

Influence des substrats organiques et du désherbage sur les mauvaises herbes et la productivité du riz irrigué dans l'Ouest du Burkina Faso

Issiaka SERE^{1*}, Adama SANOU², Soumana KONE²
Mahamoudou KOUMBEM², Siébou PALE²,
Drissa COULIBALY², Ali KIENDREBEOGO³,
Vara P.V. Prasad^{4,5}, Jan B. Middendorf⁴,
Edmond HIEN¹, Hamidou TRAORE²

Résumé

Les mauvaises herbes constituent une contrainte majeure en riziculture irriguée. Cette étude a été initiée pour gestion durable des mauvaises herbes. L'essai a été implanté selon un dispositif Split-plot, comportant quatre facteurs principaux, le désherbage chimique, manuel, à la houe rotative et le non-désherbage et quatre facteurs secondaires, le compost, le biochar, les écumes de canne à sucre et la fumure minérale. Les écumes de canne à sucre associé au désherbage chimique a présenté le pH le plus acide (5,22). L'azote la plus élevée a été obtenue avec le biochar combiné au désherbage chimique (0,12%). Les phosphore total et assimilable les plus élevés, ont été obtenus par le biochar sans désherbage (245,22 mg/kg) et le biochar au désherbage chimique (201,11 mg/kg). Le potassium total et le potassium disponible le plus élevé ont été enregistré par les écumes de canne à sucre sans désherbage (728,68 mg/kg) et le biochar avec désherbage chimique (66,75 mg/kg). Les biomasses sèches de mauvaises herbes ont été réduites par le biochar avec désherbage à la houe rotative (6,72 g/m²) à 15 JAR et les écumes de canne à sucre avec désherbage chimique à 30 (19,76 g/m²) et 45 JAR (14,44 g/m²). Le biochar au désherbage manuel a donné les meilleurs rendements en riz paddy (3396,97 kg/ha). Six groupements de mauvaises herbes ont été identifiés dont trois possèdent des espèces indicatrices. Ces résultats ont montré que le biochar était un bon substrat dans la gestion durable des mauvaises herbes et l'amélioration de la productivité du riz irrigué.

¹ Université Joseph Ki-Zerbo/Laboratoire Sols, Matériaux et Environnement, UFR Sciences de la Vie et de la Terre, 03 B.P 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

² Centre National de la recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Burkina Faso

³ Selcuk University, Faculty of Agriculture, Field Crops Dept., Konya, Türkiye

⁴ Feed the Future Innovation Lab for Collaborative Research on Sustainable Intensification, Kansas State University, Manhattan, USA

⁵ Departement of Agronomy, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA

***Auteur Correspondant** : SERE Issiaka, E-mail : sereissiaka23@gmail.com, Tel : +226 70866914/+226 76056797. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6244-9220>.

Mot clés : Désherbage, substrats organiques, mauvaises herbes, riziculture irriguée

The Effect of Organic Substrates and Weed Control on Weeds and Productivity in Irrigated Rice Fields in Western Burkina Faso

Abstract

Weeds are a major constraint in irrigated rice cultivation. This study was initiated to promote sustainable weed management. The experiment was designed as a split-plot design, with four main factors—chemical, manual, rotary hoe, and no weeding and four secondary factors compost, biochar, sugarcane bagasse, and mineral fertilizer. Sugarcane bagasse combined with chemical weed control resulted in the most acidic pH (5.22). The highest nitrogen content was obtained with biochar combined with chemical weed control (0.12%). The highest total and available phosphorus levels were obtained with biochar without weed control (245.22 mg/kg) and biochar with chemical weed control (201.11 mg/kg). The highest total potassium and available potassium were recorded for sugarcane bagasse without weed control (728.68 mg/kg) and biochar with chemical weed control (66.75 mg/kg). Dry weed biomass was reduced by biochar with rotary hoe weeding (6.72 g/m²) at 15 days after planting (DAP) and by sugarcane bagasse with chemical weeding at 30 (19.76 g/m²) and 45 DAP (14.44 g/m²). Biochar combined with manual weeding yielded the highest paddy rice yields (3,396.97 kg/ha). Six weed communities were identified, three of which included indicator species. These results demonstrated that biochar is an effective tool for sustainable weed management and improving the productivity of irrigated rice.

Keywords: Weeding, organic substrates, weeds, irrigated rice cultivation, food security

Introduction

Le riz est la céréale la plus cultivée dans le monde après le blé (FAO, 2013). Il représente de nos jours, l'aliment de base de plus de la moitié de la population mondiale (FAO, 2017). Ces 20 dernières années, le riz est devenu la principale céréale consommée en Afrique de l'Ouest avec un accroissement annuel de 4 % (FAO, 2013). Au Burkina Faso, le riz occupe la quatrième place après le maïs, le sorgho et le mil, aussi bien en termes de superficie cultivée qu'en termes de production (SNDR, 2020). Sa consommation annuelle par personne est passée de 16 kg en 2007 à 38 kg en 2017 et elle dépasse 50 kg/personne/an dans les centres urbains (Ouedraogo *et al.*, 2025).

La production nationale estimée à 451 000 tonnes en 2022 (Rikolto, 2024) reste insuffisante pour couvrir les besoins en riz du pays qui a recours à des importations correspondant à 72 milliards de FCFA en 2023 (Rikolto, 2024). En effet, la demande en riz au Burkina Faso était estimée à 773 775 tonnes en 2018 (MARAH, 2018). Avec un taux

d'accroissement de 11% par an, ces besoins sont passés à 1 303 855 tonnes en 2024 (Badini, 2024). Ainsi, la volonté du gouvernement à travers les politiques agricoles, vise à accroître la production nationale de riz. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de surmonter plusieurs obstacles, parmi lesquels figurent les mauvaises herbes, qui représentent l'un des défis majeurs qui limitent la productivité rizicole. En effet, les mauvaises herbes constituent le deuxième facteur limitant de la production rizicole. Les pertes de rendement dues à la concurrence des adventices en riziculture sont de l'ordre de 10 à 56% (Dantsy-Barry *et al.*, 2006). En riziculture, la dynamique des populations de ravageurs tels que les mauvaises herbes dans les parcelles dépend en grande partie de la combinaison des différents facteurs tels que les méthodes de désherbage et les types de fumures appliqués.

