

Effet du régime d'irrigation et de la fertilisation sur les mauvaises herbes en riziculture irriguée dans les parcelles rizicoles à l'ouest du Burkina Faso

SANOU Adama^{1,2}, YONLI Djibril¹, TRAORÉ Karim¹, OUÉDRAOGO Nofou¹,
KAM Honoré¹, SÉRÉ Issiaka², SOMDA Irénée², TRAORÉ Hamidou¹

Résumé

La gestion des parcelles rizicoles requiert une importante main d'œuvre si bien qu'un désherbage tardif affecte le rendement du riz. La présente étude a pour objectif d'évaluer l'effet d'un système de gestion d'eau en riziculture irriguée, basé sur l'alternance d'humidité et sécheresse en combinaison avec différentes fumures sur l'infestation et la distribution des mauvaises herbes. Ainsi trois régimes d'irrigation considérés comme facteurs principaux en combinaison avec cinq modes de fertilisation comme facteurs secondaires ont été comparés suivant un dispositif factoriel. Les résultats montrent que le régime d'irrigation alternant humidité sécheresse (AWD) avec apport d'une fertilisation organo-minérale à la forte dose de 300 kg NPK/ha + 300 kg urée/ha + 10 t compost/ha a permis de réduire la biomasse des adventices de 21,74 %. Associé à la fumure organo-minérale à la faible dose 150 kg NPK/ha + 100 kg urée/ha + 5 t compost/ha, AWD a permis d'obtenir un poids de mille grains de riz supérieur à 23 g sous infestation de mauvaises herbes dont la biomasse est supérieure à 40 g/m². L'analyse phytoécologique a révélé 8 groupes d'adventices caractéristiques des traitements irrigation et fertilisation. Le dendrogramme de classification hiérarchique a permis d'affiner la relation traitements et adventices. Ainsi, le groupe à *Ipomoea asarifolia* et *Bacopa floribunda* composé de 18 espèces inventoriées dans les traitements est caractérisé par des espèces influencées par l'alternance d'humidité et de sécheresse associée à la fumure organo-minérale à faible dose. Nos résultats ont montré que l'irrigation alternance humidité- sécheresse favorise la diversité floristique dans les parcelles rizicoles. Ce mode d'irrigation dans les conditions de riziculture intensive permet d'améliorer la productivité du riz irrigué. Cependant, elle satisfait aux exigences écologiques d'un groupement de mauvaises herbes à forte richesse spécifique avec pour principale espèce indicatrice *Ipomoea asarifolia* qu'il faudrait surveiller en cas d'adoption. La maîtrise et l'économie de l'eau due à AWD permettrait d'améliorer la résilience des exploitations rizicoles vis-à-vis des effets néfastes liés aux changements climatiques.

Mots-clés : Irrigation, fertilisation, riziculture irriguée, mauvaises herbes, Diversité floristique.

¹ Institute of Environment and Agricultural Research (INERA), BP 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso.

² Université Nazi BONI, Ecole Doctorale, Sciences Naturelles et Agronomie, 01 BP. 1091 Bobo-Dioulasso 01 Burkina Faso.

* Auteur correspondant : sanoudamus@yahoo.fr

Abstract

This study aims to evaluate the effect of a water management system in irrigated rice production based on alternating moisture and drying in combination with different fertilizers, on weed infestation and distribution: The test was carried out according to a factor system consisting of three main irrigation factors and five secondary fertilization factors. Data on weed dry biomass have shown that by alternating wet/dry irrigation (AWD) with high-dose organo-mineral fertilizer inputs (300 kg/ha de NPK + 300 kg urea/ha + 10 t de compost/ha), weed biomass is reduced by 21.74% compared to two-day irrigation. This treatment also increased the weight of a thousand grains of rice. Phytoecological analysis of weed allowed to identify 8 groups of weeds characteristic of irrigation and fertilization treatments. Hierarchical classification dendrogram has helped to establish more specific relationships between treatments and weeds. Thus, the group with *Ipomoea asarifolia* and *Bacopa floribunda* composed of 18 species inventoried in the treatments is characterized by the influence of the AWD irrigation treatment combined with low-dose organo-mineral fertilization. Irrigation alternating humidity and drought favours the diversity of weed flora. AWD in intensive rice growing conditions improves the productivity of irrigated rice. However, it corresponds to the ecological requirements of a plant grouping of weeds with high specific richness, with *Ipomoea asarifolia* as the main indicator species, which should be followed in the event of adoption of this practice. Water control and saving through AWD will improve the resilience of rice farms to climate change.

Keywords: Irrigation, fertilization, irrigated rice, weeds, weed diversity.

Introduction

Le riz est l'aliment de base pour plus de 50 % de la population mondiale. En termes de quantité de production, le riz est la deuxième céréale après le maïs avec 755,1 millions de tonnes enregistrées en 2016 (FAO, 2018). Selo Rio et Brent (2014) rapportent que, la demande en riz est en forte soit 6 % par an en Afrique de l'Ouest et Centrale. Au Burkina Faso, le riz est la quatrième céréale la plus produite (BAZIÉ *et al.*, 2014) avec une consommation moyenne annuelle de 35 kg par personne en 2013 et avoisine les 50 kg/personne/an dans les grands centres urbains (FAO, 2014). Les trois types de riziculture à savoir le riz pluvial, le riz de bas-fond et le riz irrigué fournissent une production nationale estimée à 384 690 tonnes (INSD, (2017)). La riziculture irriguée contribue à elle seule à 48% de la production nationale qui est déficitaire à 52 % du riz consommé (ISND, 2017). En effet les rendements moyens sont de l'ordre de 2,5 t/ha et de plus de 5 t/ha en riziculture irriguée comparativement au rendement potentiel des variétés améliorées qui varie de 6 à 7 t/ha (OUÉDRAOGO *et al.*, 2011). Ce déficit est dû à diverses contraintes notamment abiotiques dont la plus importante est le déficit hydrique (FAO, 2004) et biotiques dont les mauvaises herbes en sont une majeure. En effet, les mauvaises herbes constituent le deuxième facteur limitant après l'eau pour la riziculture (DIARRA, 1992). Les méthodes de gestion de l'eau et de fertilisation dans le Système de Riziculture Intensive (SRI) et l'alternance Humidité-sécheresse (AWD) sont proposées pour améliorer la productivité du riz. Le système de riziculture intensive (SRI) permet d'économiser l'eau, la semence tandis que l'alternance Humidité-sécheresse (AWD) permet d'économiser l'eau et de réduire les émissions de méthane (CARRIJO *et al.*, 2017). Cependant il est nécessaire d'évaluer leur impact sur l'infestation et la dynamique des principaux bio-agresseurs telles que les adventices. La présente étude vise à établir la relation qui existerait entre les mauvaises herbes et les pratiques d'irrigations et de fertilisations en riziculture irriguée à l'ouest du Burkina Faso.

I. Matériel et méthodes

1.1. Sites de l'étude

L'essai a été conduit durant les campagnes sèches de 2018 et 2019 sur le site de la Vallée du Kou, située au Nord-Ouest, dans le village de Bama à 30 km environ de Bobo-Dioulasso. Elle est traversée par la route nationale N° 9, axe Bobo-Dioulasso / Faramana (figure 1). Ce site est un périmètre rizicole irrigué et couvre une superficie de 1200 ha avec une maîtrise d'eau. Les coordonnées géographiques de ce site sont : 4° 22' de longitude Ouest et 11°22' de latitude Nord avec une altitude de 300 m.

