

FICHE - EXPERIMENTATION

DISPOSITIFS D'ECONOMIE EN EAU SUR CULTURE LEGUMIERE

Avec la très forte contribution technique et opérationnelle du CIRAD UMR G EAU



Introduction

À Mayotte, la quasi-absence d'infrastructures collectives d'irrigation constitue un frein majeur au développement durable des exploitations agricoles. Cette situation affecte particulièrement les filières maraîchère et d'élevage, qui nécessitent un accès régulier et sécurisé à l'eau pour maintenir leur productivité.

Face à cette contrainte, les producteurs mettent en place des solutions individuelles telles que la récupération d'eau de pluie ou le pompage direct dans les cours d'eau. Toutefois, dans un contexte de changement climatique marqué par une raréfaction et une variabilité accrue de la ressource en eau, ces dispositifs deviennent insuffisants. Il devient alors crucial d'accompagner les agriculteurs vers des pratiques agricoles plus économes en eau.

C'est dans cette perspective qu'une expérimentation a été conduite au sein d'une exploitation maraîchère afin de tester l'efficacité de trois leviers techniques complémentaires :

- le système d'irrigation goutte-à-goutte,
- le paillage organique avec du bois raméal fragmenté (BRF),
- et l'ombrage partiel des cultures par des ombrières.

L'étude repose sur la comparaison entre une planche témoin, correspondant aux pratiques traditionnelles (arrosage manuel au tuyau sur sol nu), et trois planches améliorées équipées de goutte-à-goutte sous différentes modalités :

- sol nu,
- sol paillé avec BRF,
- sol ombragé.

Cette fiche technique présente les enseignements issus de cette expérimentation, en vue d'orienter les producteurs vers des solutions viables, économes et adaptées aux conditions pédoclimatiques locales.

SOMMAIRE

Introduction.....	2
Démonstrateur d'irrigation économe de Kaweni	4
1.1. Objectifs.....	4
1.2. Matériel & Méthode	4
1.3. Planches de culture et système d'irrigation localisé	6
1.4. Doses d'irrigation	7
1.5. Entretien de la culture	8
1.6. Suivi-analyse des données	9
1.7. Résultats & Discussions.....	11
<i>Conditions climatiques</i>	<i>11</i>
<i>Irrigations appliquées</i>	<i>11</i>
<i>Tensions en eau du sol.....</i>	<i>12</i>
<i>Salissement des planches de salade par les adventices</i>	<i>13</i>
<i>Ravageurs et maladies des plants de salade</i>	<i>14</i>
<i>Productions de biomasse fraîche des plants de salade</i>	<i>14</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.