Plusieurs études ont montré l'effet positif des substrats organiques sur la capacité de résistance des plantes et l'amélioration de la productivité du riz. Cependant, l'efficacité de ces méthodes de lutte est fonction de la connaissance des mauvaises herbes et des facteurs qui influencent leur développement. C'est ainsi que, cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet des types de substrats organiques et des modes de désherbage sur la gestion des mauvaises herbes.

I. Matériel et méthodes

I.1. Présentation de la zone d'étude

Le périmètre irrigué de Karfiguéla est situé à une dizaine de kilomètres au Nord-ouest de Banfora, à 10°45' de latitude Nord, 4°49' de longitude Ouest et à 331 m d'altitude. Les analyses de sol ont montré que seulement 44% de la surface aménagée ont une vocation rizicole (Karamge, 2001). La campagne 2024 a enregistré un cumul pluviométrique de 915,4 mm d'eau. La pluviométrie maximale a été enregistrée en juillet avec 226,10 mm, tandis que la plus faible a été observée en février avec seulement 0,10 mm.

I.2. Matériel utilisé

Le matériel végétal utilisé était la variété de riz vulgarisée FKR 84 (Orylux-6) qui a un cycle semis maturité de 100 jours et un rendement potentiel de 6,5 t/ha de riz paddy. Les fertilisants chimiques apportés étaient composés du NPK (14-23-14+6S+1B) et de l'urée. Les substrats organiques étaient composés du compost à base de résidus de récolte, des écumes de canne à sucre et du biochar. Quant au désherbage

manuel, il a été effectué par arrachage des mauvaises herbes à la main et à l'aide d'une daba. De plus, la houe rotative a été utilisée. Pour ce qui concerne le désherbage chimique, deux herbicides ayant des matières actives et des modes d'action différents ont été utilisés. Il s'agit d'un herbicide sélectif de post-levée à base de [*Cyhalofop butyl* 184,3 g/l + *Fluroxypyr* 230,7 g/l] à la dose de 2 l/ha et d'un herbicide de prélevée du riz et des adventices à base de [*Penoxulam* 10 g/l + *Butachlor* 400 g/l] à la dose de 1,5 l/ha.

1.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était un split-plot avec trois répétitions complètement randomisées constituées de parcelles élémentaires. Deux facteurs ont été étudiés à savoir, le type de fertilisation et le mode de désherbage. Le type de fertilisation organique et minérale constituait le facteur principal avec quatre modalités : le biochar (5 t/ha) plus fumure minérale (FM) (200 kg/ha de NPK + 150 kg/ha d'urée), fumure minérale seule (FM), le compost (5 t/ha) + FM et l'écume de canne à sucre (5 t/ha) + FM. Le mode de désherbage avec quatre modalités constituait le facteur secondaire ; il s'agissait i) du désherbage chimique (*prélevée* + *post-levée*), ii) le désherbage à la houe rotative, iii) le désherbage manuel et iv) le témoin sans désherbage (Tableau I). Les parcelles élémentaires avaient chacune une superficie de 6 m² (3 m x 2 m) séparées entre elles, par une double diguette de 50 cm de hauteur et de largeur et distantes de 50 cm. Les répétitions étaient distantes de 1 m. La superficie totale de l'essai était de 324,5 m².

Tableau I : Liste des traitements comparés

Code	Traitement	Composition
T1	BI+DC	Biochar + FM associée au désherbage chimique
T2	BI+DM	Biochar + FM associé au désherbage à la houe rotative
T3	BI+MA	Biochar + FM associée au désherbage manuel
T4	BI+ND	Biochar + FM sans désherbage
T5	EC+DC	FM associée au désherbage chimique
T6	EC+DM	FM associé au désherbage à la houe rotative
T7	EC+MA	FM associé au désherbage manuel
T8	EC+ND	FM associé au sans désherbage
T9	CO+DC	Compost + FM associé au désherbage chimique
T10	CO+DM	Compost + FM associé au désherbage à la houe rotative
T11	CO+MA	Compost + FM associé au désherbage manuel
T12	CO+ND	Compost + FM associé au sans désherbage
T13	RC+DC	Ecumes de canne à sucre + FM associés au désherbage chimique
T14	RC+DM	Ecumes de canne à sucre + FM associés au désherbage à la houe rotative
T15	RC+MA	Ecumes de canne à sucre + FM associés au désherbage manuel
T16	RC+ND	Ecumes de canne à sucre + FM associés au sans désherbage

I.4. Conduite de l'essai

Les opérations de labour ont été effectuées mécaniquement à l'aide d'un motoculteur, suivies d'un nivellement et d'un ameublissement afin d'obtenir un bon lit de semis. Le repiquage du riz a été réalisé en ligne 21 jours après le semis en pépinière, avec des écartements de 25 cm × 25 cm à un (01) plant par poquet. L'herbicide de prélevée a été appliqué au repiquage, tandis que l'herbicide de post-levée, il a été appliqué à 15 jours après repiquage. Le désherbage à la houe rotative et le désherbage manuel ont été effectués chaque 15 jours après le repiquage. Les substrats organiques ont été apportés une semaine avant le repiquage, par un enfouissement au sol. L'engrais NPK (14-23-14+6S+1B) a été apporté au repiquage et l'urée en deux fractions, à 15 et 45 jours après le repiquage.

I.5. Collecte des données

Détermination des paramètres chimiques : les échantillons de sol ont été prélevés dans chaque parcelle élémentaire à l'aide d'une tarière à 0-20 cm de profondeur après les récoltes. Ainsi, 3 échantillons ont été prélevés par parcelle soit 48 échantillons par répétition. Par la suite 16 échantillons composites ont été constitués par répétition à raison d'un échantillon par traitement. Les échantillons de sols ont ensuite été broyés, tamisés à 2 mm, puis analysés au laboratoire Sol-Eau-Plante du programme Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Production (GRN/SP) de la station de recherche de Farako-Bâ pour déterminer le pH_{eau}, l'Azote total, le Phosphore total, le Phosphore assimilable -, le Potassium total et le Potassium disponible.

Données collectées sur les mauvaises herbes

Diversité floristique des mauvaises herbes : le nombre d'espèces de mauvaises herbes a été déterminé à travers un inventaire à 15, 30 et 45 jours après repiquage au sein d'un carré de sondage d'un mètre carré, placé au centre de la parcelle.