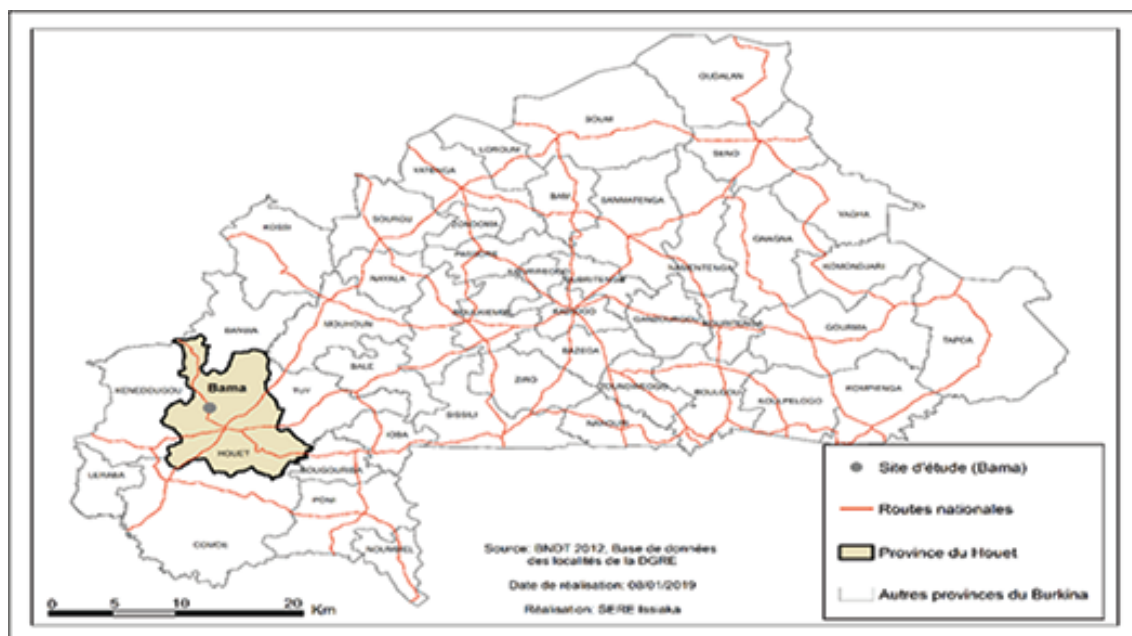


Figure 1 : Situation géographique des trois sites d'études sur la carte du Burkina Faso.

1.2. Dispositif expérimental

Les écartements entre les lignes et les poquets sont de 25 cm. L'essai a été implanté suivant un dispositif factoriel avec trois (03) blocs. Les blocs ont été délimités par des diguettes de 50 cm de hauteur afin d'éviter des échanges d'eau entre eux.

Trois (3) régimes irrigation constituent les facteurs principaux :

- Irrigation chaque deux jours (I2) ;
- Irrigation par alternance humidité-sécheresse (AWD) appliquée à partir 14 JAR. L'apport d'eau est effectué quand le niveau de la nappe d'eau est à 15 cm en dessous de la surface mesuré au sein d'un piézomètre et ;
- Maintien d'humidité (MI) qui a consisté à un apport quotidien de l'eau.

Les facteurs secondaires sont les quatre modes de fertilisation :

- fm : 150 kg NPK /ha +-100 kg urée /ha
- FM : 300 kg NPK /ha de NPK et+ 300 kg urée /ha d'urée ;
- fmo : 150 kg NPK /ha de NPK et +100 kg urée /ha d'urée plus + 5 t composts / ha-de compost ;
- FMO : 300 kg NPK /ha de NPK et+-300 kg urée /ha d'urée plus + 10 t composts /ha de compost ;
- et le témoin absolu (sans fertilisant).

Les traitements correspondent aux 15 combinaisons des facteurs ci-dessus (tableau I).

Au niveau de chaque bloc, trois piézomètres fabriqués à l'aide de tube PCV (12 cm de diamètre et 30 cm de long) ont été installés ; soit un par mode d'irrigation pour suivre la fluctuation de la nappe d'eau. Le suivi du niveau de la nappe d'eau a été effectué à l'aide d'une règle graduée introduite à l'intérieur de chaque piézomètre. L'irrigation est effectuée à chaque fois que le niveau de la nappe est de 15 cm en dessous de la surface du sol soit en moyenne chaque 2,5 jours pour le maintien d'humidité durant les campagnes sèches 2018 et 2019.

Tableau I : Traitements résultant de la combinaison des facteurs irrigation et fertilisation

| Traitements | Code | Composition |
|-------------|------|---|
| MIT0 | T0ml | Maintien de lame d'eau sans fumure |
| I2T0 | T0i2 | Irrigation selon le tour d'eau sans fumure |
| IFT0 | T0if | AWD sans fumures |
| Mlfm | T1 | Maintien de la lame d'eau + fumure minérale faible dose |
| Mlfmo | T2 | Maintien de la lame d'eau + fumure organo minérale faible dose |
| MIFM | T3 | Maintien de la lame d'eau + fumure minérale forte dose |
| MIFMO | T4 | Maintien de la lame d'eau + fumure organo minérale forte dose |
| I2fm | T5 | Irrigation selon le tour d'eau + fumure minérale faible dose |
| I2fmo | T6 | Irrigation selon le tour d'eau + fumure organo minérale faible dose |
| I2FM | T7 | Irrigation selon le tour d'eau + fumure minérale forte dose |
| I2FMO | T8 | Irrigation selon le tour d'eau + fumure organo-minérale forte dose |
| Iffm | T9 | AWD + fumure minérale faible dose |
| Iffmo | T10 | AWD + fumure organo-minérale faible dose |
| IfFM | T11 | AWD + fumure minérale forte dose |
| IfFMO | T12 | AWD + fumure organo-minérale forte dose |

1.3. Conduite de la culture

Un motoculteur a été utilisé pour le labour, suivi d'un enfouissement manuel du compost. Un nivellement des parcelles et d'un ameublissement des mottes de terre ont été réalisés afin d'obtenir un lit de semis approprié. Le repiquage de la variété FKR 60N à un brin par poquet a été réalisé en ligne 12 jours après le semis (JAS) en pépinière.

Trois (03) sarclages à la daba ont été effectués respectivement 30, 60 et 90 JAR. Le NPK a été apporté au repiquage. L'urée a été apportée en fumure de couverture en 3 (trois) fractions, soit 15 JAR, à l'initiation paniculaire de la FKR 60 N (60 JAR) et à la montaison 75 JAR.

1.4. Echantillonnage de sol et analyse physico-chimique du sol

Des échantillons de sol ont été prélevés, avant la mise en place des cultures et après les récoltes ; à l'aide d'une tarière de 20 cm dans chaque parcelle élémentaire sur l'horizon 0-20 cm. Ces échantillons ont été analysés au laboratoire du Programme Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Production (GRN/SP) de la station de recherche de Farako-Bâ pour déterminer les propriétés physico-chimiques. Avant la mise en place des traitements, neuf (09) échantillons de sols ont donc été prélevés suivant la diagonale afin de constituer un échantillon composite par horizon pour des analyses granulométrique et minéralogique. Après les récoltes, quarante-cinq (45) autres échantillons de sol ont été prélevés pour constituer quinze (15) échantillons composites. Chaque échantillon composite est constitué d'un mélange des échantillons de sol prélevés sur les mêmes traitements. Les paramètres physico-chimiques déterminés sont : les niveaux d'azote, de phosphore, de potassium et le pH-eau.

1.5. Collecte et analyse des données

Les données sur les variables suivantes ont été collectées :

- inventier les espèces de mauvaises herbes présentes 60 JAR ;
- l'abondance des mauvaises herbes 60 JAR suivant l'échelle de Barralis (1976) (tableau II) ;
- la biomasse sèche des mauvaises herbes présentes dans l'aire de deux placettes de 0,5 m² placées de façon aléatoire ;
- nombre de talles du riz 45 et 60 jours après le semis ;
- le poids de 1000 grains de riz paddy.

L'analyse des variances a été effectuée avec le logiciel d'analyse statistique R et les comparaisons des moyennes ont été faites au seuil de 5 % selon le test de Tukey.

Les analyses phytoécologiques (diversité, richesse spécifique) et d'ordination (Composante Canoniques des correspondances (CCA)) ont été effectuées avec le logiciel d'ordination PC-ORD version 5.0 McCune et Mefford. (1999). Le nom de chaque espèce a été codé (tableau IV) pour faciliter l'analyse suivant le code Bayer (1992) où une espèce est représentée par les trois premières lettres du genre et les deux premières lettres de l'épithète spécifique (TRAORÉ et PÉNÉ, 2016).