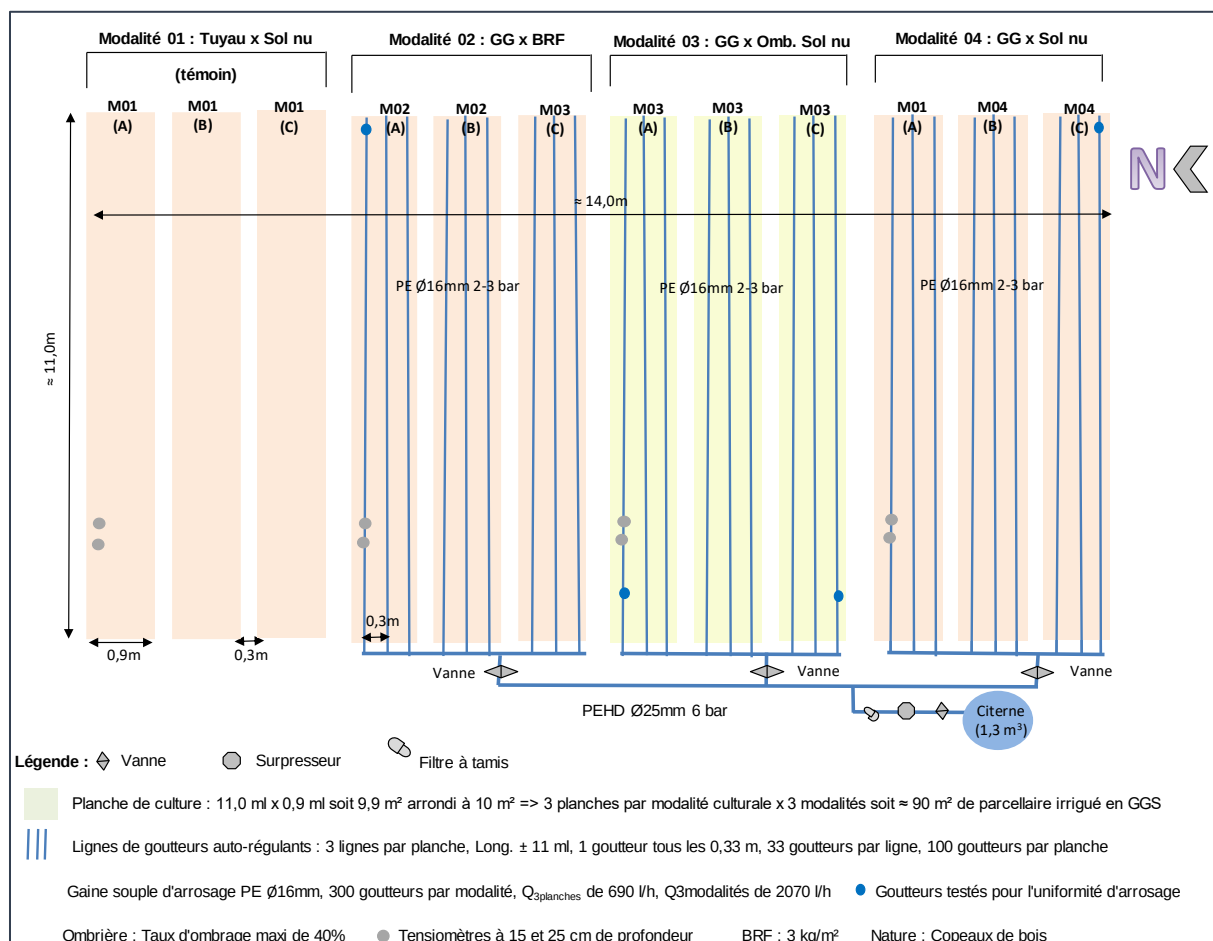


Figure 1: Schéma (non mis à l'échelle) du démonstrateur d'irrigation de Kaweni (sept. 2024)



Photo 1: 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 2: 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.

