



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Détermination des périodes de compétition des mauvaises herbes en culture d'oignon (*Allium cepa* L.) au Nord-Est du Bénin

Saliou BELLO^{1*}, Adam AHANCHEDE² et Guillaume Lucien AMADJI²

^{1*} Centre de Recherches Agricoles Centre de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB/CRA-Centre), BP 112 Savè, Bénin.

² Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC), 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

*Auteur correspondant ; E-mail : bello_saliou@yahoo.fr; Tél : 00 229 94108119 / 00 229 66614547

RESUME

L'enherbement de l'oignon est demeuré une contrainte majeure pour les producteurs. La présente étude a été conduite au Nord-Est du Bénin pour déterminer les périodes de compétition précoce, critique et tardive des mauvaises herbes de l'oignon. Un dispositif de bloc complètement aléatoire de 36 parcelles paysannes a été installé avec sept dates de sarclage à la houe testées en modes de compétitions précoce et tardive et mis en comparaison avec quatre autres traitements constitués du témoin maintenu propre et du témoin non sarclé, de la pratique paysanne et d'un traitement herbicide. Les données collectées sont la fréquence et la dominance des espèces et le poids parcellaire de bulbes d'oignon à la récolte. Elles ont été soumises au modèle linéaire général d'analyse de variance et au test de Tukey pour la comparaison des moyennes de la fréquence et de la dominance et au test de Dunnett pour les comparaisons des moyennes du rendement avec le témoin maintenu propre. Les résultats ont indiqué que plus le sarclage est précoce, plus élevé est le rendement. Les seuils de compétition précoce, critique et tardive de l'enherbement de l'oignon déterminés traduisent la nécessité d'opérer les sarclages manuels avant 30, 45 et 60 jours après repiquage.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

Mots clés : Dominance, fréquence, herbicide, rendement, sarclage manuel, seuil de concurrence.

Determination of onion (*Allium cepa* L.)' weeds competition thresholds in the north-east of Benin

ABSTRACT

Grass cover for onion remained a major constraint for producers. The present study has been conducted in the North-East of Benin to determine early, critical and late competition periods of onion weeds. A completely randomized block of 36 farmer's plots has been implemented with seven hoe weeding dates tested in early and late competition modes and compared to other four treatments among we have the controls of fulltime hoe weeding and no weeding, farmer practice and an herbicide application. Collected data are weeds frequency and dominance and harvested onion bulb' weight. They were submitted to general linear model of Analysis of variance and to the Tukey HSD All-Pairwise Comparisons test for means of the frequency and the dominance and to the One-sided Dunnett's Multiple Comparisons test of the yield means with the control of fulltime weeding. Results indicated that earlier is the hoe weeding, higher is the yield. Early, critical and late

onion's weeds competition thresholds occurring respectively at 30, 45 and 60 days after transplantation, evoke the necessity of hoe weeding before each of these three days.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

Keywords: Dominance, frequency, hoe weeding, threshold of competition, weed-killer, yield.

INTRODUCTION

La connaissance de la période de concurrence entre une plante cultivée et sa flore sarclée est nécessaire pour contrôler efficacement l'enherbement. Pour la plupart des cultures, les périodes durant lesquelles la présence des mauvaises herbes est néfaste et celles au cours desquelles elle l'est moins doivent être distinguées. En effet, la présence d'une mauvaise herbe n'a pas toujours des conséquences aussi graves que son aspect visuel le fait craindre (Decoin, 1992). A l'inverse, Nieto et al. (1968) avaient affirmé qu'il est indispensable de maintenir les cultures propres au cours d'une période critique pour escompter les rendements maximaux. La compétition est le phénomène établi entre deux organismes qui puisent leurs éléments nutritifs de la niche écologique lorsque l'offre est inférieure à la demande (Lamée, 1967). La période critique de compétition est définie par Caussanel (1989) comme le moment pendant lequel la présence des mauvaises herbes entraîne une perte de rendement mesurable. D'après Douti et Djagni (1995), c'est la période cruciale au cours de laquelle l'enherbement est très pénalisant pour la culture. Elle constitue la période déterminante pour la réalisation des opérations de désherbage et est fortement influencée par l'environnement, le degré d'infestation de la parcelle, la composition de la flore sarclée, la densité de la culture, etc. La nuisibilité qui résulte de la compétition critique est étroitement liée au degré d'enherbement et au niveau d'infestation qui justifie la baisse du rendement, le niveau d'infestation qui maintient encore le système de culture économiquement rentable, le souhait de détruire complètement les mauvaises herbes et l'opportunité d'un désherbage systématique (Anonyme, 2002).

En fait, le désherbage manuel pratiqué dans certains pays est très exigeant en main d'œuvre (ICS, 2009). Les premiers sarclages des cotonniers sont souvent tardifs en Afrique, alors que la concurrence des mauvaises herbes à l'égard de la culture est déjà forte. Cette période qui s'observe entre 28 et 42 jours après le semis pour le cotonnier, dépend de l'environnement et de la distribution spatiale des espèces (Douti et Djagni, 1995) et représente théoriquement la période pendant laquelle, les mauvaises herbes doivent être éliminées (Nieto et al., 1968).

Les travaux de recherche relatifs à la détermination des périodes de compétition des mauvaises herbes ont surtout porté sur le cotonnier au Togo, au Zimbabwe, en Colombie, en Tanzanie et en Inde (Schwerzel et Thomas, 1971 ; Gurnah, 1974 ; Faure et al., 1988 ; Cousinie et al., 1989 ; Shelke et Bhosle, 1990 ; Tonato et al., 1989 ; Tonato et al., 1990 ; Douti et Djagni, 1995). Parmi les céréales, le riz a bénéficié de la même attention (Boyoda, 1991 ; Arraudeau, 1998), de même que le maïs (Niéto et al., 1968 ; Schmid et al., 1983 ; Knezevic et al., 2003). D'autres cultures notamment l'igname ont été étudiées par Kasasian et Seeyave (1969), puis par Crowther, cité par Hamdoum et Tigani (1977). Toutefois, les cultures maraîchères n'ont pas été du reste. En effet, le haricot et la tomate ont été étudiés par Kasasian et Seeyave (1969), la betterave par Carvalho et Guzzo (2008) et le chou-fleur par Qasem (2009).

Certains auteurs situent la période de compétition critique des cultures par rapport aux phases physiologiques. C'est ainsi que Leblanc (2008) a observé que l'oignon est une plante très peu compétitive à cause, entre autres facteurs, de sa croissance en début de saison très lente. En outre, son système racinaire superficiel rend toute pratique

culturale hasardeuse au risque d'endommager les racines.