Tableau II : Echelle de densité de Barralis (1976) et de taux de recouvrement des mauvaises herbes de Marnotte (1984)

| Classe | Echelle de densité |
|--------|--------------------------------|
| 1 | < 1 individu/m ² |
| 2 | 1-2 individus/m ² |
| 3 | 3-20 individus/m ² |
| 4 | 21-50 individus/m ² |
| 5 | > 50 individus/m ² |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |

Tableau III : Coefficients de corrélation entre les traitements en riziculture irriguée et les deux premiers axes de la composante Canoniques des Correspondances 60 JAR.

| Traitements | Axe 1 | Axe 2 |
|-------------|--------|--------|
| MIFMO | 0,63 | -0,475 |
| IfFM | 0,503 | -0,065 |
| IfFMO | 0,167 | 0,08 |
| I2-fmo | 0,129 | 0,042 |
| MI-fm | 0,08 | 0,318 |
| MIFMO | 0,07 | 0,217 |
| MIT0 | 0,068 | 0,307 |
| MI-FM | 0,014 | -0,428 |
| I2-fm | -0,012 | 0,34 |
| IfFM | -0,052 | -0,209 |
| IfFMO | -0,114 | -0,439 |
| IfT0 | -0,144 | 0,038 |
| I2-FM | -0,259 | 0,02 |
| I2-FMO | -0,348 | 0,013 |
| I2T0 | -0,368 | 0,232 |

II. Résultats

2.1. Effet de pratiques culturales sur les propriétés physico-chimiques du sol

La dynamique des éléments nutritifs varie en fonction de l'effet combiné du mode d'irrigation et de la fertilisation en riziculture irriguée. En effet le niveau total d'azote le plus élevé (0,09 %) est obtenu avec la combinaison de traitement AWD associée à la fumure organo-minérale à forte dose (IfFMO) (figure 2). Cependant, le AWD a également induit la teneur en azote total la plus faible (0,006 %) dans des conditions de non apport de fertilisation (IFT0). Pour ce qui concerne le phosphore total (figure 3), le maintien de l'humidité en condition de forte dose de fertilisation organo-minérale (MI-FMO) a permis d'augmenter la quantité de phosphore disponible (3,2 mg/kg) de 33,3 % par rapport au témoin sans apport de fertilisants (MIT0). Le AWD associé à la fertilisation minérale forte (If-FM) augmente la disponibilité du potassium de 97,53 mg/kg (figure 4) mais également l'acidité (pHeau = 5,3) du sol (figure 5). Notons que cette acidité sous AWD est réduite légèrement (pHeau = 5,7) sous l'effet de la fumure organique (Ifmo et IfFMO) et la réduction de la dose d'engrais minérale (Iffm).

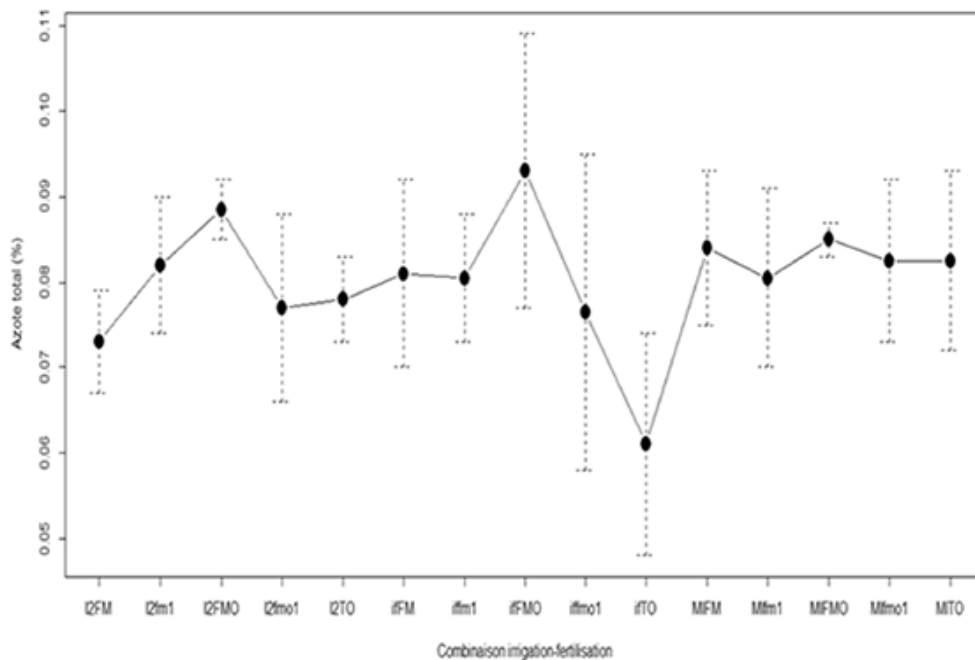


Figure 2 : Niveau de l'azote en fonction des traitements, vallée du Kou campagne sèche 2018.

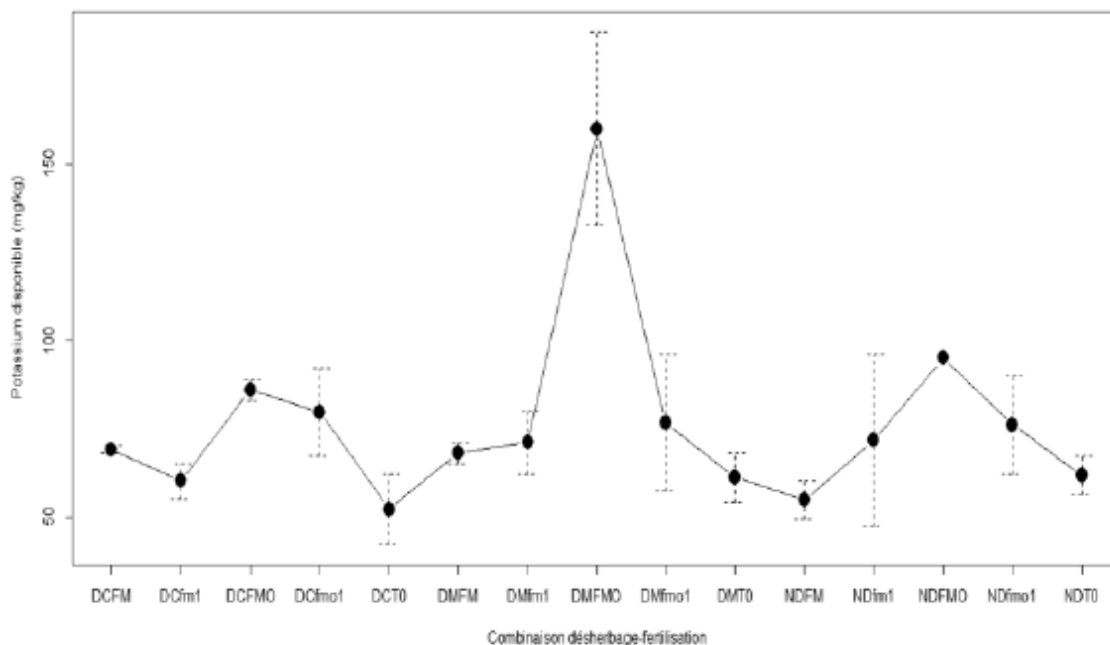


Figure 3 : Niveau de phosphore assimilable en fonction des traitements, vallée du Kou campagne sèche 2018.

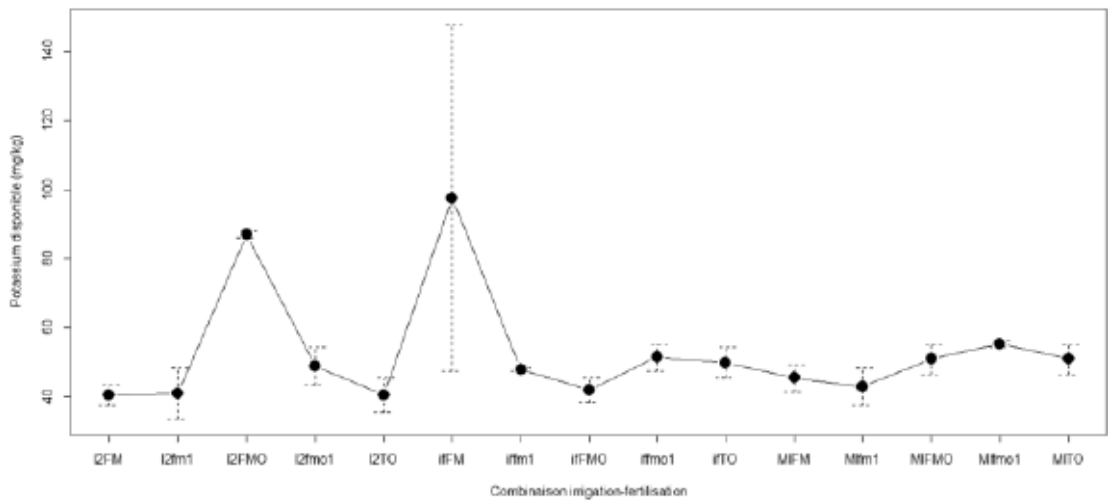


Figure 4 : Niveau de potassium en fonction des traitements des traitements vallée du Kou campagne sèche 2018.