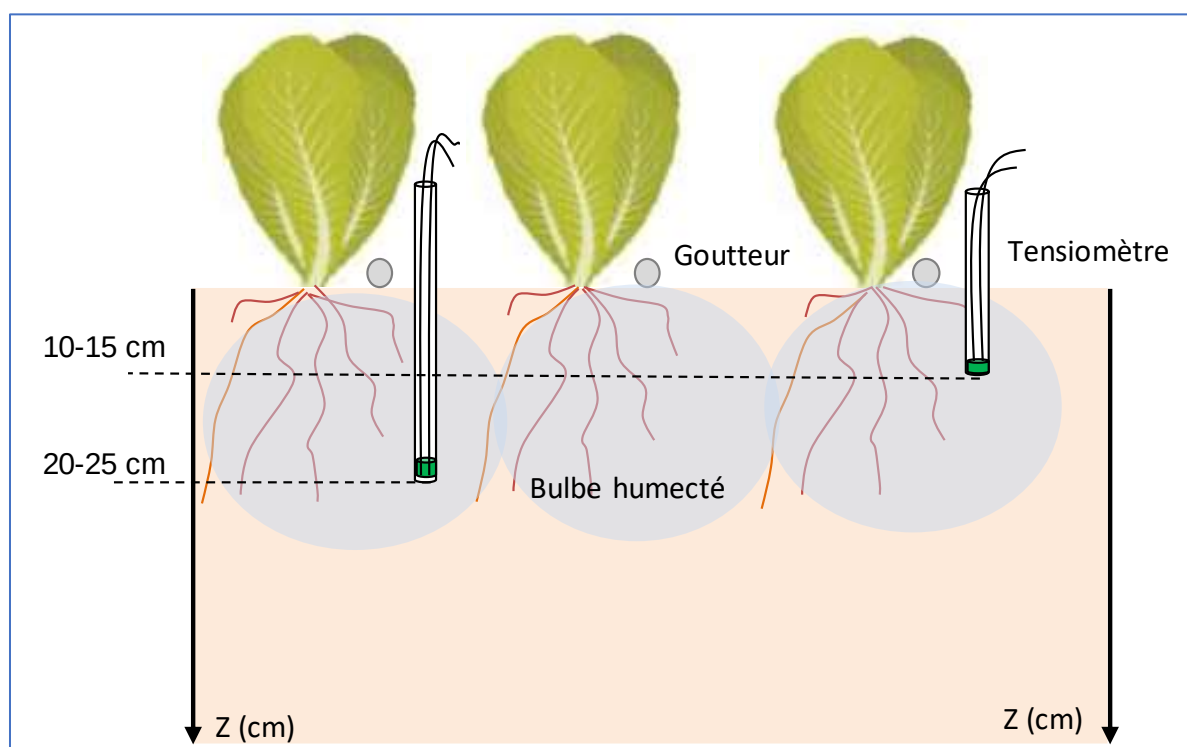


Figure 2 : Schéma du dispositif tensiométrique installé à 10-15 et 20-25 cm de profondeur

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.