Ce bilan de recherche montre l'intérêt qu'accordent la communauté scientifique et les producteurs d'oignon à l'enherbement de cette culture. Pourtant, jusqu'au démarrage de la présente étude, très peu de travaux de recherche avaient porté sur cet aspect de la culture d'oignon dans le monde en général et au Nord-Est du Bénin en particulier. Néanmoins, des recommandations de fumure minérale, de variétés, de densité de repiquage et de méthodes culturales à base de sarclages ont été formulées dans le cadre de l'amélioration du rendement de cette culture au Bénin (Bello, 2004 ; Bello et al., 2004 ; Baco et al., 2005a ; Baco et al., 2005b ; Bello, 2012 ; Bello et al., 2012a ; Bello et al., 2012b).

Dans ce contexte, la détermination des seuils de concurrence des mauvaises herbes est demeurée jusqu'au démarrage de la présente étude une préoccupation. En effet, l'enherbement est responsable de la nuisibilité biologique directe qui induit une baisse du rendement des cultures et conditionne également la mise au point de stratégies efficaces de gestion de l'enherbement des cultures (Barralis, 1976 ; Barralis et al., 1983 ; Caussanel et al., 1986 ; Caussanel, 1989 ; Dessaint et al., 2001).

La présente étude vise à déterminer la période de concurrence des mauvaises herbes en culture d'oignon afin de recommander des désherbages utiles et efficaces en temps opportun pour réduire la perte du rendement engendrée par l'enherbement.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude et matériel végétal

L'étude a été conduite à Toumboutou, un village au Nord-Est du Bénin situé dans la commune de Malanville (Figure 1) avec une pluviométrie annuelle variable de 800 à 900 mm et un climat soudano-sahélien (CARDER Borgou-Alibori, 1991 ; PADSE, 2001a ; PADSE, 2001b ; MAEP, 2002 ; CeCPA Malanville, 2006 ; CeCPA Karimama, 2006 ; CeCPA Karimama, 2008). Les sols sont de

texture sablo-argileuse et sablo-limoneuse. La culture de l'oignon est pratiquée en casiers selon un mode d'irrigation par gravité en contre saison (Bello, 2004 ; Bello et al., 2004). Le matériel végétal utilisé est la variété locale d'oignon appelée « Aloubassa », de couleur rouge violacé. L'essai a été conduit d'août à décembre au cours de la campagne maraîchère.

Dispositif expérimental

Une approche participative a permis d'impliquer 36 producteurs pour les essais en milieu réel. Le dispositif expérimental adopté était un bloc complètement aléatoire installé auprès de 36 producteurs qui constituaient chacun une répétition. Chaque répétition comportait 18 parcelles élémentaires de trois casiers de 3 m², soit 9 m² chacune ayant reçu un traitement de date de sarclage.

Traitements comparés

Un total de 18 traitements représentant 17 dates de sarclage et un traitement herbicide a été testé et mis en comparaison. Ces traitements ont été regroupés en deux groupes de sept (07) traitements représentant les cas de compétition précoce et tardive auxquelles s'ajoutent quatre autres traitements constitués du témoin maintenu propre, du témoin non sarclé, de la pratique paysanne dominante et d'un traitement herbicide (Figure 2).

Pour chacun de ces traitements, les parcelles sont sarclées tous les 15 jours à partir du premier sarclage ou avant le dernier. Dans chaque cas de compétition précoce ou tardive, les traitements ont été mis en comparaison avec les quatre autres ci-après :

Le traitement D15 dont la parcelle est entretenue tout au long du cycle cultural de l'oignon a représenté le témoin propre.

Le traitement D16 dont la parcelle n'est jamais entretenue a représenté le témoin non sarclé.

Pour le traitement D17 qui représente la pratique paysanne dominante, la parcelle est sarclée à 15 jours et à 45 jours après repiquage (JAR).

Le traitement D18 est relatif à l'application de l'herbicide sélectif

Dadyochlor à base d'acétochlore sous forme de concentré émulsionnable à la pré-irrigation suivie du repiquage des plantules d'oignon le même jour avec pour dose ; 1,5 l/ha associé à trois sarclo-binages effectués à 15, 45 et 60 JAR.

Méthode de détermination de la période critique

La méthodologie adoptée est inspirée de la démarche utilisée par Niéto, Peters, Wearer et Dawson cités par Caussanel (1989) d'après qui « la méthode de détermination de la période de compétition critique consiste à utiliser les résultats d'une expérimentation composée de deux séries d'essais afin d'analyser le rendement en fonction de la durée de concurrence ». La première série consiste à laisser se développer les mauvaises herbes pendant des périodes de plus en plus longues après le semis avant de les sarcler pour déterminer la concurrence précoce. La seconde série consiste à maintenir propre la culture depuis le semis jusqu'à des dates de semis de plus en plus reculées dans le temps pour observer la concurrence tardive. Le seuil de concurrence précoce est défini comme la date du premier sarclage à partir de laquelle, une différence de rendement significative avec un témoin maintenu toujours propre est enregistrée. Le seuil de concurrence tardive est la date du dernier sarclage au-delà de laquelle, aucune différence significative n'est observée avec le témoin propre (Caussanel, 1989 ; Douli et Djagni, 1995 ; Anonyme, 2002).

Collecte et analyse des données

Les données collectées sont : la présence et le nombre d'individus des espèces de mauvaises herbes et le poids parcellaires de bulbes d'oignon. Les variables observées sont la présence qui a servi à calculer la fréquence et la dominance des espèces les plus fréquentes et le poids parcellaire de bulbes d'oignon frais à la récolte. Des relevés floristiques sont effectués à 15, 45 et 60 JAR avant chaque sarclage pour apprécier la présence et le nombre d'individus des espèces de mauvaises herbes présentes. Ces données

ont servi à apprécier l'évolution de l'enherbement à travers la fréquence et la dominance des espèces de mauvaises herbes. Ces trois périodes correspondent respectivement dans l'ordre aux stades 4 à 5 feuilles pour 15 JAR, croissance en hauteur et en largeur pour 45 JAR et grossissement du bulbe pour 60 JAR. La contribution des producteurs participants aux tests a été essentielle pour identifier de commun accord avec eux, les espèces fréquentes et évaluer leur dominance. La fréquence d'une espèce exprime en pourcentage (%), le rapport du nombre de parcelles sur lesquelles elle a été recensée sur le nombre total de parcelles. La dominance exprimée en nombre de plants/m² traduit la densité qui représente le nombre d'individus de l'espèce dénombrés sur une superficie donnée, relativement à la population totale de tous les individus d'espèces de mauvaises herbes. Elle a été calculée pour chaque espèce en pourcentage de plants par le nombre d'individus de l'espèce rapporté au nombre total d'individus de toutes les espèces. Les mesures de poids parcellaires ont servi à calculer le rendement exprimé en t/ha de bulbes frais d'oignon. Les observations ont été faites dans 5 placeaux de 1 m² sur chaque parcelle élémentaire ou traitement.