Abondance des mauvaises herbes : au cours de l'inventaire, chaque espèce de mauvaise herbe inventoriée a reçu une note d'abondance à l'aide de l'échelle de Barralis (1976) allant de 1 à 5 : La note 1 est attribuée lorsque la densité est inférieure à 1 individu par m². La note 2 est attribuée lorsque la densité est comprise entre 1 et 2 individus par m². Une note de 3 est attribuée lorsque la densité varie entre 3 à 20 individus par m². La note 4 correspond à une densité comprise entre 21

et 50 individus par m². Enfin, la note 5 est attribuée lorsque la densité est supérieure à 50 individus par m².

Biomasse herbacée : la biomasse des adventices a été collectée par arrachage manuel dans chaque parcelle élémentaire au sein d'une placette de 0,5 m², placée sur la diagonale à 15, 30 et 45 jours après repiquage. Les mauvaises herbes arrachées ont été ensuite pesées à l'état frais et séchées l'étuve à 60 °C pendant 96 heures afin d'éliminer l'eau contenue dans les tissus végétaux sans dénaturer la matière sèche en vue de l'évaluation de la biomasse sèche.

Evaluation du rendement paddy : le rendement de paddy du riz a été déterminé à la récolte à un taux moyen d'humidité de 14%.

I.9. Analyse des données

Les données ont été saisies, organisées et présentées sous forme de graphique à l'aide du tableur Excel 2019. L'analyse de variances a été effectuée avec le logiciel R version 4.4.2 et la séparation des moyennes a été effectuée par le test de Tukey au seuil de 5 % après vérification de la normalité. Les analyses phytosociologiques (diversité, richesse spécifique) et d'ordination ont été effectuées avec le logiciel d'ordination PC-ORD version 5.0 (McCune et Mefford, 1999) à partir des relevés floristiques.

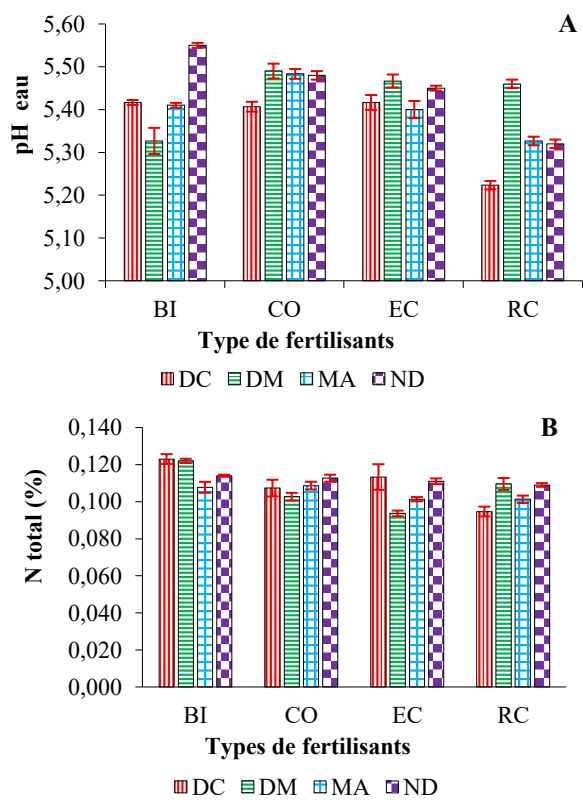
II. Résultats

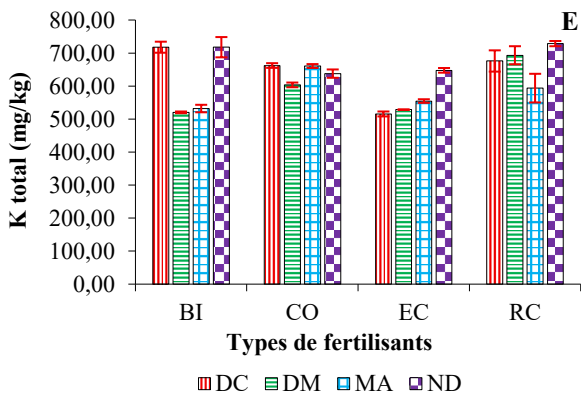
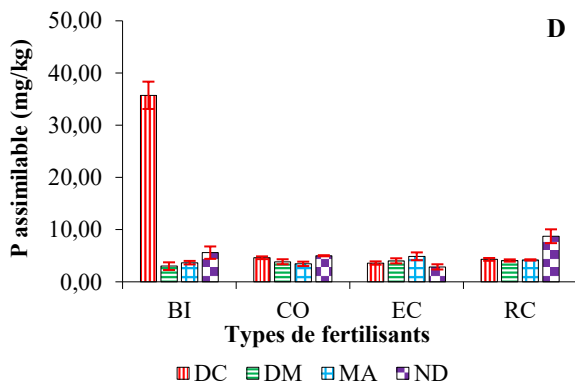
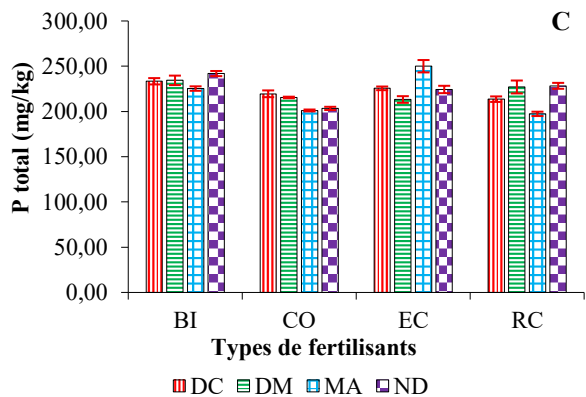
II.1. Effets des modes de désherbage et des types de fertilisation sur la variation des caractéristiques chimiques du sol

Il ressort de la figure 2 que le pH eau le plus élevé (5,55) a été enregistré par l'apport de biochar au sol sans désherbage (T4) et le pH eau le plus faible (5,22) par l'apport des écumes de canne à sucre associé au désherbage chimique (T13) (Figure 1A). Quant à la teneur en azote total, la plus importante a été enregistrée par le biochar combiné au désherbage chimique (T1=0,12%) et la plus faible sous l'engrais chimique associé au désherbage à la houe rotative (T6=0,09%) (Figure 1B). Pour ce qui est du phosphore total, la teneur la plus élevée a été enregistrée sous le biochar sans aucun désherbage (T4=245,22 mg/kg) et la plus faible, sous le compost associé au désherbage manuel (T11=201,11 mg/kg) (Figure 1C).