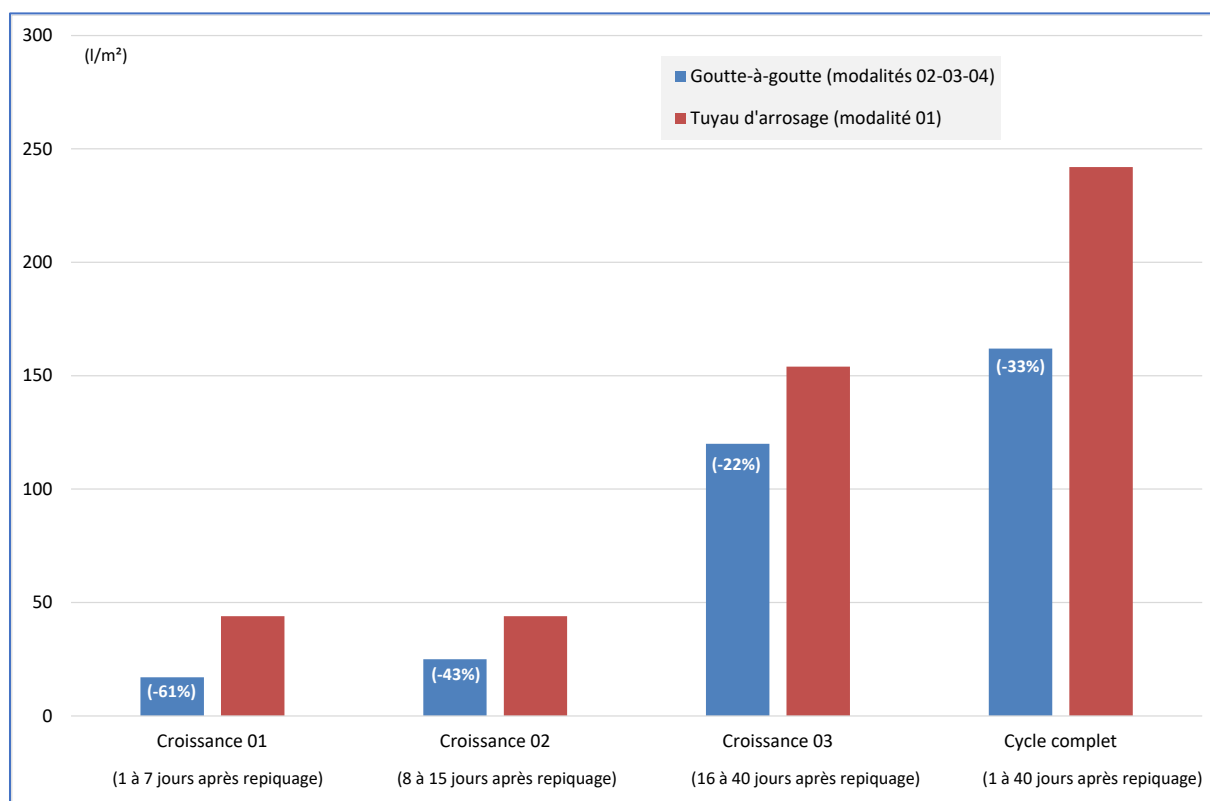


Figure 3: Doses d'irrigation délivrées entre le 02 octobre et le 12 novembre sur les modalités culturales irriguées en goutte-à-goutte (modalités 02-03-04) et au tuyau d'arrosage (modalité témoin 01)

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.

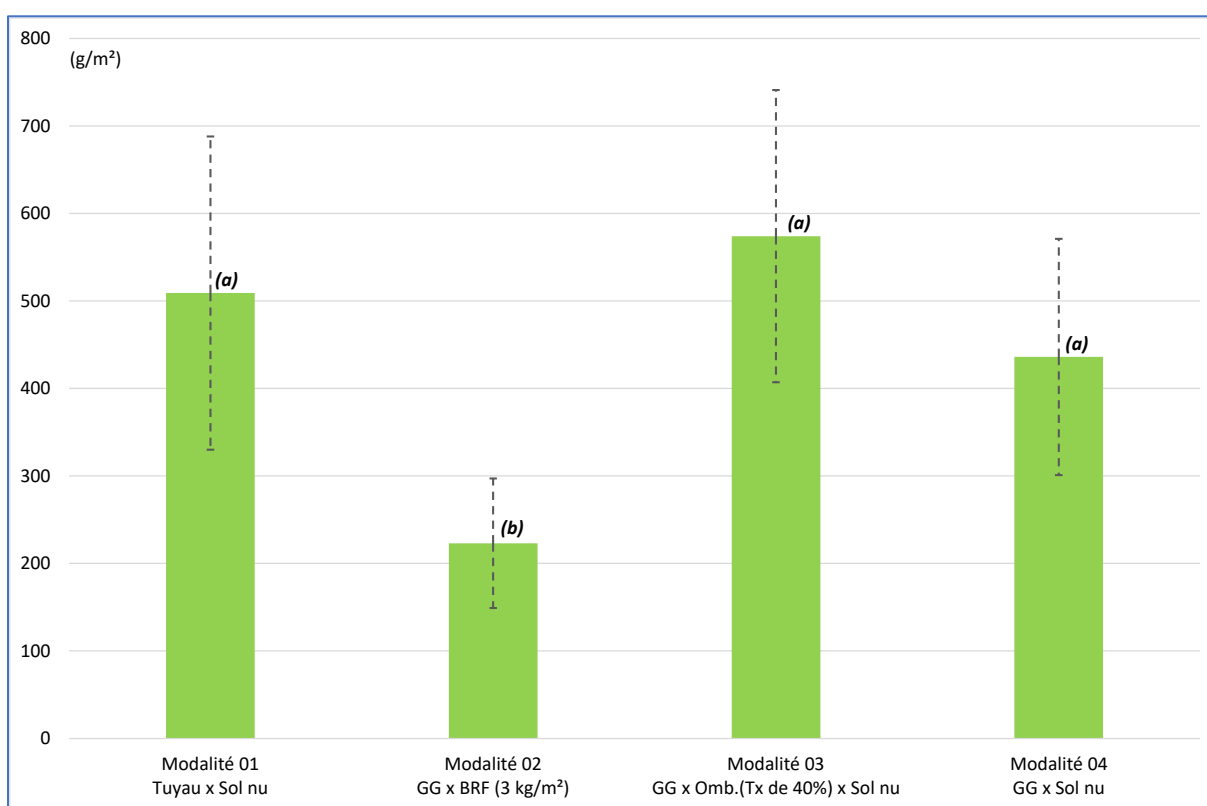


Figure 4: Poids de biomasse fraîche des adventices relevés le 24-25/10 sur les différentes modalités culturales du démonstrateur de Kaweni

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.