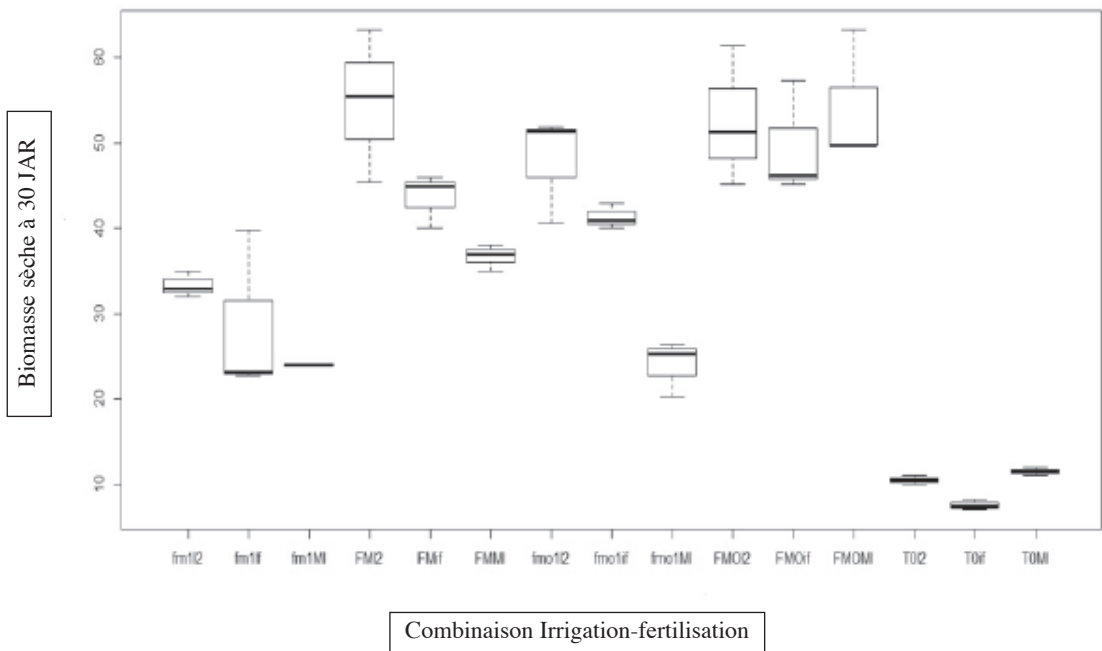


Figure 5 : Effet de la combinaison irrigation et fertilisation sur la biomasse sèche des mauvaises herbes 30 JAR en riziculture irriguée, Vallée du Kou campagne sèche 2018.

2. 2. Effet de pratiques culturales sur l'infestation des mauvaises herbes et la productivité du système de riziculture irrigué

La biomasse sèche des mauvaises herbes 30 JAR est influencée significativement ($P < 0,001$) par l'interaction irrigation-fertilisation (figure 6). Ainsi les infestations les plus élevées sont obtenues avec la fertilisation organo-minérale à forte dose avec des pics d'infestation supérieurs à 54,26 g/m² pour le traitement MIFMO. Les plus faibles biomasses ont été enregistrées avec le traitement témoins sans apport associé à l'irrigation AWD (IfT0), soit moins 5 g/m².

Nonobstant le type de fertilisant, l'irrigation suivant le tour d'eau (I2) a induit les infestations les plus fortes. Cependant dans les conditions d'apport de fumure organo-minérale à forte dose, l'alternance humidité-sécheresse (AWD) réduit la biomasse des mauvaises herbes de 21,74 % et 15,9 % comparée respectivement aux irrigations I2 et MI.

La biomasse sèche des mauvaises herbes 30 JAR a eu une incidence différente sur les composantes de rendement du riz en fonction du mode d'irrigation et du type de fertilisation. En effet pour ce qui concerne le nombre de talles 45 JAR (figure 7), dans des conditions de forte infestation comprise entre 40 et 50 g de biomasse sèche/m², le nombre moyen de talles/plant le plus élevé (> 10 talles/plant) est obtenu avec la combinaison pratique AWD (If) associée à la faible dose de compost à base de paille de riz (Iffmo). Concernant le poids de mille grains du riz (figure 8), on observe dans des conditions de forte infestation de mauvaises herbes soit 40 et 50 g biomasse sèche/m² que seule l'irrigation AWD associées à la fertilisation organo-minérales à forte dose a obtenu un poids moyen de mille grains élevé (> 23 g).

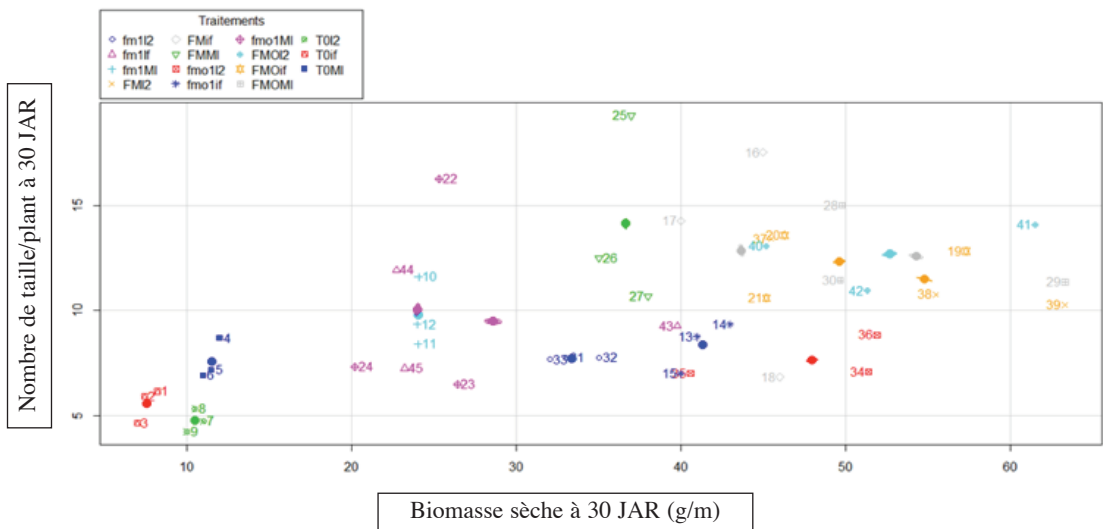


Figure 6 : Effet de l'infestation des mauvaises herbes 30 JAS sur le tallage du riz en riziculture irriguée, vallée du Kou, campagne sèche 2018.

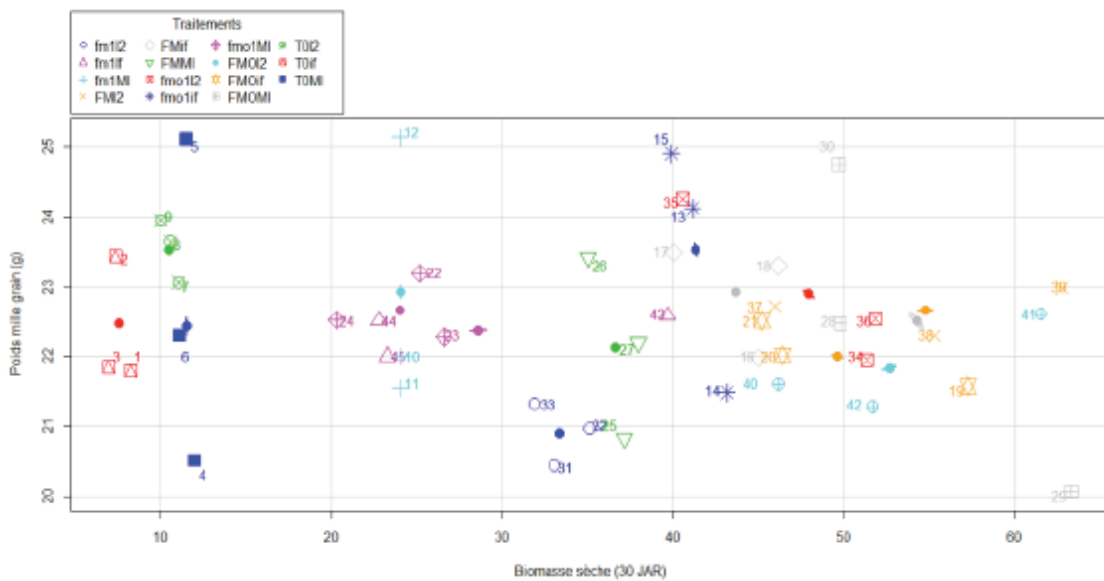


Figure 7 : Effet de l’infestation des mauvaises herbes 30 JAS sur le poids de mille graines du riz en riziculture irriguée Vallée du Kou, campagne sèche 2018.