Concerant la teneur en phosphore assimilable, la plus élevée a été

enregistrée avec l'apport de biochar au sol, couplé au désherbage chimique (T1=35,73 mg/kg) et la plus faible par l'application de compost associée au désherbage à la houe rotative (T10=3,84 mg/kg) (Figure 1D). La teneur en potassium total la plus importante était de 728,68 mg/kg enregistrée par les écumes de canne à sucre sans désherbage (T16) et les plus faibles par le biochar couplé au désherbage à la houe rotative (T2=520,32 mg/kg) (Figure 1E). Pendant que la teneur en potassium disponible la plus importante a été enregistrée par le biochar combiné au désherbage chimique (T1=66,75 mg/kg) et la plus faible a été induite par la fumure minérale associée au désherbage manuel (T7 = 2,61 mg/kg) (Figure 1F).





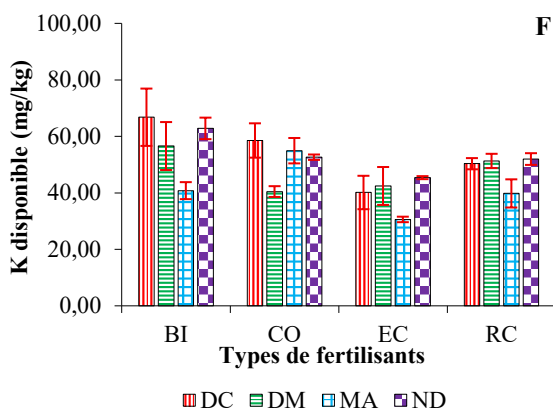


Figure 1 : Variation des caractéristiques chimiques du sol en riziculture irriguée en fonction des modes de désherbage et des types de fertilisation, campagne humide 2024

NB : M Organique (%) : taux de matière organique, N total (%) : taux d'azote, P total : phosphore total en mg.kg-1 de sol, P assimilable : phosphore assimilable en mg.kg-1 de sol, K disponible : potassium total en mg.kg-1 de sol, BI : biochar, CO : compost, EC : engrais chimique, RC : écumes de canne à sucre, DC : désherbage chimique, DM : désherbage à la houe rotative, MA : désherbage manuel, ND : sans désherbage.

II.2. Effets des types de fertilisation et du désherbage sur la biomasse sèche des mauvaises herbes

Il ressort une différence significative ($p < 0,05$) pour ce qui concerne la biomasse sèche des mauvaises herbes à 15, 30 et 45 jours après repiquage (Figure 2). A 15 jours après repiquage, les biomasses sèches les plus élevées ont été obtenues avec l'apport de compost sans désherbage (T12=73,00 g/m²). Aux 30^e et 45^e jours après repiquage, les biomasses sèches les plus élevées ont été produites par le biochar et le sans désherbage (T4), soit respectivement 120,36 g/m² et 150,84 g/m². À l'inverse, les biomasses sèches les plus faibles ont été observées avec le biochar associé au désherbage à la houe rotative (T2) à 15 jours après repiquage (7,72 g/m²), avec les écumes de canne à sucre combinés au désherbage chimique (T13) à 30 jours (19,66 g/m²) et avec les écumes de canne à sucre associés au désherbage à la houe rotative (T14) à 45 jours après repiquage (14,44 g/m²).

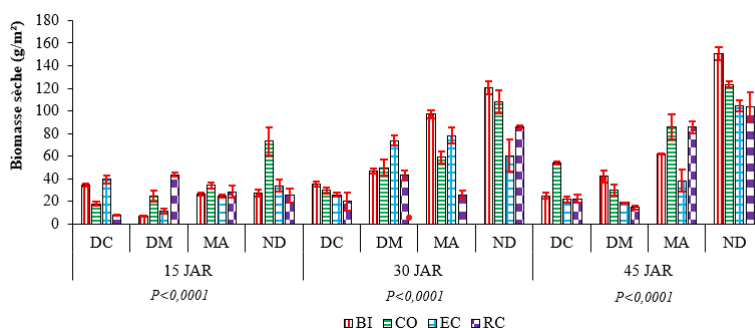


Figure 2 : Biomasse sèche des mauvaises herbes en fonction des types de fertilisation et du mode de désherbage à 15, 30 et 45 jours après repiquage

NB : DC : Désherbage Chimique, DM : Désherbage à la houe rotative, MA : Désherbage Manuel, ND : Non Désherbage, BI : Biochar, CO : Compost, EC : Engrais chimique, RC : Ecumes de cultures

II.3. Effets des types de fertilisation et du mode de désherbage sur le rendement

Il ressort des analyses que les interactions entre les types de fertilisation et les modes désherbage ont eu des effets sur le rendement en riziculture irriguée ($p<0,05$) (Figure 3). Le rendement en riz paddy le plus élevé a été obtenu par le biochar associé au désherbage manuel (T3) soit 3396,97 kg/ha et le rendement le plus faible a été obtenu par les écumes de canne à sucre sans désherbage (T16) soit 823,43 kg/ha.

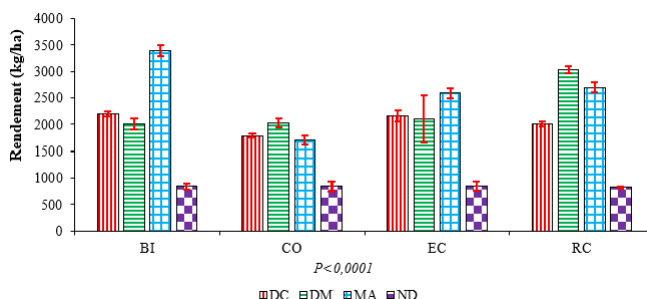


Figure 3 : Rendement du riz en fonction de l'interaction fertilisation, mode de désherbage

NB : DC : Désherbage Chimique, DM : Désherbage à la houe rotative, MA : Désherbage Manuel, ND : Non Désherbage, BI : Biochar, CO : Compost, EC : Engrais chimique, RC : Ecumes de cultures

II.4. Analyse globale et phytoécologique de la communauté des mauvaises herbes

Au total 23 espèces de mauvaises herbes ont été inventoriées. Elles appartiennent à 20 genres et à 14 familles dont les plus dominantes étaient les *Poaceae* (30,43 %), les *Cyperaceae* (13,04%) et les *Juncaceae* (8,70%). La classe la plus importante était celles des dicotylédones (52,17%) (Figure 4). Les thérophytes représentaient le type biologique le plus important (69,56%).

