les essais agroécologiques et d'irrigation seront réalisés. Néanmoins, compte tenu de la situation actuelle que connaît l'île de Mayotte depuis le passage du cyclone Chido en décembre 2024, la poursuite en 2025 des actions préconisées dans le présent rapport pourrait être reportée que ce soit celle du démonstrateur d'irrigation de Kaweni (2^{nde} année d'expérimentation), celle de la structuration collective d'AJK-HB ou encore celle de l'identification des futurs groupements et sites où seront mis en œuvre les futurs démonstrateurs dans le cadre d'un projet CASDAR "démultiplication" 2026-2028 en cours de montage.

¹² En 2024, les rencontres ont eu lieu avec Mme Eglantine Cadena, Chargée de mission contrôle et tutelle de la CAPAM au sein de la Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DAAF-Mayotte) et Mme Gwendoline Cocquet, Chargée de mission au Service "Stratégies et Outre-mer" à la CAPAM

¹³ Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

Annexe 1: Termes de référence (TdR) de la mission d'appui de 2024

(Extrait de l'avenant 2024 à la convention de partenariat scientifique CAPAM-CIRAD pour la gestion de l'eau en agriculture sur le territoire de Mayotte)

Volet 1 : Accompagnement des groupements d'agriculteur pour l'accès à l'eau et la maîtrise des pratiques de gestion efficiente et économe

Concernant ce 1^{er} volet de la mission d'appui, les TdRs portent sur les points suivants :

- La conception, la mise en œuvre et le suivi-évaluation d'un mini démonstrateur d'irrigation combinant la technologie du goutte-à-goutte de surface (GGS) à des pratiques agroécologiques basées sur la couverture du sol par un paillis de surface (PS) constitué de résidus de cultures ;
- Le suivi des essais établi sur la base d'un protocole pré établi en début de campagne et l'évaluation des résultats agronomiques en termes de production et, conséquemment, d'efficacité des pratiques de paillage et d'irrigation localisée. L'évaluation reposera sur une analyse statistique des données basée sur la moyenne et la variance des variables étudiées (biomasses produites, doses d'arrosage délivrée, dégâts causés par les bioagresseurs, etc.).

Volet 2 : Amélioration de la gestion collective de l'eau sur le site d'Haboué-Bajoni

Concernant le 2nd volet de la mission d'appui, les TdRs visent à co-définir avec les représentants de l'association les grandes lignes du programme d'appui à l'amélioration de la gestion collective de l'eau qui pourra comprendre 3 grands axes d'intervention complémentaires :

- La réhabilitation physique du réseau en lien avec le Syndicat des Eaux et parallèlement la création des règles et modalités de distribution de l'eau entre quartiers (bornes d'irrigation) et usagers sur la base d'une évaluation des ressources hydriques disponibles et des besoins en eau des cultures (et éventuellement ceux des animaux) ;
- La réhabilitation institutionnelle de l'association qui doit permettre le renforcement de l'association d'irrigants en capacité d'assurer la bonne gestion du système et la sécurisation du périmètre ;
- L'appui à l'intensification agricole via l'irrigation des cultures qui doit notamment permettre l'augmentation des résultats économiques des agriculteurs, et donc une facilité accrue de paiement des tarifs sur l'eau pour l'association.

Annexe 2: Poster illustrant les résultats d'essai de paillage
de planches irriguées de salade réalisés en 2023 par la CAPAM

SÉMINAIRE AGRICULTURES ULTRAMARINES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE Enjeux - Transitions - Adaptation

Le Gosier, Guadeloupe - 23, 24, 25 octobre 2023

Adaptation au changement climatique

Transfert de pratiques économes en eau dans les parcelles légumières

Marie ABDU - Chargée de mission hydraulique agricole - CAPAM
Kadafi SAÏD - Chef de service Pole circuits courts et développement durable - CAPAM



Le territoire de Mayotte connaît des crises de l'eau récurrentes depuis 2017, liées en partie à des déficits pluviométriques se traduisant en saison sèche par (1) une diminution des débits d'écoulement des cours d'eau permanents et (2) des nappes à des niveaux piézométriques plus bas. Dans un contexte local d'agriculture d'autoconsommation, l'activité maraîchère est essentiellement destinée à la commercialisation. Généralement pratiquée par des personnes en situation de précarité économique, elle permet aux producteurs de subvenir aux besoins vitaux de leurs familles. L'activité est essentiellement plein champs conduite en saison sèche. Sa forte dépendance à la disponibilité de la ressource en eau (prélèvement en rivières, puits) rend les familles qui vivent de cette activité fortement vulnérable au changement climatique.