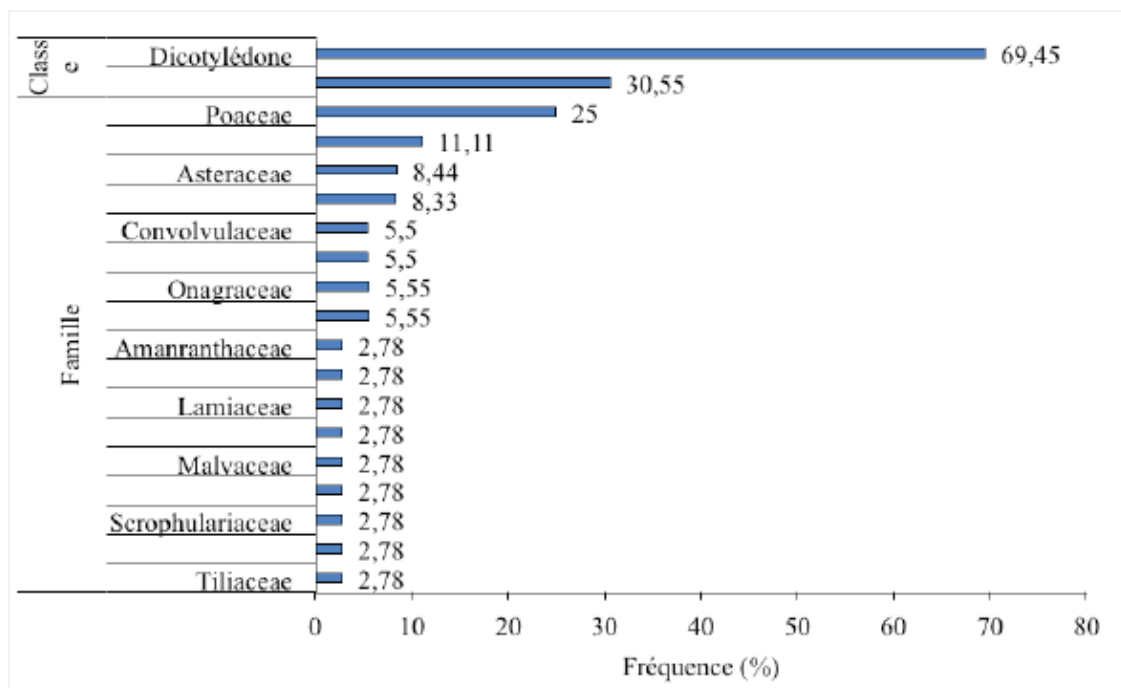


Figure 8 : Fréquence (%) des classes et des familles de mauvaises herbes inventoriées 60 jours après le repiquage du riz, Vallée du Kou. Campagnes sèches 2018 et 2019.

2.3. Les communautés de mauvaises herbes dans les systèmes de riziculture irriguée

Trente-six (36) espèces ont été inventoriées 60 jours après le repiquage du riz (tableau IV). Elles appartiennent à 31 genres et à 17 familles dont les plus dominantes sont : les Poacées (25 %), les Fabacées (11,11 %), les Astéracées (8,44 %) et les Cypéracées (8,33 %). La classe des dicotylédones (69,45 %) est la plus importante (figure 9).

L'analyse des Composantes Canoniques des Correspondances a été effectuée et explique à 89 % la relation entre les espèces de mauvaises herbes et les pratiques culturales en riziculture irriguée 60 JAR. Le facteur irrigation selon le tour d'irrigation (I2) a l'effet le plus significatif sur le regroupement de l'espèce (figure 10). Selon l'analyse des espèces indicatrices, l'irrigation et la fertilisation ont un effet significatif ($p < 0,05$) sur la distribution de 25 % des espèces du groupement végétal optimum (GV8) qui se subdivise en huit sous-groupes d'espèces (tableau IV).

Il y'a une corrélation forte et positive ($r = 0,63$) entre l'axe 1 et les pratiques culturales qui associent le maintien de la lame d'eau + Fertilisation organo-minérale à forte dose (MIFMO) et l'irrigation AWD + fumure minérale à forte dose (IfFM) (tableau III). Il y'a également une corrélation positive ($r = 0,5$) entre les pratiques irrigations AWD et fumure minérale à forte dose IfFM et l'axe 1. Pour ce qui concerne l'axe 2, il est négativement corrélé ($r = -0,45$) à la combinaison MIFMO et à l'irrigation suivant le tour d'eau (I2) et négativement corrélé surtout à la combinaison MIFMO ($r = -0,45$).

Tableau IV : Caractéristiques des groupements végétaux des espèces d'adventices inventoriées dans les parcelles 60 jours après repiquage du riz.

| Groupement végétal | Espèces caractéristiques | RS | Valeur indicatrice | P value (Monté Carlo) | Ish | Is | IE |
|--------------------|---|------|--------------------|-----------------------|-------|------|------|
| G8-1 | Groupement à <i>Brachiaria lata</i> (Schumach.) C.E.Hubb. | 24 | 32,7 | 0,0002 | 0,807 | 2,56 | 0,89 |
| | <i>Melochia corchorifolia</i> L. | 20,8 | 0,0006 | | | | |
| G8-13 | Groupement à <i>Mimosa pudica</i> L. | 100 | 0,004 | 0,881 | 2,44 | 0,89 | 16 |
| | <i>Ludwigia abyssinica</i> A. Rich. | 35,8 | 0,01 | | | | |
| G8-4 | Groupement à savoir <i>Iomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult | 18 | 49,2 | 0,0224 | 0,899 | 2,59 | 0,91 |
| | <i>Bacopa floribunda</i> (R. Br.) Wettst. | 33,1 | 0,0012 | | | | |
| G8-5 | Groupement à <i>Amaranthus sp.</i> | 17 | 58,1 | 0,004 | 0,901 | 2,55 | 0,91 |
| | <i>Sesbania pachycarpa</i> DC | 50 | 0,0042 | | | | |
| Moyenne | | 18 | | | 0,87 | 2,54 | 0,89 |

Légende : RS : richesse spécifique ; IVI : valeur indicatrice des espèces ; Ish : Indices de Shannon ; Is : Indice de Simpson ; IE : Indice d'Equitabilité de Pielou

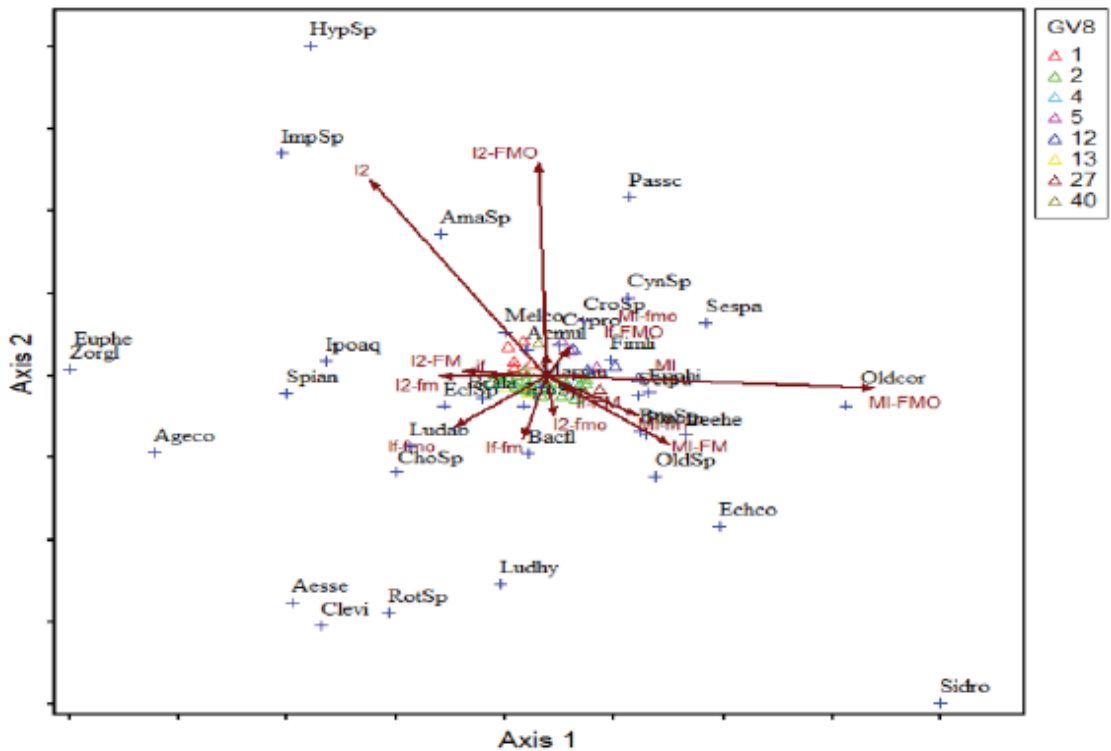


Figure 9 : Répartition des espèces de mauvaises herbes inventoriées 60 JAR en fonction des traitements, Vallée du Kou, campagne sèche 2018.