Les moyennes des variables fréquence et dominance ont été soumises au modèle linéaire général d'analyse de variance à deux facteurs sur mesures répétées pour apprécier leur signification au seuil de 5%. Elles ont été ensuite comparées avec le test de Tukey au seuil de signification de 5%. Pour les moyennes de rendement, les traitements D1 à 14 et D16 à D18 ont été comparés au témoin propre D15 avec le test de Dunnett et entre elles avec le test de Tukey au seuil de signification de 5%. Les courbes de compétition précoce et tardive ont été tracées afin d'y repérer les seuils et périodes de compétition précoce, critique et tardive (Douli et Djagni, 1995). Une restitution des résultats a été faite aux producteurs testeurs et non testeurs en focus group et la synthèse de leurs appréciations a servi à interpréter les résultats.

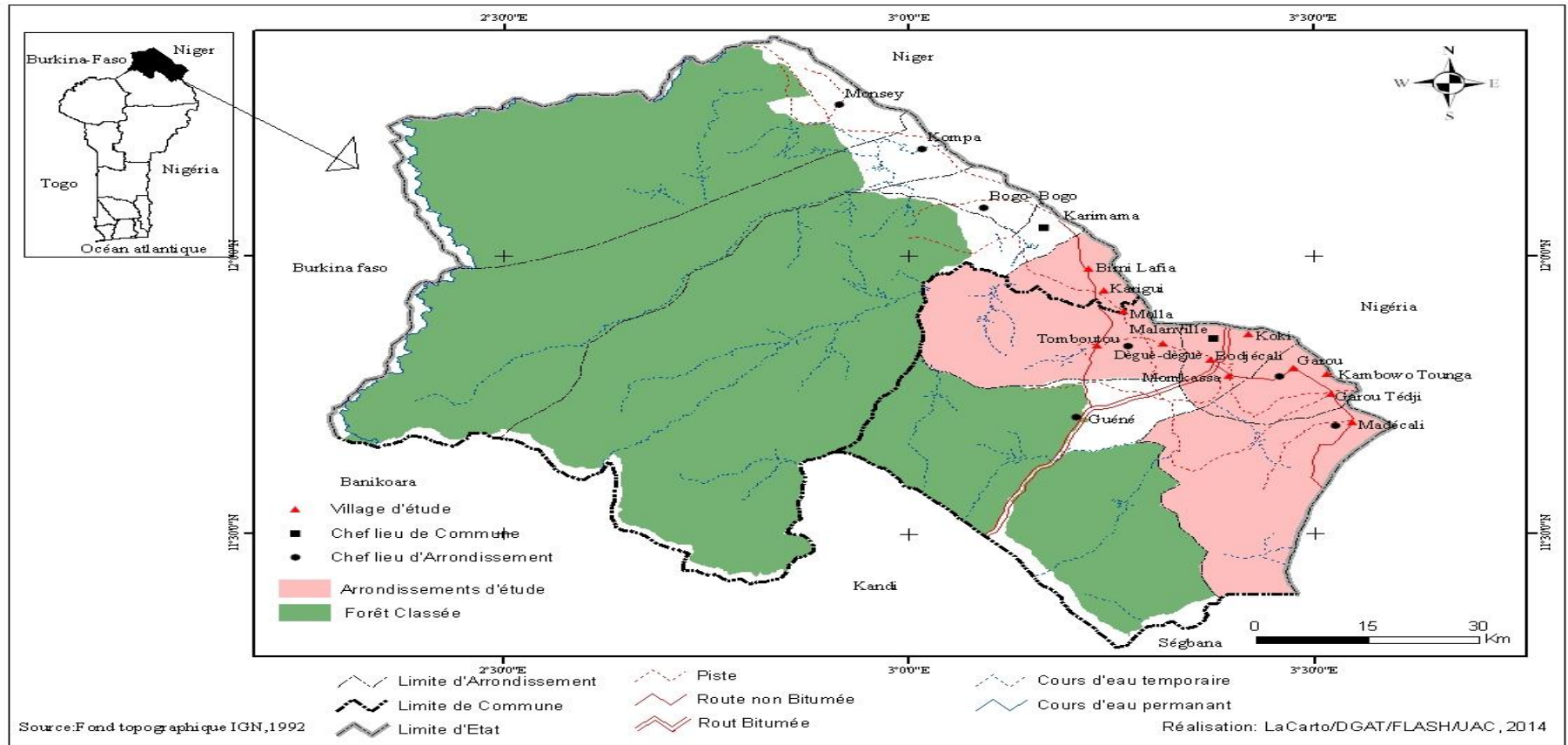
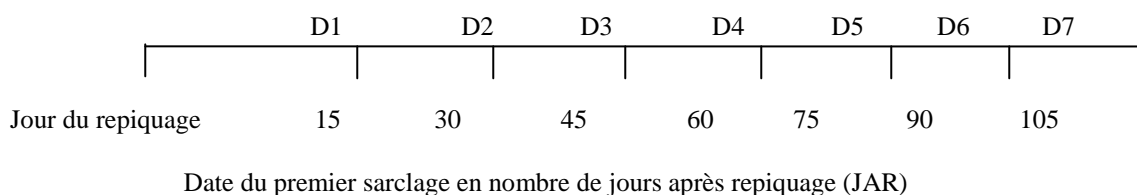


Figure 1 : Carte du Bénin montrant la zone d'étude représentée par les communes de Malanville et de Karimama (a) et la situation géographique des villages d'étude (b).

Pour la concurrence précoce :

Les parcelles sont maintenues propres à partir de la date du premier sarclage indiquée.



Pour la concurrence tardive :

Les parcelles sont maintenues propres depuis le repiquage jusqu'à la date du dernier sarclage indiquée :

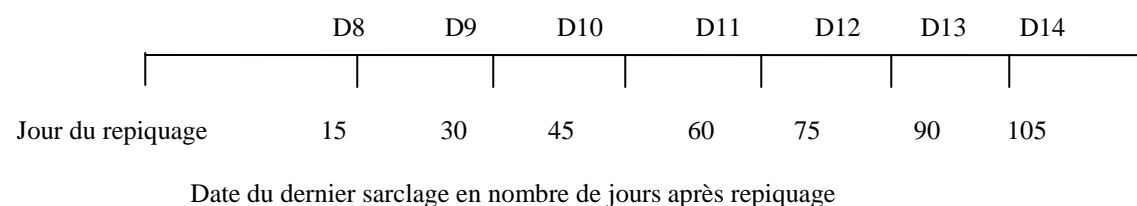


Figure 2 : Description des parcelles d'essai et de leurs traitements respectifs.