Objectif - Méthodologie

Objectif: Accompagner l'appropriation par les maraîchers, des pratiques du paillage et la fertilisation de fond pour réduire la consommation en eau.

Expérimentations sur la culture de laitue conduites en plein champs dans 3 sites de productions légumières. Les démonstrateurs se composent (1) d'une planche témoin (pratique courante des maraîchers: sans paillage, sans fumure de fond), (2) une planche avec fumure de fond (2kg/m²) sans paillage et (3) une planche avec fumure de fond (2kg/m²) avec paillage.

Résultat

Les résultats d'expérimentations présentés concernent un site localisé à Combani (commune de Tsingoni). Sur ce site, les doses d'irrigations pour les 3 planches sont de 2,1mm contre 4,3mm habituellement apportées. une 4^{ème} planche est conduite en parallèle avec maintien de la dose d'irrigation à 4,3mm; pratiques similaires au témoin.

Les résultats (poids moyens des laitues):

- Planche témoin avec irrigation à 4,3mm: 140g/laitue
- Planche témoin avec irrigation à 2,1mm: 140g/laitue
- Planche avec fumure de fond sans paillage: 160g/laitue
- Planche avec fumure de fond et paillage: 180g/laitue

Ateliers de transfert

Les ateliers sont organisés dans les exploitations où sont conduites les expérimentations. Ils se font à la récolte des produits et permet aux producteurs des sites de participer à la pesée. Cette approche permet aux producteurs de constater les différences de résultats selon les pratiques et d'échanger avec les maraîchers qui ont conduit les expérimentations.

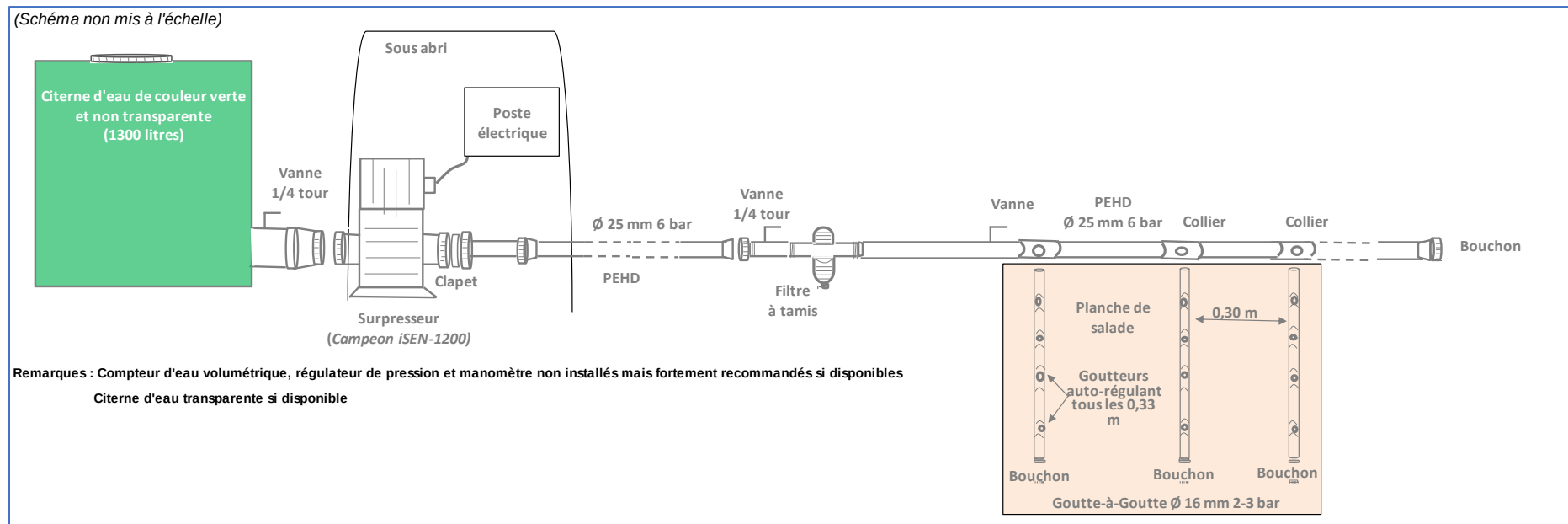



Pratique	Poids moyen (g)
Planche témoin	140
Fumure de fond sans paillage	160
Fumure de fond avec paillage	180

Co-organisation




Annexe 3: Schéma hydraulique du réseau d'irrigation mis en place sur le démonstrateur de Kaweni en 2024