Légende : GV8 : groupement des mauvaises herbes où l'influence des traitements des traitements est le plus significatif ; 1 ; 2, 4, 5, 12, 13, 27, 40 : Sous groupement des espèces en fonction de l'influence des traitements la plus significative

Le dendrogramme issu de la classification hiérarchique révèle une hétérogénéité entre les traitements qui influencent le regroupement végétal (figure 10). A 35 % de la quantité d'information restante, on a 8 groupes. Cependant seuls 4 groupes ont une valeur P inférieure à 0,05 selon le test de Monté Carlo (tableau IV). Ainsi, le groupe 1 (G8-1) ou groupe à *Brachiaria lata* (Schumach) C.E. Hubb et *Paspalum scrobiculatum* L., concerne 24 espèces inventoriées dans les traitements. Il se caractérise par l'influence du traitement I2 associé au témoin sans apport de fertilisant T0 (I2T0). Le groupe 2 (G8-13) ou groupe à *Mimosa pudica* L. et *Ludwigia abyssinica* A. Rich. comporte 16 espèces inventoriées. Il se subdivise en deux sous-groupes et est caractérisé par l'influence de l'irrigation suivant le tour : I2 associé au traitement FM et fmo respectivement pour le sous-groupe 1 et 2. Le groupement 3 (G8-4) ou groupe à *Ipomoea asarifolia* Desr. Roem. & Schult. et *Bacopa floribunda* R.Br. Wettst concerne 18 espèces inventoriées. Ce groupe est caractérisé par l'influence de l'irrigation AWD associée à la fumure organo-minérale à faible dose (Iffmo). Le groupement 4 (G8-5) ou groupe à *Amaranthus* sp. *Sesbania pachycarpa* DC est composé de 17 espèces. Il s'agit des espèces qui se retrouvent indifféremment sous le maintien de la lame d'eau (MI) et AWD respectivement dans des conditions sans apport de fertilisant (T0) et de forte dose d'engrais minéral (FM). Les indices de diversité les plus élevés ont été obtenus avec les deux derniers groupes 3 et 4 (Ish = 0,90). Ces deux groupes possèdent également les espèces à valeur indicatrice les plus élevés, 49,2 % et 58,1% respectivement pour les espèces *Ipomea asarifolia* et *Amaranthus* sp.

Tableau V : Caractéristiques des adventices inventoriées 60 jours après le repiquage du riz.

| Espèces et Genres | Code | Famille | Classe | Sous groupement | Statut des espèces |
|---|---------|-------------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| <i>Melochia corchorifolia</i> | Melco | <i>Sterculiaceae</i> | Dicotylédone | G8-1 | Indicatrice |
| <i>Bacopa floribunda</i> (R. Br.) Wettst | BacSp | <i>Scrophulariaceae</i> | Dicotylédone | G8-4 | Indicatrice |
| <i>Brachiaria lata</i> (Schumach.) C.E. Hubbard | Brala | <i>Poaceae</i> | Monocotylédone | G8-1 | Indicatrice |
| <i>Ludwigia abyssinica</i> . A. Rich | Ludab | <i>Onagraceae</i> | Dicotylédone | G8-13 | Indicatrice |
| <i>Ipomea Sp</i> | IpoSp | <i>Convolvulaceae</i> | Dicotylédone | G8-4 | Indicatrice |
| <i>Ipomea aquatica</i> Forssk. | Ipoaqu | <i>Convolvulaceae</i> | Dicotylédone | G8-13 | Indicatrice |
| <i>Sesbania pachycarpa</i> DC. | Sespa | <i>Fabaceae</i> | Dicotylédone | G8-5 | Indicatrice |
| <i>Aeschynomenes</i> <i>afraspera</i> J. Léonard | Aesaf | <i>Fabaceae</i> | Dicotylédone | G8-13 | Indicatrice |
| <i>Amaranthus Sp</i> | Amasp | <i>Amaranthaceae</i> | Dicotylédone | G8-5 | Indicatrice |
| <i>Cyperus rotundus</i> L. | Cypro | <i>Cyperaceae</i> | Monocotylédone | G8-1 | Indifférente |
| <i>Fimbristylis littoralis</i> Gand. | Fimlitt | <i>Cyperaceae</i> | Monocotylédone | G8-4 | Indifférente |
| <i>Oldenlandia Sp</i> | OldSp | <i>Rubiaceae</i> | Dicotylédone | G8-4 | Indifférente |
| <i>Echinochloa colona</i> L. Link | Ehco | <i>Poaceae</i> | Monocotylédone | G8-4 | Indifférente |
| <i>Paspalum scrobilatum</i> L. | Passc | <i>Poaceae</i> | Monocotylédone | G8-5 | Indifférente |
| <i>Marselia munita</i> L. | Marmu | <i>Marsileaceae</i> | Dicotylédone | G8-5 | Indifférente |
| <i>Oldenlandia</i> <i>corymbosa</i> L. | Oldcor | <i>Rubiaceae</i> | Dicotylédone | G8-27 | Indifférente |
| <i>Leezia hexendra</i> SW. | Leehex | <i>Poaceae</i> | Monocotylédone | G8-4 | Indifférente |
| <i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult. | Setpu | <i>Poaceae</i> | Monocotylédone | G8-13 | Indifférente |
| <i>Eclipta Sp</i> | EclSp | <i>Asteraceae</i> | Dicotylédone | G8-2 | Indifférente |
| <i>Crotalaria Sp</i> | CroSp | <i>Fabaceae</i> | Dicotylédone | G8-4 | Indifférente |
| <i>Corchorus Sp</i> | Corsp | <i>Tiliaceae</i> | Dicotylédone | G8-2 | Indifférente |
| <i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G.Don) Exell | Ludhy | <i>Onagraceae</i> | Dicotylédone | G8-2 | Indifférente |
| <i>Acmelia uliginosa</i> (Sw.) Cass. | Acmul | <i>Asteraceae</i> | Dicotylédone | G8-5 | Indifférente |
| <i>Bracharia Sp</i> | BraSp | <i>Poaceae</i> | Monocotylédone | G8-2 | Indifférente |
| <i>Euphorbia hirta</i> L. | Eup | <i>Euphorbiaceae</i> | Dicotylédone | G8-2 | Indifférente |
| <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | Cynda | <i>Poaceae</i> | Monocotylédone | G8-4 | Indifférente |
| <i>Imperata Sp</i> | Impsp | <i>Poaceae</i> | Monocotylédone | G8-1 | Indifférente |
| <i>Zornia glochidiata</i> Reichb. ex DC. | Zorglo | <i>Fabaceae</i> | Dicotylédone | G8-2 | Indifférente |
| <i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. & Thonn. | Phyam | <i>Euphorbiaceae</i> | Dicotylédone | G8-2 | Indifférente |

| | | | | | |
|---|--------|----------------------|----------------|-------|--------------|
| <i>Ageratum conyzoides</i> L. | Ageco | <i>Asteraceae</i> | Dicotylédone | G8_2 | Indifférente |
| <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W.D. Clayton | Rotco | <i>Poaceae</i> | Monocotylédone | G8_13 | Indifférente |
| <i>Euphorbia heterophylla</i> L. | Euphe | <i>Euphorbiaceae</i> | Dicotylédone | G8_12 | Indifférente |
| <i>Hyptis Sp</i> | HypSp | <i>Lamiaceae</i> | Dicotylédone | G8_1 | Indifférente |
| <i>Cleome viscosa</i> L. | Clevis | <i>Capparidaceae</i> | Dicotylédone | G8_2 | Indifférente |
| <i>Spigelia anthelmia</i> L. | Spian | <i>Loganiaceae</i> | Dicotylédone | G8_2 | Indifférente |
| <i>Sida rhombifolia</i> Lour. W.D. Clayton | Sidrh | <i>Malvaceae</i> | Dicotylédone | G8_27 | Indifférente |

III. Discussion

Le système d'irrigation AWD a permis d'augmenter la disponibilité des principaux éléments nutritifs du sol notamment le potassium assimilable (K_{ass}) dans les conditions d'apport de fumure organo-minérale. Selon Sédogo (1993), la fumure organo-minérale induit des teneurs statistiquement supérieures en carbone, en azote, phosphore, potassiums totaux et le pH_{eau} comparativement au témoin sans fumure. En effet dans les conditions de non apport d'engrais et de AWD, le K_{ass} a été réduit tandis que l'acidité du sol a augmenté. Il s'agirait là d'une limite du système AWD qui pourrait être un handicap à son adoption en riziculture irriguée. En effet, l'amendement organique du sol est peu adopté en rizicultures irriguée (SANOU *et al.*, 2019).