RÉSULTATS

Fréquence et dominance des espèces les plus fréquentes

Les valeurs moyennes de fréquence et de dominance mesurées à 15, 45 et 60 JAR sont présentées respectivement aux Tableaux 1 et 2. Sept espèces à savoir : *Digitaria nuda*, *Kyllinga squamulata*, *Paspalum conjugatum*, *Paspalum scrobiculatum*, *Portulaca quadrifida*, *Portulaca oleracea* et *Cyperus rotundus* sont les plus fréquentes, avec une présence sur au moins huit (08) parcelles sur les 32 observées. L'analyse des données du Tableau 1 indiquait que la fréquence d'apparition des mauvaises herbes notamment *Paspalum conjugatum*, *Paspalum scrobiculatum*, *Digitaria nuda* et *Kyllinga squamulata* a diminué considérablement à partir du premier sarclage effectué à 15 JAR. Par contre, *Portulaca oleracea*, *Portulaca quadrifida* et *Cyperus rotundus* ont été

observées sur toutes les parcelles et avaient les fréquences les plus élevées aux trois périodes. A l'inverse, *Paspalum conjugatum*, *Paspalum scrobiculatum*, *Digitaria nuda* et *Kyllinga squamulata* sont restées moins fréquentes au cours du cycle cultural (Tableau 1).

L'analyse des données du Tableau 2 indiquait que la dominance des espèces a atteint un pic au 15^{ème} JAR et au 45^{ème} JAR avant d'atteindre des valeurs plus faibles à 60 JAR. *Portulaca oleracea*, *Portulaca quadrifida* et *Cyperus rotundus* sont également les plus dominantes. Ces trois espèces sont présentes sur toutes les parcelles aux trois périodes à des dominances qui sont restées d'abord faibles, d'environ 10% à 15 JAR. Leurs dominances évaluées à environ 15% au 45^{ème} JAR sont les plus élevées à cette période et au cours de tout le cycle cultural comparativement à l'ensemble des espèces. Les valeurs de leurs dominances sont passées

donc d'environ 10% en moyenne à 15 JAR à environ 8% à 60 JAR.

La fréquence et la dominance des espèces ont décliné du 15^{ème} JAR au 60^{ème} JAR, sauf pour *Cyperus rotundus*, *Portulaca oleracea* et *Portulaca quadrifida* qui sont demeurées constantes à 100% aux trois périodes. Les résultats statistiques présentés aux Tableaux 1 et 2 indiquaient que la fréquence et la dominance moyennes des espèces présentaient des différences très hautement significatives pour les différentes espèces ($p < 0,0001$) et aux trois périodes ($p < 0,0001$).

Influence des dates de sarclage sur le rendement en bulbes frais d'oignon

L'effet des dates de sarclage sur l'évolution du rendement est présenté au Tableau 3. Ces résultats ont indiqué que les niveaux de rendement obtenus varient de 5,6 t/ha à 28 t/ha, les coefficients de variation (CV) calculés variant de 0 à 13,77%. Tous les niveaux de rendement obtenus avec les traitements D14 et D15 qui représentent respectivement les sarclages opérés jusqu'à 105 JAR et le témoin propre sont identiques. Pour tous les autres traitements, le rendement est significativement différent de celui du témoin propre.

Détermination de la période de compétition critique des mauvaises herbes

La détermination de la période de compétition critique sur la base du rendement en bulbes d'oignon est illustrée à la Figure 3. Cette figure traduit la réponse du rendement aux différentes dates de sarclage.

Elle indique pour la compétition précoce, une décroissance du rendement de 23,8 t/ha (à 15 JAR) à 9 t/ha (à 105 JAR), tandis que pour la compétition tardive, un accroissement du rendement de 9,8 t/ha (à 15 JAR) à 27 t/ha (à 105 JAR) est observé.

L'analyse de la Figure 3 indiquait deux périodes au cours desquelles le rendement connaît soit une baisse, soit une augmentation brutale. La première période correspond à 30 JAR où la compétition précoce a engendré une réduction du rendement de 23,8 t/ha (à 15

JAR) à 20 t/ha (à 30 JAR). Dans un second temps, une augmentation sensible du rendement de 16,8 t/ha (à 45 JAR) à 21 t/ha (à 60 JAR) est observée. La période de compétition n'est-elle donc pas répartie entre ces deux dates ? Pour la précocité de la concurrence, la deuxième date de sarclage qui est intervenue à 30 JAR a enregistré un rendement de 20 t/ha, représentant 71% de pertes, significativement différent du témoin maintenu propre qui a généré 28 t/ha. A 45 JAR, le sarclage retardé a engendré par rapport à la compétition tardive, un rendement de 16,8 t/ha contre 18 t/ha pour la compétition précoce. Ces deux niveaux de rendement obtenus à cette date de sarclage sont significativement différents du niveau du témoin propre D15 qui était égal à 28 t/ha. La baisse significative du rendement observée à cette période représente 60% de pertes de récolte par rapport au témoin propre.

A 60 JAR, le rendement obtenu est de 21 t/ha représentant 75% de pertes par rapport au témoin propre. Les périodes de compétition précoce, critique et tardive des mauvaises herbes de l'oignon correspondent respectivement à 30, 45 et 60 JAR. Les seuils de rendement maximal et minimal sont respectivement de 20 t/ha et de 13 t/ha pour la période de compétition précoce, puis de 21 t/ha et de 16 t/ha pour la période de compétition tardive. A la période critique correspond un rendement compris entre 16,8 t/ha et 18 t/ha et qui représente 60% à 64% de pertes par rapport au témoin propre. En effet, au-delà de 45 JAR, les baisses significatives de rendement occasionnées par rapport au témoin pour le sarclage précoce lié à la compétition tardive sont de 25%, 18%, 14% et 4%, correspondant respectivement à 60, 75, 90 et 105 JAR. Pour le sarclage retardé lié à la compétition précoce, elles étaient de 43%, 54%, 61% et 68%, respectivement à 60, 75, 90 et 105 JAR.

Le cycle de production de l'oignon est souvent interrompu par les producteurs sur la base d'un arrêt de l'irrigation, face aux opportunités du marché liées à une forte demande et des prix de vente rémunérateurs. Cela suppose que toute compétition qui

surviendrait vers la fin du cycle n'a pas d'importance pour les producteurs, car, ils sont en mesure de suspendre le grossissement du bulbe et de le destiner à la vente.

Les observations ont indiqué aussi que la fréquence et la densité d'enherbement ont décliné après le désherbage opéré à 45 JAR

(Tableaux 1 et 2 respectivement). Sur ces bases, la période de compétition ou de concurrence des mauvaises herbes de l'oignon au Nord-Est du Bénin est déterminée entre le 30^{ème} et le 60^{ème} JAR avec une phase critique à 45 JAR.