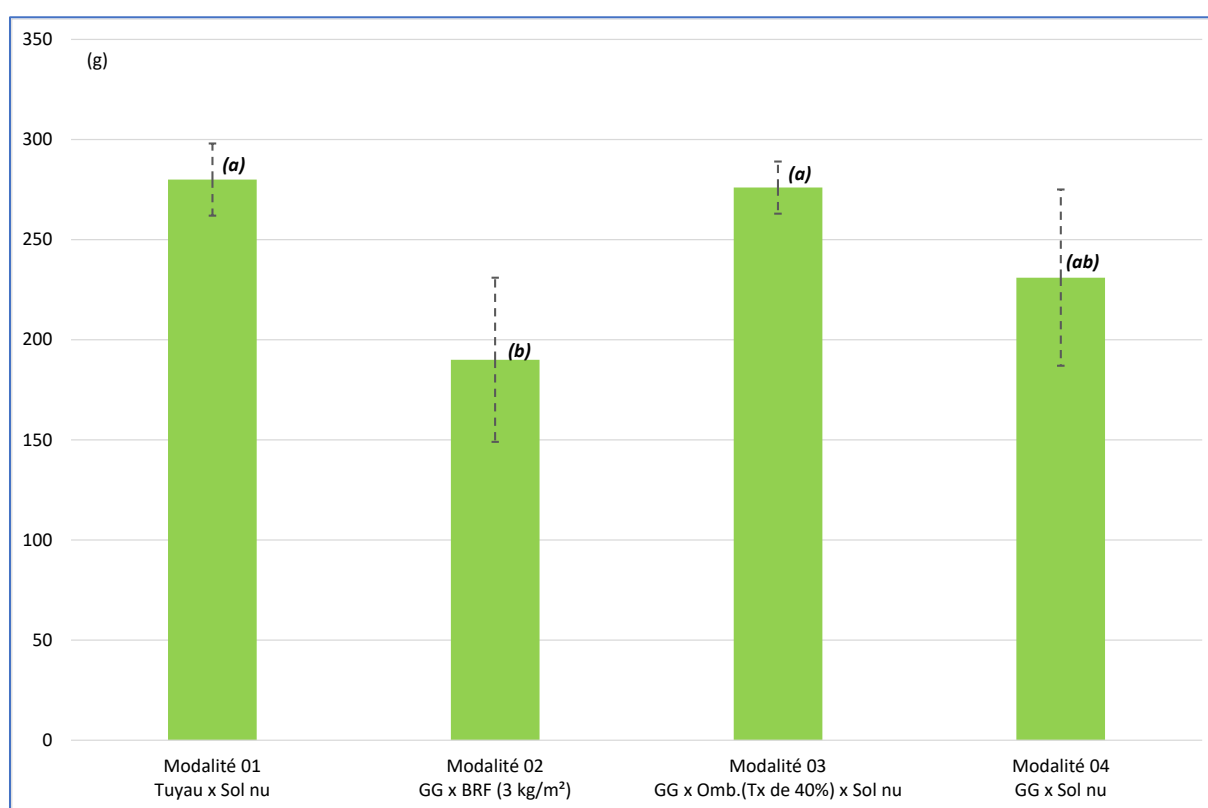


Figure 5: Poids moyen de biomasse fraîche des plants de salade enregistrés sur les différentes modalités culturales du démonstrateur de Kaweni

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.