Concernant l'enherbement, l'infestation précoce des mauvaises herbes a été réduite dans les conditions de AWD associée à la forte dose d'engrais minérale à but d'intensification de la riziculture. Cette réduction aurait permis d'améliorer ainsi la tolérance du riz aux mauvaises herbes, marquée par un bon tallage et un poids de mille grains plus élevé. Cependant, cette tolérance pourrait s'expliquer par l'expression du potentiel variétal de FKR 60 N. En effet, les NERICA ont un potentiel variétal de tolérance aux mauvaises herbes (RODENBURG, 2014). De plus les apports de matière organique effectués permettent de maintenir l'humidité du sol et d'améliorer la disponibilité des éléments nutritifs notamment le phosphore (LOMPO, 2009) qui améliore le tallage du riz (YOSHIDA, 1981). L'apport unique d'une forte dose d'engrais minéral a augmenté l'acidité du sol et a réduit la disponibilité du potassium assimilable. Ces résultats corroborent ceux de Yoshida (1981) qui classe l'azote et le potassium comme fertilisants physiologiquement acidifiant. Ainsi la pratique du AWD est compatible avec l'intensification de la riziculture à condition d'effectuer un bon amendement du sol. Stoop *et al.* (2002) considèrent AWD comme le mode d'irrigation du Système de Riziculture Intensive (SRI) basée sur l'exploitation d'une combinaison de la relation eau-sol-plante. Concernant le bénéfice économique engendré par AWD, il a permis de réduire la charge de travail d'irrigation et la facture de la redevance d'eau de 10 jours comparativement à l'irrigation selon le tour de 2 jours instaurée à la vallée du Kou en raison de l'insuffisance d'eau de surface (DICKO, 2004).

La classe des dicotylédones est dominante et représente au moins les 2/3 de l'ensemble des espèces inventoriées. Ces résultats corroborent ceux de Traoré et Maillet (1992), qui ont mis en évidence la dominance des dicotylédones soit 2/3 de l'ensemble des espèces inventoriées dans les principales cultures céréalières du Burkina Faso. Les dicotylédones seraient plus dominantes dans des parcelles cultivées en raison de leur aptitude de résistance à l'effet du travail de sol

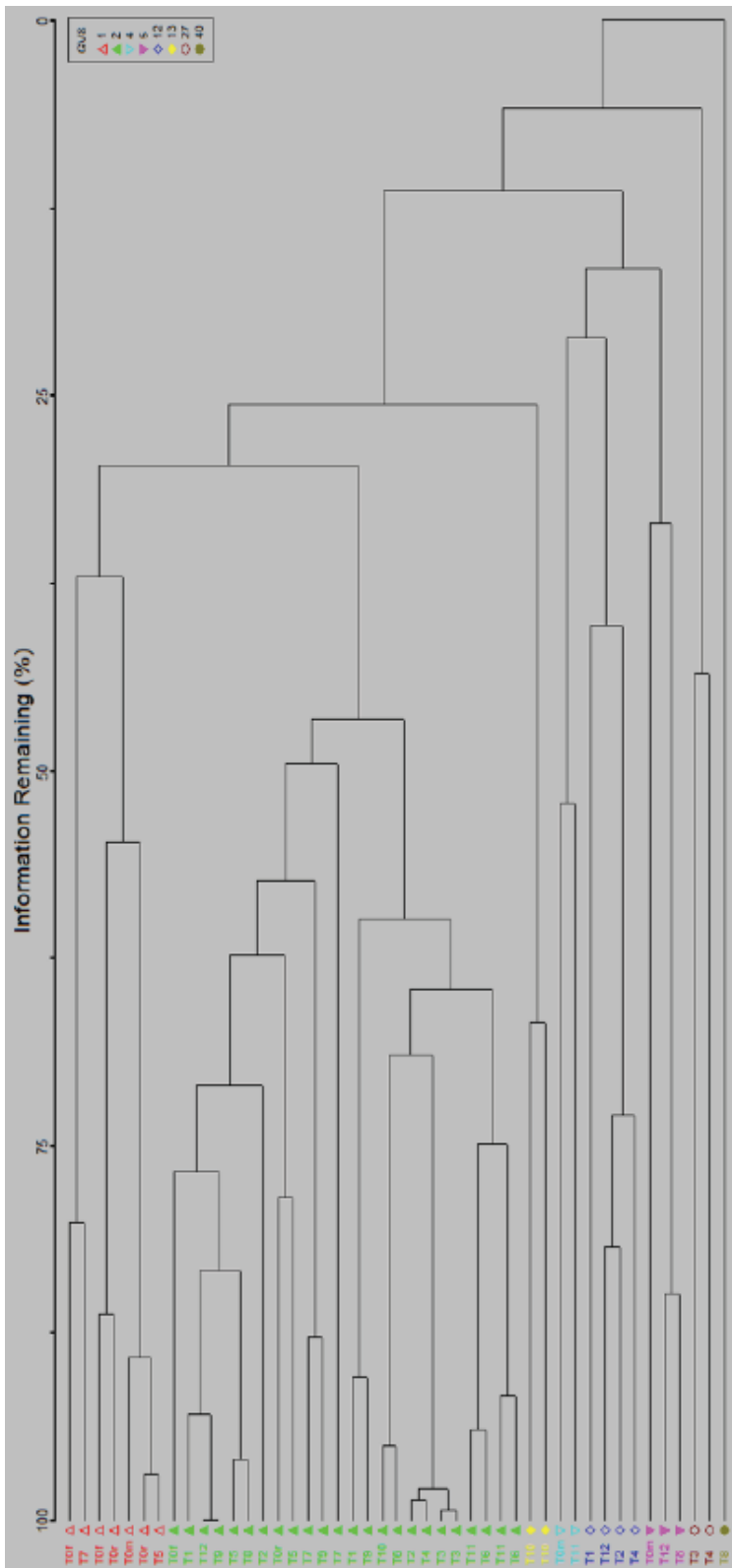


Figure 10 : Dendrogramme de classification des espèces de mauvaises herbes inventoriées dans les traitements 60 JAR du riz irrigué.

Légende : GV8 : groupement des mauvaises herbes où l'influence des traitements des traitements est le plus significatif ;

1 ; 2, 4, 5, 12, 13, 27, 40 : Sous groupement des espèces en fonction de l'influence des traitements des traitements est les plus significatifs

(TRAORÉ *et al.*, 2010). Concernant la répartition par famille, il ressort de l'inventaire que les Poacées, les Cypéracées, les Fabacées et les Astéracées sont les familles dominantes. Selon Taleb *et al.* (1998), l'importance de ces familles s'expliquerait par leur aire de répartition sahélienne, et par leur aptitude à s'adapter aux biotopes perturbés par les activités agricoles.