Tableau 1 : Fréquences moyennes d'apparition (%) des espèces à 15, 45 et 60 jours après repiquage (JAR).

Espèces	Périodes (JAR)			Moyenne
	15	45	60	
<i>Digitaria nuda</i>	70	47	28	48,33 ± 3,50BC
<i>Kyllinga squamulata</i>	47	38	22	35,67 ± 3,50C
<i>Paspalum conjugatum</i>	75	50	35	53,33 ± 3,50B
<i>Paspalum scrobiculatum</i>	75	50	35	53,33 ± 3,50B
<i>Portulaca quadrifida</i>	100	100	100	100,00 ± 3,50A
<i>Portulaca oleracea</i>	100	100	100	100,00 ± 3,50A
<i>Cyperus rotundus</i>	100	100	100	100,00 ± 3,50A
Moyenne	77,83 ± 2,48a	64,17 ± 2,48b	53,33 ± 2,48c	65,11
CV (%)	3,19	3,86	4,65	43,91
Source de variation	Espèce	Période	Espèce * période	
ddl	6	2	12	
Probabilité	0,000***	0,000***	0,000***	

* : significatif (p < 0,05) ; ** : hautement significatif (p < 0,01) ; *** : très hautement significatif (p < 0,001) ; **** : très très hautement significatif (p < 0,0001) ; ns : non significatif

Les valeurs moyennes portant les lettres différentes (a, b et c) sont significativement différentes d'après le test de Tukey au seuil de 5% pour la ligne considérée.

Les valeurs moyennes portant les lettres différentes (A, B et C) sont statistiquement différentes d'après le test de Tukey au seuil de 5% pour la colonne considérée.

Tableau 2: Dominances moyennes des espèces (% de plants par rapport au nombre total d'individus) les plus fréquentes mesurées à 15, 45 et 60 jours après repiquage (JAR).

Espèces	Périodes (JAR)			Moyenne
	15	45	60	
<i>Digitaria nuda</i>	4	2	1	2,33 ± 0,50B
<i>Kyllinga squamulata</i>	2	5	1	2,67 ± 0,50B
<i>Paspalum conjugatum</i>	2	4	1	2,33 ± 0,50B
<i>Paspalum scrobiculatum</i>	2	4	1	2,33 ± 0,50B

<i>Portulaca quadrifida</i>	9	15	7	10,33 ± 0,50A
<i>Portulaca oleracea</i>	9	15	7	10,33 ± 0,50A
<i>Cyperus rotundus</i>	11	13	9	11,00 ± 0,50A
Autres espèces	61	42	73	58,67 ± 15,63
Moyenne	5,00 ± 0,35b	7,17 ± 0,35a	3,33 ± 0,35c	5,17
CV (%)	7,00	4,88	10,51	6,77

Source de variation	Espèce	Période	Espèce * période
ddl	6	2	12
Probabilité	0,0000***	0,0000***	0,0000***

* : significatif (p < 0,05) ; ** : hautement significatif (p < 0,01) ; *** : très hautement significatif (p < 0,001) ; **** : très très hautement significatif (p < 0,0001) ; ns : non significatif

Les valeurs moyennes portant les lettres différentes (a, b et c) sont significativement différentes d'après le test de Tukey au seuil de 5% pour la ligne considérée.

Les valeurs moyennes portant les lettres différentes (A et B) sont statistiquement différentes d'après le test de Tukey au seuil de 5% pour la colonne considérée.

Tableau 3 : Résultats de l'analyse de variance du rendement en bulbes d'oignon (t/ha) et en % du traitement témoin propre D15, selon les dates de sarclage.

Traitements	Périodes	Type de compétition	Rendement (t/ha)	CV (%)	Rendement (% du témoin propre D15)	Signification
D1	15	Compétition précoce	23,8*cd	5,68	85	Résultats significativement différents du témoin propre D15 (test de Dunnett)
D2	30		20*f	0,00	71	
D3	45		18*g	5,98	64	
D4	60		16*g	4,94	57	
D5	75		13*hi	5,13	46	
D6	90		11*ij	8,81	39	
D7	105		9*j	13,77	32	
D8	15	Compétition tardive	9,8*j	1,91	35	
D9	30		13*h	11,01	46	
D10	45		16,8*g	6,37	60	
D11	60		21*ef	3,76	75	
D12	75		23*de	1,11	82	
D13	90		24*cd	1,05	86	
D16	Parcelle jamais entretenue	Témoin non sarclé	5,6*k	6,12	20	
D17	Parcelle entretenue à 15 et à 45 JAR	Pratique paysanne	25,4*bc	4,30	91	
D18	Traitement à Parcelle		25,6*bc	3,20	91	

Traitements	Périodes	Type de compétition	Rendement (t/ha)	CV (%)	Rendement (% du témoin propre D15)	Signification
	l'herbicide	traitée à l'herbicide				
D14	105	Compétition tardive	27ab	7,66	96	Résultats significativement non différents du témoin propre D15 (test de Dunnett)
D15	Parcelle entretenue tout au long du cycle cultural	Témoin propre	28a	3,57	100	
Source de variation						
<i>ddl</i>			17			
<i>Grande moyenne</i>			18,064			
<i>P</i>			0,0000***			
<i>CV (%)</i>			5,20			

Test de Dunnett par rapport au témoin propre D15 au seuil de signification de 5%. Les moyennes suivies du signe (*) sont significativement différentes du témoin D15.

Les moyennes suivies des lettres alphabétiques (a à j) sont significativement différentes d'après le test de Tukey au seuil de 5%

*** : (p < 0,001) = très très hautement significatif

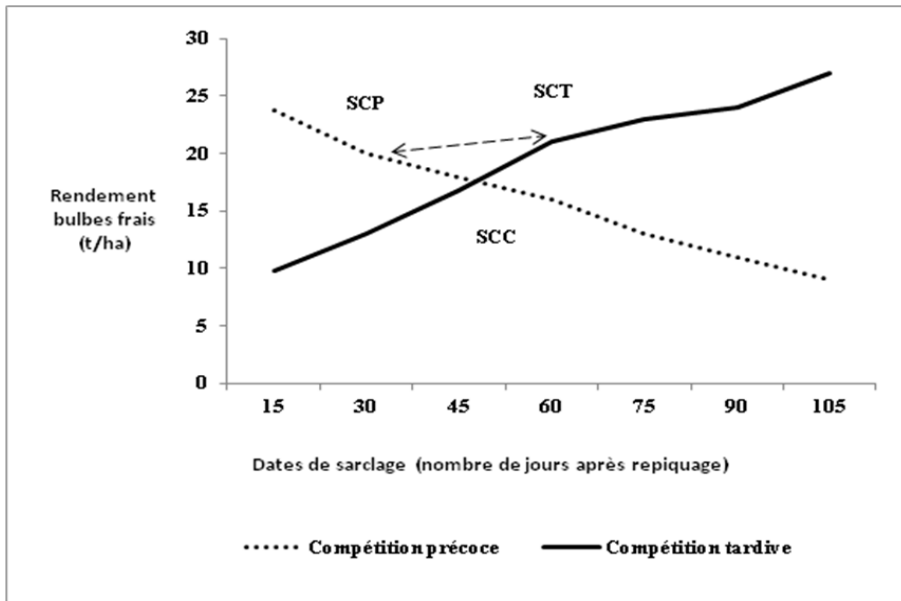


Figure 3 : Seuils de concurrence précoce, critique et tardive des mauvaises herbes de l'oignon, déterminés à partir de l'évolution du rendement (t/ha) avec différentes dates de sarclage (JAR)
 SCP = Seuil de Concurrence Précoce, SCC = Seuil de Concurrence Critique, SCT = Seuil de Concurrence Tardive