Annexe 4 : Devis des matériels d'irrigation localisée fourni par la société Agrikagna de Combani pour équiper le démonstrateur de Kaweni



[000001] AGRIKAGNA
Boudraguela
BP 46 Combani
TSINGONI 97680
Mayotte

DEVIS	BCAGK2400683	CAPAM
Code client : 001563 Date : 26/07/2024	Votre référence : Installation irrigation parcelle démonstration Contact : LOUIS DOSSAL	BP 782 Place mariage MAMOUDZOU 97600 Mayotte

Reference	Description	Quantité	P.U. HT	Montant HT	TVA	Prix total
MATSPE	MATERIEL SPECIFIQUE Cuve 1300L	1.00	600.00	600.00	EXO-0	600.00
011452	TUYAU GOUTTE A GOUTTE RAINBIRD XFS Ø16MM 2.3L/H ESP 33CM 100M	5.00	120.00	600.00	EXO-0	600.00
012322	SURPRESSEUR CAMPEON ISEN-1200	1.00	520.00	520.00	EXO-0	520.00
011600	TUYAU IRRIGATION PEHD 6BARS/Ø25MM/50M	1.00	88.40	88.40	EXO-0	88.40
MATSPE	MATERIEL SPECIFIQUE Ensemble d'accessoires hydraulique pour création 12 planches de cultures avec 3 lignes de goutte à goutte par planche (Tés, vannes, clapets, raccords, manchons...)	1.00	358.00	358.00	EXO-0	358.00
F1132300VE	FILET OMBRIERE F1132 40%OMBRAJE 100G/M² 300CM VERT (€/M2) 100% PEHD 50 % BRISE VENT- BOUTONNIERES 45 % OMBRAJE	75.00	3.50	262.50	EXO-0	262.50
MATSPE	MATERIEL SPECIFIQUE Enrouleur électrique pour brancher le surpresseur	1.00	100.00	100.00	EXO-0	100.00
MOWK	MAIN D'OEUVRE DE POSE Un technicien pour l'installation du système en mode formation avec les agriculteurs présents sur site	8.00	50.00	400.00	EXO-0	400.00

Facture émise par l'UCOOPAM 976 au nom et pour le compte de la SARL AGRKAGNA.
TVA non applicable, art. 294-1 du CGI. Conformément à l'art. L 441-6 C. Cce, le délai maximum de règlement autorisé est de 30 jours date de facture. Dès le lendemain de la date de règlement, une indemnité forfaitaire de recouvrement de 40 euros sera appliquée, ainsi que des pénalités de retard au Taux BCE majoré de 10 points. Escompte pour règlement anticipé: 0%
Règlements par virement sur le compte en pied de page, sauf mention contraire précisée par la société.

Conditions de paiement : 15
OFFRE VALABLE 3 MOIS

Total hors-tax	2 928,90 €
Total TVA	0,00 €
Total TTC	2 928,90 €

Client - Signature et Cachet "Lu et Accepté"	Base TVA	Montant TVA	Taux de TVA
	2928.90	0.00	EXO-0

Annexe 5: Fiches de relevé des biomasses des plants de salade du démonstrateur d'irrigation de Kaweni (campagne expérimentale 2024)

	Modalité 01 : GGS x Sol nu			Modalité 02 : GGS x Omb. x Sol nu			Modalité 03 : GGS x Sol BRF			Modalité 04 : Tuyau x Sol nu		
	M01 (A)	M01 (B)	M01 (C)	M02 (A)	M02 (B)	M02 (C)	M03 (A)	M03 (B)	M03 (C)	M04 (A)	M04 (B)	M04 (C)
Long. planche (m)	11,3	11,3	11,3	11,1	11,1	10,7	10,6	10,3	10,2	10,2	10,2	10,2
Larg. planche (m)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Nb de goutteurs	103	103	103	101	101	97	96	94	93	0	0	0
Nb de salades	103	103	103	101	101	97	96	94	93	75	93	99
Nb de plants récoltés (-)	82	88	88	65	60	89	72	75	76	70	92	94
Poids biomasse fraîche (g)	2900	3100	3200	1900	1800	3100	3000	3300	3000	3700	4800	4200
Poids moyen d'un plant (g)	35	35	36	29	30	35	42	44	39	53	52	45
Poids biomasse fraîche du plant le moins bien développé (g)	106	216	211	281	260	222	120	188	-	-	-	-
Poids biomasse fraîche du plant le mieux développé (g)	256	299	300	290	300	301	202	287	-	-	-	-