Cette étude a permis de mettre en évidence l'existence de 5 groupements de mauvaises herbes significativement inféodées aux pratiques culturales d'irrigation et de fertilisation. Nos résultats sont similaires à ceux de Doussou *et al.* (2012), et Sanou (2015) qui ont identifié respectivement des groupements végétaux sur la base de leur affinité aux conditions pédoclimatiques d'une mangrove et aux pratiques culturales de longue durée en culture de sorgho. Diomande *et al.* (2019) soulignent que la prolifération de la flore adventice diffère en fonction des techniques culturales. Cependant en riziculture irriguée, le facteur qui a influencé le plus le comportement des espèces inventoriées est l'irrigation suivant le tour d'eau. Selon (LANDEAU, 2008), le facteur le plus influent est identifié par la flèche la plus grande du diagramme d'ordination. L'effet dominant de ce facteur pourrait s'expliquer par le fait que ce type d'irrigation est pratiqué de façon continue depuis 1994 à la vallée du Kou. Seulement 25 % des espèces inventoriées sont significativement influencées par les combinaisons des traitements. Les autres espèces seraient indifférentes ou espèces ubiquistes aux effets des traitements. Ces résultats corroborent ceux de Traoré et Péné (2016) qui ont également mis en évidence l'existence de groupes d'espèces inféodées ou ubiquistes à des agroécosystèmes élaicoles de la Mé et de Dabou, en basse Côte d'Ivoire.

Le système d'irrigation alternance humidité sécheresse (AWD) associée à la fumure organo-minérale à faible dose (Iffmo) a induit la formation du groupe de mauvaises herbes à indice de diversité le plus élevé (2,6 bits) et composé de deux espèces indicatrices à savoir *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult. et *Bacopa floribunda* (R.Br.) Wettst. La modification de l'environnement dont les caractéristiques correspondent aux exigences écologiques des espèces, a un impact sur l'évolution des populations d'adventices (BERTRAND et DORÉ, 2008 ; LONCHAMP et BARRALIS, 1988). Les deux espèces indicatrices de ce groupe sont de la classe des dicotylédones. Pourtant selon une enquête menée par Sanou *et al.* (2019), les espèces de mauvaises herbes les plus nuisibles selon les producteurs en riziculture irriguée sont des Poacées et des Cypéracées. Ainsi, l'adoption de la pratique Iffmo pourrait être bénéfique en terme de biodiversité des espèces mais ayant induit la formation d'un groupe spécifique, elle devrait être associée à une méthode de lutte spécifique contre ces espèces indicatrices du groupe.

Conclusion

Cette étude a permis de déterminer l'impact du mode d'irrigation AWD sur la dynamique des principaux éléments nutritifs entrant dans la nutrition du riz. Il s'avère que l'utilisation de AWD nécessite l'application de la matière organique en plus de fertilisants minéraux. En effet la matière organique joue un rôle de tampon empêchant l'acidification tout en assurant la disponibilité des éléments nutritifs. Concernant l'effet induit par AWD sur la dynamique des mauvaises herbes, il ressort que ce mode d'irrigation favorise la diversité des mauvaises herbes. Cependant, il contribue à satisfaire les exigences écologiques d'un groupement de mauvaises herbes à forte richesse spécifique avec pour principale espèce indicatrice *Ipomoea asarifolia* qu'il faudrait surveiller en cas d'adoption. La productivité du riz a pu être améliorée à travers deux composantes de rendements à savoir le poids mille grains du riz et le nombre de talle.

Références bibliographiques

- BARRALIS G., 1977.** Seuils de nuisibilité des mauvaises herbes, II, Nuisibilité directe, Phytoma, mai 1977, 11-15.
- BAYER AG, 1992.** Important crops of the world and their weeds (Scientific and common names, synonyms and W.S.S.A./W.S.S.J. approved computer codes). Second ed. Bayer ed., Leverkusen, Federal Republic of Germany, 1682 p.
- BERTRAND M. et DORÉ T., 2008.** Comment intégrer la maîtrise de la flore adventice dans le cadre général [1] d'un système de production intégrée. Innovations Agronomiques (2008) 3, I.N.R.A, UMR d'Agronomie, Paris, France, 1-13p.
- CARRIJO D. R., LUNDY M. E., LINQUIST B. E., 2017.** Rice yields and water use under alternate wetting and drying irrigation: A meta-analysis. Elsevier. Field Crops Research 203 (2017) 173–180
- DIARRA A., 1992.** Les ennemis du riz dans le Sahel. INSAH ; lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel, Bamako, Mali, pp : 159-169.
- DICKO D., 2004.** Evaluation des performances sur le périmètre de la Vallée du Kou. Projet APPIA-EIERGEeau. Ouagadougou, Burkina Faso. 39 p
- DIOMANDE S., KOUAKOU Y. B., RASMANE K. N., EHOUMAN N. A et BAKAYOKO A., 2019.** Étude de l'effet d'une légumineuse (*Phaseolus vulgaris*) et d'un compost (Vermicompost) sur l'enherbement des cultures maraichères des établissements pénitentiaires de Côte d'Ivoire : cas des prisons d'Abidjan et de Gagnoa, 60 p.
- DOSSOU M. F., LOUGBÉGNON O. T., HOUÉSSOU G. L., TEKA S. O., TENTE A. H. B., 2012.** Caractérisation phytoécologique et structurale des groupements végétaux de la forêt marécageuse d'Agonvè et de ses milieux connexes au Sud-Bénin. Journal of Applied Biosciences 53 : 3821 – 3830
- FAO, 2018.** Suivi du marché du riz de la FAO, Volume XXI, Edition N° 1, 10p.
- Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD), 2017.** Bulletin trimestriel de conjoncture, 2eme trimestre. Direction des Statistiques et des Synthèses Economiques. Burkina Faso. 81 p.
- LANDEAU R., 2008.** Comparaison de la diversité spécifique intra et inter-habitat et observation de la distribution des taxons le long de gradients environnementaux significatifs : Application dans les environs du Col du Lautaret. Stage en entreprise. CNRS UM 5553 Université Joseph Fourier, France. 21 p
- LONCHAMP J. P. et BARRALIS G., 1988.** Caractéristiques et dynamique des mauvaises herbes en région de grande culture : le Noyonnais (Oise), I.N.R.A, Laboratoire de Malherbologie, Agronomie, 8 (9), pp 757-766
- RIO A. et BRENT M., 2014.** Adaptation de l'agriculture au changement climatique au sahel : profils agronomiques de quinze cultures dominantes au sahel. Réalisée pour l'Agence des Etats-Unis pour le développement international par Tetra Tech ARD dans le cadre du Contrat à Quantité Indéterminée Prospérité, Moyens de subsistance et Conservation des écosystèmes [Prosperity, Livelihoods, and Conserving Ecosystems (PLACE)], contrat USAID No. AID-EPP-I-00-06-00008, ordre de service No. AID-OAA-TO-11-00064), 118 p.
- RODENBURG J., CISSOKO M., KAYEKEB J., DIENG I., KHAND Z. R., MIDEGAD C. A. O., ONYUKAA E. A., SCHOLES J. B., 2014.** Do Nerica rice cultivar express resistance to *Striga hermonthica* (Del.) Benth. and *Striga asiatica* (L.) Kuntze under field conditions? Elsevier 170: 83–94.
- SANOU A., YONLID., OUÉDRAOGO N., KAM H., TRAORÉ H., OUÉDRAGO I., SOMDA I. and TRAORÉ H., 2019.** Farmers' perception, cropping patterns and weed management in rice (*Oryza sp.*) growth in Burkina Faso. Volume (9) Issue (5): pp 70 - 79.
- SANOU A., 2015.** Effet de la fertilisation et des systèmes de rotation de cultures sur l'infestation des mauvaises herbes sur sols ferrugineux tropicaux au Centre-Ouest du Burkina Faso. Mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles (DEA/GIRN), Option : Système de Production Végétale Spécialité : Sciences du Sol. Institut du Développement rural. Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Burkina Faso. 75 p.
- SÉDOGO P. M., 1993.** Évolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de Doctorat ès Sciences. Université de Côte d'Ivoire (Abidjan). 285 p.

- STOOP W., UPHOFF N., KASSAM A., 2002.** A review of agricultural research issues raised by the system of rice intensification (SRI) from Madagascar: opportunities for improving farming systems for resource-poor farmers. *Agric. Syst.* 71:249-274.
- TRAORÉ H. et MAILLET J., 1998.** Mauvaises herbes des cultures céréalières au Burkina Faso. *Agriculture & Développement* 20 : 47-59
- TRAORÉ K. et PÉNÉ., 2016.** Etude Phyto-Écologique des Adventices dans les Agro-écosystèmes Élaicoles de la Mé et de Dabou en base côte d'Ivoire. Université J Lorougnon-Guédé de Daloa/UFR Agro-Foresterie et Environnement, Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 104:10005 –100018ISSN 1997–5902
- YOSHIDA S., 1981.** Fundamentals of rice crop science. IRRI, P.O. Box 933, 1099 ManiJa, Philippines, 269 pp.