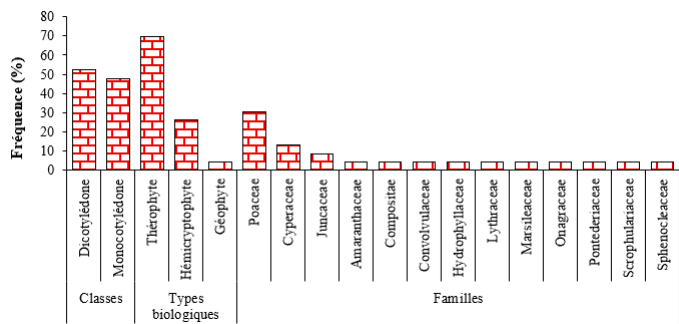


Figure 4 : Fréquence des classes et des familles de mauvaises herbes inventoriées

II.5. Répartition des mauvaises herbes en fonction des traitements

Les deux premiers axes de l’analyse des *Detrended Correspondence Analysis* expliquent à 35,61%, la relation entre les espèces de mauvaises herbes et les pratiques culturales évaluées en riziculture irriguée (Figure 5). Il ressort de l’analyse des espèces indicatrices, que 27,27% des espèces du groupement optimum (GV6) ont été significativement influencées par les traitements qui se subdivisent en six sous-groupes d’espèces (Figure 5). Le dendrogramme issu de la classification hiérarchique révèle une hétérogénéité entre les traitements qui influencent le regroupement des espèces de mauvaises herbes identifiées (Figure 6). A environ 25% de la quantité d’information restantes sur le dendrogramme, on observe six groupes. Cependant, seul trois groupes ont une valeur P inférieure à 0,05 selon le test de Monté Carlo (Tableau II), il s’agit du groupe à *Marsilea minuta* L., du groupe à *Hydrolea glabra* Schum & Thonn et du groupe à *Oryza barthii* A. Chev. Le groupement à *Marsilea minuta* L, avec deux espèces indicatrices à savoir *Marsilea minuta* L. et *Echinochloa colona* (L.) Link., se caractérise par les modes de désherbage suivant : le désherbage à la houe rotative (36,29%), le désherbage manuel et le témoin sans désherbage à 23,53% chacun et le désherbage chimique à 6,65%. Pour ce qui est des types de fertilisation, il se caractérise à du

compost et du biochar à 35,29% chacun, de l’engrais chimique à 23,53% et des écumes de cannes à sucre à 5,89%. Le groupement à *Hydrolea glabra* Schum, & Thonn., constitué également de deux espèces indicatrices : *Hydrolea glabra* Schum, & Thonn, et *Heteranthera callifolia* Rchb. ex Kunth. Il a été influencé par le désherbage à la houe rotative, le désherbage manuel et le désherbage chimique à 33,33% chacun. Concernant les types de fertilisation, ils ont été influencés par le compost et les écumes de canne à sucre à 50% chacun.

Le groupement à *Oryza barthii* A. Chev, constitué aussi de deux espèces indicatrices à savoir *Oryza barthii* A. Chev et *Gomphrena celosioides* C. Mar., est caractérisé par le non désherbage et le désherbage manuel à 50% chacun ainsi que le biochar et les écumes de canne à sucre à 50% chacun.

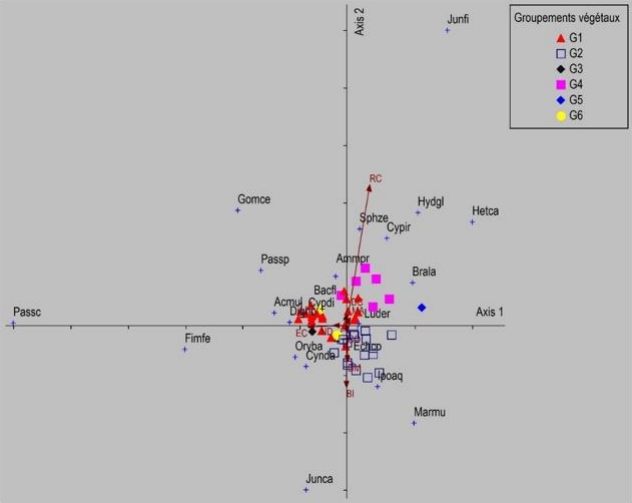


Figure 5 : Répartition en fonction des traitements, des espèces de mauvaises herbes inventoriées

NB : Wettst., **Cynda** : *Cynodon dactylon* (L.) Pers., **Cypdi** : *Cyperus difformis* L., **Digho** : *Digitaria horizontalis* Willd., **Echco** : *Echinochloa colona* (L.) Link, **Fimfe** : *Fimbristylis ferruginea* (L.) Vahl, **Hetca** : *Heteranthera callifolia*. Ex Kunth, **Hydgl** : *Hydrolea glabra* Schum, & Thonn., **Ipoaq** : *Ipomoea aquatica* Forssk, **Junfi** : *Juncus filiformis* L.,1753, **Luder** : *Ludwigia erecta* (L.) H. Hara, **Passc** : *Paspalum scrobiculatum* L., **Sphze** : *Sphenoclea zeylanica* Gaertner, **Brala** : *Brachiaria latifolia* Stapf., **Cypir** : *Cyperus rotundus* L., **Gomce** : *Gomphrena celosioides* C. Mart, **Junca** : *Juncus calliformis* L.,1753, **Marmu** : *Marsilea munita* L., **Oryba** : *Oryza bartii* A. Chev, **Passp** : *Paspalum sp*, **Alyov** : *Alysicarpus ovalifolius* (Schumacher et Thonning).