DISCUSSION

Fréquence et abondance des mauvaises herbes

Certaines espèces sont responsables de la mauvaise interaction que représente la compétition avec l'oignon, avec des valeurs de fréquence et de dominance variables au cours du cycle végétatif de l'oignon. A titre d'illustration, *Cyperus rotundus*, *Portulaca oleracea* et *Portulaca quadrifida* sont non seulement les espèces les plus fréquentes, mais également les plus abondantes de toutes les espèces recensées au cours du cycle cultural pendant lequel, elles présentent les valeurs les plus élevées de fréquence et de dominance, notamment à 45 JAR. Ces résultats concordent avec ceux de Bello et al. (2013) relatifs à l'évolution saisonnière de la flore sarclée et aux effets nuisibles des mauvaises herbes des parcelles d'oignon (*Allium cepa* L.) au Nord-Est du Bénin. A l'inverse, les Poacées sont faiblement représentées au sein de cette flore contrairement aux résultats de Ka et al. (2019) qui avaient observé en culture de sorgho que les Poaceae étaient parmi les plus importantes familles botaniques avec 15,9% des espèces recensées. Les Poaceae ont été aussi recensées en culture d'haricot à 11,35% en 1^{ère} place, suivies des Cyperaceae (3,93%) en 5^{ème} place par Ahonon et al. (2018). Des résultats similaires ont été aussi rapportés en culture de riz par Boraud et al. (2015). En général, les Poacées ont une meilleure contribution spécifique dans les unités de pâturage (Samandougou et al., 2019) qui constituent aussi des espaces cultivés, une constatation contraire à celle de la présente étude et qui est sans doute liée à la spécificité de la culture d'oignon.

Les résultats de fréquence et de dominance obtenus ont mis en évidence que l'enherbement ne reprend vigoureusement qu'à partir de la deuxième semaine après le repiquage. Sur cette base, la concurrence précoce ne pouvait avoir lieu avant cette période.

Périodes de compétition précoce, critique et tardive

La période de compétition critique déterminée à 45 JAR est à l'évidence, une période du cycle cultural de l'oignon au cours de laquelle, l'enherbement engendre une compétition élevée, voire une perte significative du rendement de l'oignon.

La pratique paysanne se résume dans la plupart des cas à trois sarclages répartis entre 15 à 21, 45 et 50 à 60 jours après repiquage, le troisième pouvant être réalisé de façon facultative ou au besoin. La période de compétition déterminée pour l'oignon court du début de la bulbification (30 JAR) au début du grossissement des bulbes (Leblanc, 2008 ; ICS 2009), qui sont des stades physiologiques importants. Ce résultat traduit qu'au cours des phases du grossissement et de la maturation des bulbes qui interviennent après 60 JAR, l'effet néfaste de l'enherbement est insignifiant, ce que les producteurs ont essayé de justifier par le niveau d'enherbement quasiment observé, qui est en rapport avec le développement de la voûte foliaire de l'oignon et qui rend inopportune toute opération de désherbage manuel à cette période. Ces constatations ont traduit que la période de compétition des mauvaises herbes de l'oignon court du 30^{ème} au 60^{ème} JAR. Ces résultats obtenus ont corroboré ceux de plusieurs auteurs qui ont situé la période de compétition des cultures à leurs stades juvéniles. En effet, au Soudan, la période critique de la plupart des cultures se situait entre 4 et 6 semaines après le semis (Crowther cité par Hamdoum et Tigani, 1977). La période de compétition critique de l'enherbement de la patate douce (*Ipomea batata*) a lieu à 3 semaines après le semis (Kasasian et Seeyave, 1969). Pour le maïs, cette période se situait entre 10 et 24 jours après le semis ou entre 8 et 45 jours après l'émergence (Schmid et al., 1983). Pour le soja, elle se situait entre 9 et 19 jours après l'émergence en fonction de la densité de semis (Knezevic et al., 2003). Pour le cotonnier, cette période se situait après la levée entre 2 et 4 semaines en culture irriguée et entre 6 à 8

semaines en culture pluviale (Schwerzel et Thomas, 1971). Après semis, elle intervenait entre 30 et 75 jours (Gurnah, 1974) ou entre 20 et 60 jours (Shelke et Bhosle, 1990). D'après Perdono cité par Schwerzel et Thomas (1971), cette période qui court du 20^{ème} au 45^{ème} jour après la levée n'est plus préjudiciable à la culture cotonnière après 45 jours.

Le développement de la tomate (*Lycopersicum esculentum*) est très sensible aux mauvaises herbes pendant les 30 jours qui suivent le repiquage et celui du haricot (*Phaseolus vulgaris*) a lieu entre 2 et 4 semaines après le semis (Kasasian et Seeyave, 1969).

La compétition que livrent les mauvaises herbes à l'oignon, qui court de 30 à 60 JAR, démarre un mois plus tard que celle de la tomate (*Lycopersicum esculentum*) qui a lieu pendant les 30 jours qui suivent le repiquage. Elle est plus courte que celle de la betterave qui est de 11 jours d'après Carvalho et al. (2008) alors que cette plante est irriguée comme l'oignon. L'analyse de la variation de ces périodes illustrent que la compétition varie en fonction de la culture et des conditions environnementales, engendre une baisse du rendement liée au degré d'infestation des parcelles, au souhait de détruire complètement les mauvaises herbes et à l'opportunité d'un désherbage systématique (Anonyme, 2002).

Au regard de ces considérations, quelles sont les leçons à tirer des résultats de la présente étude ?