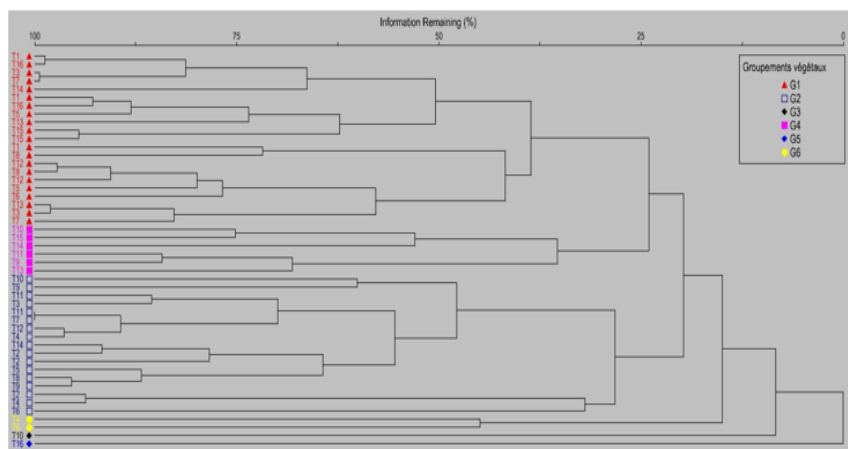


Figure 6 : Dendrogramme de classification des espèces de mauvaises herbes inventoriées

Tableau II : Caractéristiques des groupements végétaux des espèces de mauvaises herbes inventoriées

Code	Nom du groupe	RS	Espèces caractéristiques	IV (%)	P value (Monté Carlo)	Ish	IS	IE
G2	Groupe à <i>Marrubium minutum</i> L.	5	<i>Echinops colona</i> (L.) Link	31,6	0,0384	1,357	0,700	0,843
			<i>Marrubium minutum</i> L.	32,2	0,0002			
G4	Groupe à <i>Hypochaeris glabra</i> Schum. & Thonn.	5	<i>Hesperanthes calycifera</i> Rich. ex Kunth	48,2	0,0478	1,547	0,776	0,961
			<i>Hypochaeris glabra</i> Schum. & Thonn.	69,9	0,0002			
G6	Groupe à <i>Oryza barthii</i> A. Chev.	20	<i>Oryza barthii</i> A. Chev.	48,9	0,0136	2,625	0,909	0,876
			<i>Gomphrena colorata</i> C. Mart	45,7	0,0374			
Moyenne		10				1,843	0,795	0,893

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

III. Discussion

Les différents modes de désherbage ont influencé les propriétés chimiques du sol. Cela est plus visible avec le désherbage chimique qui a entraîné une baisse du pH eau. En effet les herbicides en se décomposant, libèrent des composés acides qui contribuent à augmenter l'acidité du sol. Par ailleurs, la combinaison de la matière organique au désherbage chimique a permis de rehausser le niveau du

pH eau. En effet, la matière organique joue un rôle tampon et neutralisant qui compense l'acidité induite par les herbicides appliqués au désherbage chimique. Selon, Lamah *et al.*, (2024) des études ont montré que l'application de certains herbicides, peut affecter les propriétés acido-basiques du sol. Les teneurs en azote les plus élevées ont été enregistrées par les traitements à base du biochar associé au désherbage chimique. Le biochar possède des propriétés qui lui permettent de retenir les formes d'azote dans le sol et de réduire sa perte tandis que le désherbage chimique réduit la nitrification (Hossain *et al.*, 2020).

Pour ce qui est du phosphore total et du phosphore assimilable, leur augmentation a été plus visible sur le compost associé au désherbage manuel et le biochar associé au désherbage chimique. En effet, la matière organique se minéralise progressivement à travers une forte activité biologique permettant d'augmenter la quantité de phosphore. Le désherbage manuel permettant de limiter les perturbations chimiques, maintient l'activités microbienne, d'où de fortes teneurs en phosphore enregistrées par ces traitements. Pour ce qui est du biochar associé au désherbage chimique, la réduction de la compétition des adventices et la capacité du biochar à retenir et à rendre le phosphore disponible dans les sols, expliquent ces teneurs élevées. Concernant le potassium total et disponible, les meilleures teneurs ont été enregistrées sur le désherbage chimique associé au biochar, le biochar sans désherbage et les écumes de canne à sucre sans désherbage. Cela s'expliquerait par le fait que ces traitements apportent non seulement des éléments nutritifs, mais aussi, ils favorisent la rétention des nutriments et les conditions favorables à leur disponibilité. En effet, plusieurs études ont montré la capacité du biochar à améliorer l'état des sols naturellement pauvres, voire dégradés par une exploitation intensive (Steiner *et al.*, 2007) en favorisant une meilleure structure du sol, et partant, ses propriétés physico-chimiques (Rillig et Mummey, 2006).

Les différents modes de désherbage ont réduit la quantité de biomasse sèche des mauvaises herbes comparativement au témoin sans désherbage. Cette réduction de la biomasse sèche est plus visible sur le désherbage à la houe rotative et le désherbage chimique. En effet, les traitements non désherbés entraînent une forte prolifération des mauvaises herbes et partant, une forte production de biomasse. Ces résultats corroborent ceux de Naeem *et al.* (2022), qui ont obtenu des

densités et les diversités de mauvaises herbes plus élevées dans des parcelles témoins enherbées dans des systèmes de culture à base d'orge.

L'interaction entre mode de désherbage et types de fertilisation a permis de réduire la biomasse sèche des mauvaises herbes. Les traitements associant le biochar au désherbage à la houe rotative, les écumes de canne à sucre au désherbage chimique et les écumes de canne à sucre associés au désherbage à la houe rotative ont enregistré les biomasses les plus faibles. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la combinaison des substrats aux modes de désherbage permet de réduire significativement l'infestation des mauvaises herbes, ce qui s'exprime par la réduction de la biomasse sèche. Sanou *et al.* (2023) avaient observé une réduction de la biomasse de 72% et 78% respectivement pour les traitements qui associent le désherbage chimique au compost et le désherbage chimique au compost et la fumure minérale.

Le rendement du riz, a été amélioré par les modes de désherbage comparativement au témoin sans désherbage. En effet, le désherbage manuel permet un arrachage complet des mauvaises herbes y compris celles qui peuvent repousser d'où les meilleurs rendements obtenus avec ce désherbage. Johnson *et al.* (2004) dans leur étude d'impact du désherbage manuel sur le rendement du riz, ont montré que le désherbage manuel régulier a permis une augmentation du rendement de plus de 200 % par rapport aux parcelles non désherbées. Les interactions mode de désherbage fertilisation ont entraîné un effet significatif sur le rendement. En effet, le désherbage et la fertilisation agissent de manière complémentaire sur la croissance et la compétition des plantes d'où la nécessité de les associer.

Par ailleurs, les classes et les types de mauvaises herbes les plus importants étaient représentés par les dicotylédones et les thérophytes. Les travaux de Sanou (2019), ont mis en évidence la dominance des dicotylédones parmi les espèces inventoriées dans les principales cultures céréalières du Burkina Faso. Par ailleurs, Zohra (2019), a lié le phénomène de thérophytisation à la sécheresse. Floret *et al.* (1992) signalent que plus un système est influencé par l'homme, plus les thérophytes y prennent de l'importance. Les familles les plus importantes étaient les *Poaceae*, les *Cyperaceae* et les *Juncaceae*. Les espèces les plus fréquentes étaient *Ludwigia erecta* L., *Bacopa floribunda* (Aubl.) Wettst., *Cyperus rotundus* Linnaeus. Selon Traore (1991), les facteurs climatiques, édaphiques et cultureux sont les

principaux facteurs dictant le comportement des espèces au Burkina Faso.

Trois groupements végétaux ont été identifiés en fonction des traitements. Les pratiques créent des conditions écologiques qui favorisent le regroupement des espèces ayant les mêmes exigences et des adaptations écologiques proches. Diomande *et al.* (2019) rapportent que la prolifération de la flore adventice diffère en fonction des techniques culturales. Selon Holzner et Immonen (1982), les pratiques culturales jouent un rôle non négligeable dans l'évolution des mauvaises herbes. Braun-Blanquet (1932) montrait que la présence de mauvaises herbes dans les cultures peut être en première approximation, considérée comme la conséquence des conditions pédoclimatiques dont les caractéristiques satisfont les exigences écologiques des espèces. Le facteur qui a le plus influencé le comportement des espèces inventoriées en riziculture irriguée est l'écume de canne à sucre. En effet, selon Landeau (2008), le facteur le plus influençant est identifié par la flèche la plus grande du diagramme d'ordination. Les indices de Shannon et de Simpson les plus importants ont été obtenus par les groupements constitués du mode de désherbage manuel et du sans désherbage associé soit au biochar ou aux écumes de canne à sucre témoignant d'une grande diversité au sein de ce groupement. Selon Yao et N'Guessan (2005), l'indice de Shannon, caractérise l'importance d'une espèce par rapport à l'ensemble des autres espèces au sein d'une végétation. Pour ce qui est des indices d'équitabilité de Pielou les plus élevés, ils ont été obtenus par les traitements à base du désherbage à la houe rotative, du désherbage manuel et du désherbage chimique associés soit au compost, soit aux écumes de canne à sucre témoignant d'un grand nombre d'espèces avec une faible diversité.

Conclusion

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet des types de substrat organiques et des modes de désherbage sur la gestion des mauvaises herbes afin de contribuer à l'amélioration de la productivité du système de riziculture irriguée au Burkina Faso. Il ressort que les valeurs de pH_{eau} les plus faibles ont été obtenues par le désherbage chimique. Les teneurs en azote les plus élevées ont été obtenues avec les traitements associant le biochar au désherbage chimique. Les teneurs les plus élevées en phosphore total et assimilable ont été enregistrées par le

biochar sans désherbage et le biochar associé au désherbage chimique. Pour ce qui est des teneurs en potassium total et disponible, elles ont été enregistrées par les écumes de canne à sucre sans désherbage et le biochar combiné au désherbage chimique. Les biomasses sèches les plus faibles ont été obtenues par le biochar associé au désherbage à la houe rotative à 15 JAR, par les écumes de canne à sucre combinés au désherbage chimique à 30 JAR et les écumes de canne à sucre associés au désherbage à la houe rotative à 45 JAR. Les rendements les plus importants ont été obtenus par le désherbage manuel associé au biochar. Les résultats révèlent aussi que 22 espèces de mauvaises herbes inventoriées ont formé six groupements végétaux dont trois présentaient des espèces indicatrices. Ces résultats recommandent, pour une gestion durable des sols en riziculture irriguée, l'utilisation du biochar associé aux différents modes de désherbage. En perspective, il serait intéressant d'associer le biochar aux autres substrats organiques afin de déterminer leur effet conjugué sur l'efficacité des modes de désherbage.

Remerciements

Les auteurs sont reconnaissants à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) du Burkina Faso et au Programme de Laboratoire d'Innovation et d'Intensification Durable (accord de coopération n° AID-OAA-L-14-00006) (SIIL-Burkina) pour leur soutien matériel et administratif et leur contribution financière à la réalisation de cette étude.

Conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

Contribution des auteurs

IS a conçu l'étude, réalisé les analyses statistiques, rédigé le protocole et préparé la première version du manuscrit. MK, SK et AK ont contribué à l'analyse des données, ainsi qu'à la révision du manuscrit et à la revue de la littérature. DC était chargé de la collecte des données. SP, AS, EH, VP.V.P, JBM et HT ont relu et approuvé la version finale du manuscrit.

Références bibliographiques

Badini, Z., Kabore M. et Zougouri, K. L. (2024). La disponibilité/production nationale et la commercialisation du riz du Burkina (Rapport d'étude, 29 p.). Association Nationale des Commerçants de Riz du Burkina Faso (ANACOR-BF) avec l'appui de Rikolto. Ouagadougou, Burkina Faso.

Barralis, G. (1976). Méthode d'étude des groupements de mauvaises herbes : application à la vigne. Annales Agronomiques, 27(2), 195-206.

Braun-Blanquet J. et Maire R. (1932). Etudes sur la végétation et la flore marocaines : comptes-rendus des herborisations de la sociétés botanique de France, session du Maroc, 1921. Rabat : Mémoires de la société des sciences naturelles du Maroc, no. VIII, 1^{re} partie. 112p.