Influence du sarclage sur la compétition et le rendement en bulbes d'oignon

Des périodes opportunes pour des désherbages utiles doivent être utiles pour une meilleure maîtrise de l'enherbement de l'oignon. Les producteurs rapportaient selon leurs perceptions, que le rendement obtenu en situation de compétition tardive était supérieur à celui relatif à la compétition précoce. Ce résultat confirme celui de Dunan et al. (1996) qui avaient constaté que le rendement de l'oignon est plus sensible à la durée de compétition qu'à la charge des mauvaises

herbes. L'attitude préventive à adopter pour réduire l'effet de compétition était rapportée par Nieto et al. (1968) qui ont expliqué que la période critique est théoriquement celle pendant laquelle les mauvaises herbes doivent être éliminées. Les résultats de la présente étude indiquaient bien une perte brutale du rendement en situation de compétition précoce telle qu'appréciée par Nieto et al. (1968), mais ont permis de mettre en évidence que la compétition tardive engendre une amélioration du niveau de rendement avec l'absence prolongée des mauvaises herbes. Toutefois, cette constatation traduit, le report de toute compétition éventuelle avec la culture d'oignon au cours du cycle cultural.

Plusieurs études ont rapporté que le stade de développement et la durée de présence des mauvaises ont une influence considérable sur l'importance de la compétition. Selon Boyoda (1991), la compétition des mauvaises herbes au Sud du Togo est la plus défavorable entre 21 et 30 jours après le semis du riz pluvial. La même perception a été soutenue par Arraudeau (1998) d'après qui, la compétition entre le riz et les mauvaises herbes est la plus néfaste lorsqu'elle se situait au cours des stades jeunes de développement du riz. C'est aussi l'avis de Qasem (2009) qui a montré que la période critique de compétition du chou-fleur apparaît de 0 à 38 jours après repiquage, qu'au cours des 14 premiers jours, elle réduit le rendement de 41% et qu'un désherbage précoce est nécessaire pour prévenir une perte de rendement. Nieto et al. (1968) ont montré au Mexique que l'enherbement est dangereux pendant les 30 jours qui suivent la levée du maïs.

La confrontation des résultats de ces auteurs à ceux de la présente étude ont mis en évidence que les mauvaises herbes ont compété à divers degrés avec l'oignon au cours de la période de croissance végétative. Cependant, cette analyse relève une situation mitigée avec ceux de Kasasian et Seeyave (1969) qui avaient expliqué que des cultures telles que l'igname (*Dioscorea* spp.) peuvent être défavorisées par la concurrence des

mauvaises herbes pendant de longues périodes au cours de leur cycle. Cependant, Douiti et Djagni (1995) ont eu le mérite d'élucider que les seuils de concurrence précoce et tardive dépendent de l'environnement et de la distribution spatiale des espèces et que la période de compétition critique varie selon le contexte agro-écologique. Dans cette lancée, Mesbah et al. (1994) ont précisé que les effets conjugués de facteurs tels que la pénétration précoce des racines dans le sol, un ratio élevé de racines de mauvaises herbes et un potentiel d'absorption élevé attribuent à certaines plantes un avantage compétitif pour l'assimilation des nutriments contre la compétition. Cette constatation a confirmé l'assertion des producteurs selon laquelle « à partir du 45^{ème} JAR, le recouvrement de la surface du sol par le feuillage de l'oignon, à la faveur des deux premiers sarclages effectués à 15 et à 45 JAR, a étouffé *Portulaca oleracea*, *Portulaca quadrifida* et *Cyperus rotundus* ». En considérant les périodes de compétition déterminées, les producteurs ont compris à l'unanimité qu'un premier sarclage opéré entre 15 et 30 JAR et un deuxième à 45 JAR sont indispensables et qu'un troisième peut être réalisé au besoin ou de manière facultative à 60 jours après repiquage pour minimiser la réduction du rendement par l'enherbement.

Conclusion

Les résultats de la présente étude ont permis de conclure que le rendement dépend entre autres facteurs culturels, de la durée de présence des mauvaises herbes. La compétition des mauvaises herbes pour l'oignon a lieu du 30^{ème} JAR au 60^{ème} JAR. En accordant un intérêt à la planification des désherbages, les interventions opérées entre 15 et 30 JAR, à 45 et à 60 JAR s'avèrent utiles et efficaces pour la gestion de l'enherbement de l'oignon que celles qui interviennent à d'autres périodes du cycle cultural. En effet, c'est à ces périodes que les effets nuisibles des mauvaises herbes sur la culture d'oignon sont les plus préjudiciables pour la production de bulbes d'oignon. Cette

constatation reste la recommandation pratique essentielle tirée des résultats concluants de la présente étude. L'intérêt de renforcer l'efficacité des sarclages manuels par l'arrachage manuel, le ramassage et l'enfouissement de la biomasse sarclée de *Portulaca quadrifida* et de *Cyperus rotundus* est de freiner le développement de ces espèces afin de minimiser l'effet de la compétition sur le rendement. Pour parvenir à cette fin, les possibilités d'amélioration de l'efficacité des pratiques culturales par leur combinaison avec la lutte chimique doivent être explorées.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

SB est l'auteur qui a conçu et élaboré, puis conduit le protocole sur le terrain ; a rédigé le 1^{er} draft de l'article, géré le processus de soumission et a suivi les recommandations des lecteurs sous la supervision des deux autres auteurs. AA a contribué à la validation du protocole de recherche, a dirigé les travaux de recherche qui a constitué un chapitre de résultat de thèse soutenue, et a recommandé les aspects de documentation et de la méthodologie, puis contribué à la forme et au fond de l'article, de la première version jusqu'à celle-ci. GLA a contribué à la rédaction du protocole et de l'article, de la première version jusqu'à celle-ci.

REMERCIEMENTS

Non applicable dans le cadre du présent article, car, les travaux de recherche ont été conduits sur fonds propres du 1^{er} auteur.

RÉFÉRENCES

Ahonon B, Traore H, Ipou JI. 2018. Mauvaises herbes majeures de la culture de haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) dans la Région du Moronou au Centre-Est de la Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*,