Braun-Blanquet, J., Fuller, G. D. et Conard, H. S. (1932). Plant sociology : The study of plant communities. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York et London. Xviii+439 p.

Cisse, D., Cornelis, J.T., Traore, M., Saba, F., Coulibaly, K. et Nacro, H. B. (2022). Performances agronomiques des amendements à base de biochar en milieu paysan à l'Ouest du Burkina Faso. Agronomie Africaine, 34(2), 179-190.

Dantsey-Barry, H., Tchabana, B., Ayeva, T. et Labare K. (2006). Evaluation de cinq variétés NERICA pour leur compétitivité relative aux adventices en riziculture de bas fond. Congrès du riz en Afrique du 31 juillet au 04 août 2006, Dar es Salam. Tanzanie, ADRAO, Cotonou, Bénin. 31p.

Diarra, A. (1992). Les ennemis du riz dans le Sahel : lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel, INSAH Bamako, Mali, 11 : 159-169.

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. Afrique Science 15(1), pp. 12 – 26.

FAO. (2013). Situation alimentaire mondiale. Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales, Rome, Italie, 3 p.

FAO. (2022). *Rice in the world and in Africa*. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1p.

Floret, C., Le Floch, E. et Pontanier, R. (1992). Perturbation anthropique et aridification en zone présaharienne. In E. Le Floch, M. Grouzis & A. Cornet (Dir.), *L'aridité : une contrainte de développement-caractérisation, réponses biologiques et stratégie de sociétés*. Paris : ORSTOM. 449–463 p.

Holzner, W. et Immonen, R. (1982). Biology and ecology of weeds. In : *Biology and ecology of weeds an ecological approach*. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 203–226.

Hossain, M.Z., Bahar, M.M., Sarkar, B., Donne, S.W., Ok, Y.S., Palansooriya, K. N., Kirkham, M. B., Chowdhury, S. et Bolan, N. S. (2020). Biochar and its importance on nutrient dynamics in soil and plant. *Biochar*, 2 (4), 379-420.

Johnson, D. E., Wopereis, M. C. S., Mbodj, D., Diallo, S., Powers, S. et Haefele, S. M. (2004). *Timing of weed management and yield losses due to weeds in irrigated rice in the Sahel*. *Field Crops Research*, 85, 31-42.

Karamage, F. X. (2001). Etude de l'influence de la fertilisation phosphatée sur les attaques de la cécidomyie africaine du riz, ses parasitoïdes et les foreurs de tige en riziculture irriguée (Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur). Université Polytechnique de Bobo, Institut du Développement Rural, Burkina Faso, 116 p.

Lamah, P., Bah, H., Akueson, A. H. G., Soumaoro, G. P., Camara, A., Kolamou, N. G. et Diallo, D. (2024). Effet de la dose de Glyphosate sur les caractéristiques chimiques du sol : Cas de quatre Commune rurale de le Préfecture de N'Zérékoré. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 1-5 p.

Landeau, J. (2008). *Guide pratique d'analyse multivariée : Application à la recherche agronomique*. Montpellier : CIRAD, 54 p.

MARAH., 2018. Tableau de bord statistique de l'agriculture 2018. 39 p.

McCune, B. et Mefford, M. J. (1999). *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4 for Windows*. Gleneden Beach, OR: MjM Software Design. 237 p.

Naeem, M., Minhas, W.W., Hussain, S., Ui-Allah, S., Farooq, M., Farooq, S. et Hussain, M. (2022). Barley Based Cropping Systems and Weed Control Strategies Influence Weed Infestation, Soil Properties and Barley Productivity. *Agriculture*, 12(4), 487.

Ouedraogo, A., Bama, N.A.D., Tassembédo, B., Arouna, A., Yovo, E. D. et Wonni, I. (2025). Facteurs socioéconomiques, démographiques et institutionnels de l'adoption de la technologie Smart Valley chez les

riziculteurs des bas-fonds : Évidences au Burkina Faso. Le journal de la culture et des sciences. 1-3p.

Rikolto. (2024). La disponibilité/production nationale et la Commercialisation du riz du Burkina Faso. 15-20 p.

Rillig, M.C. et Mummey, D.L. (2006). Mycorrhizas and soil structure. New Phytologist. 171 : 41-53.

Sanou A. (2019). Contribution de la sélection variétale et du système de culture à la lutte intégrée contre les mauvaises herbes en riziculture au Burkina Faso. Thèse de doctorat unique de l'université en développement rural de l'université Nazi Boni, option système de production végétal, spécialité malherbologie, 162 p.

Sanou, A., Sere, I., Dabire, G. T., Yonli, D., Somda, I. et Traore, H. (2023). Gestion intégrée de la fertilité du sol et des mauvaises herbes en riziculture de bas-fond dans l'ouest du Burkina Faso. Journal of Applied Biosciences 191, 19985–19997.

SNDR., 2020. Deuxième génération de la stratégie nationale de développement de la riziculture 2021-2030, Rapport définitif, Burkina Faso, 54 p.

Steiner, C., Glaser, B., Teixeira, W. G., Lehmann, J., Blum, W. E.H. et Zech, W. (2007). Nitrogen retention and plant uptake on a highly weathered central Amazonian Ferralsol amended with compost and charcoal. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 171 : 893-899.

Traore, H. (1991). Influence des facteurs agro-écologiques sur la constitution des communautés adventices des cultures céréalières (sorgho, mil, maïs) du Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Biologie et Ecologie Végétales, USTL, Montpellier II, France, 180 p.

Traore, H. et Maillet, J. (1992). Flore adventice des cultures céréalières annuelles du Burkina Faso. Weed Research 32 : 279-293.

Yao, S. et N'Guessan, K. (2005). *Diversité et structure des communautés végétales dans les savanes soudaniennes : Application des indices de biodiversité*. Revue Ivoirienne des Sciences de la Vie et de la Terre, 7(2), 45–58.

Zohra, M. (2019). Etude de l'effet des mauvaises herbes sur les caractéristiques morphologiques, agronomiques, et leurs pouvoirs allélopathique sur blé dur (*Triticum durum* Desf.), Doctorat, Université Mohamed Khider-Biskra, Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie., 103 p.