- 12(1) : 310-321. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.25>.
- Anonyme. 2002. Mémento de l'agronome, éditions 2002. CTA, CIRAD et GRET, Version CD-ROM.
- Arraudeau M. 1998. Le riz irrigué. Tomes 1 et 2. ACCT, CTA, Maisonneuve et Larose.
- Barralis G. 1976. Méthode d'étude des groupements adventice des cultures annuelles : application à la Côte d'Or. Actes du V^{ème} Colloque international sur l'écologie et la biologie des mauvaises herbes. Dijon, France, 59-68.
- Barralis G, Cloquemin G, Guerin A. 1983. Evaluation de la flore adventice du vignoble de Côte-d'or sous la pression des techniques d'entretien des cultures. *Agronomie*, **3**(6): 585-594.
- Bello S. 2004. Rapport d'achèvement des contrats de recherche-action du programme oignon au titre des campagnes 2001-2004. INRAB-CRAN/PADSE, Bénin.
- Bello S. 2004. Rapport d'achèvement des contrats de recherche-action du programme oignon au titre des campagnes 2001-2004. INRAB-CRAN/PADSE, Bénin.
- Bello S. 2012. Analyse diagnostique de la production et de la commercialisation de l'oignon de 1995 à 2009 au Nord-Est du Bénin. *BRAB*, **71**: 46-61.
- Bello S, Ahanchédé A, Amadji F, Gbèhounou G, Aho N. 2012b. Effet de la fumure minérale sur l'enherbement et la production de l'oignon (*Allium cepa* L.) au Nord-Est du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(6): 4058-4070. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i6.16>.
- Bello S, Ahanchédé A, Amadji G, Gbèhounou G, Aho N. 2013. Evolution saisonnière de la flore sarclée et effets nuisibles des mauvaises herbes des parcelles d'oignon (*Allium cepa* L.) au Nord-Est du Bénin. Soumis, présenté et publié dans les actes de la 22^{ème} Conférence du COLUMA organisée par l'Association Française de la Protection des Plantes (AFPP) : Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, prévue à Dijon, les 10, 11 et 12 décembre 2013.
- Bello S, Amadji G, Gbèhounou G, Aho N, Ahanchédé A. 2012a. Effet de la densité de repiquage sur l'enherbement et la production de l'oignon (*Allium cepa*) au Nord-est du Bénin. *Journal of Animal & Plant Sciences*. **15**(1): 2074-2082.
- Bello S, Assogba-Komlan FV, Baco MN. 2004. *Guide pour la Production de l'Oignon dans l'Alibori. Référentiel Technico-économique*, Djinadou IK, Afonnon E, Akpadji J. (éds.). Dépôt légal n° 2438 du 11/02/2004, 1^{er} trimestre 2004, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, AFD, PADSE, 56 p.
- Bello S, Assogba-Komlan FV, Baco MN. 2005a. Effet des plans d'irrigation paysanne et améliorée sur la production d'oignon (*Allium cepa* L.). *BRAB*, **48** : 1-8.
- Bello S, Assogba-Komlan FV, Baco MN. 2005b. Etude comparative de la production de bulbes à partir de bulbilles et de plantules. *BRAB*, **51**(Mars 2006) : 28-36.
- Boraud NKM, Kouamé KF, Kla D. 2015. Impact des pratiques de gestion des adventices sur le rendement du riz au centre de la Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(3) : 1220-1228. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.7>
- Boyoda TBK. 1991. Contribution à l'étude de la nuisibilité des adventices en riziculture pluviale au Togo. Direction de la recherche agronomique de Lomé et Université du Bénin. Lomé, Togo.
- CARDER Borgou. 1991. Rapport annuel de la campagne 1990-1991. MDR, Bénin.
- Carvalho LB, Guzzo CD. 2008. Increased beet density in weed management. *Planta daninha*, **26**(1): 73-82.
- Caussanel JP. 1989. Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans un système de culture annuelle: situation de concurrence bispécifique. *Agronomie*, **9** : 219-240.

- Caussanel JP, Barralis G, Vacher C, Fabre E, Morin C, Branthomf X. 1986. La variation des seuils de nuisibilité des mauvaises herbes : résultats expérimentaux. *Perspectives agricoles*, **109** : 22-28.
- CeCPA (Centre Communal pour la Promotion Agricole) Karimama. 2006. Rapport annuel d'activités, campagne 2006-2007, Bénin.
- CeCPA Karimama. 2008. Rapport annuel d'activités, campagne 2007-2008. République du Bénin.
- CeCPA Malanville. 2006. Projet de budget programme du CeCPA de Malanville au titre de l'année 2007, Bénin.
- Cousinie P, Djagni K, Faure G. 1989. L'agriculture togolaise en zone cotonnière: de l'analyse aux recommandations. Rapport de synthèse des campagnes agricoles de 1985 à 1989. CIRAD-IRCT, Lomé, Togo.
- Decoin M. 1992. ITCF et le désherbage des céréales : l'impasse ne passera pas. *Phytoma*, **443** : 31-32.
- Dessaint F, Chadoeuf R, Barralis G. 2001. Diversité des communautés de mauvaises herbes des cultures annuelles de Côte-d'Or (France). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **5**(2) : 91-98.
- Douti PY, Djagni K. 1995. Cotonnier contre mauvaises herbes : quelle est la période de concurrence ? *Agriculture et Développement*, **7**: 31-36.
- Dunan CM, Westra P, Moore F, Chapman P. 1996. Modelling the effect of duration of weed competition, weed density and weed competitiveness on seeded, irrigated onion. *Weed research*, **36**(3): 259-269.
- Faure L, Jallas E, Douti PY, Faure G, Djagni K. 1988. Rapport annuel 1987. Expérimentation herbicide en milieu réel. Projet de recherche-développement. CIRAD-IRCT, sections agronomie et agro-économie, station d'Anié-Mono, Togo.
- Gurnah AM. 1974. Critical weed competition periods in annual crops. Proceedings of 5th East African Weed control conference, 1974, 89-98.
- Hamdoun AM, Tigani KB. 1977. Weed control problems in the Sudan. *Pans*, **23**(2): 190-194.
- ICS. 2009. Programme de lutte intégrée contre les mauvaises herbes de l'oignon (*Allium cepa* L.). Jean-François Martin (éd.), Site web : <http://www.ics-agri.com/francais/oignons-lutte-adventices2-fr.htm#>
- Ka SL, Mbaye MS, Gueye M, Camara AA, Dieng B, Noba K. 2019. Flore adventice du sorgho (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) en Haute Casamance, zone soudanienne du Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(1): 411-425, DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i1.32>.
- Kasasian L, Seeyave J. 1969. Critical periods for weeds competition. *Pans*, **15**(2): 208-212.
- Knezevic M, Durkic M, Knezevic I. 2003. Effect of pre-and post-emergence of weed control on weed population and maize yield on different tillage systems. *Plant Soil Environ.*, **49**(5) : 223-229.
- Lamée. 1967. In *Le Bourgeois T. 1996*. Protection intégrée des cultures en régions chaudes, CNEARC/FIC/PVED.
- Leblanc M. 2008. Utilisation des herbicides dans l'oignon semé en sol organique. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Direction régionale de la Montérégie-Ouest, Canada. Les journées horticoles 2008. Déposé le 29 janvier 2009.
- MAEP. 2002. Rapport final : base de données géo-référencées sur l'utilisation agricole des terres au Bénin. MAEP, DFRN, CENATEL, FAO (éds.). Novembre 2002, Bénin.
- Mesbah A, Miller SD, Fornstrom KJ, Legg DE. 1994. Sugar beet-weed interactions. Agricultural Experiment Station. Department of Plant, soil and Insect Sciences, college of Agriculture. University of Wyoming. B-998.
- Nieto JH, Brondo MA, Gonzalez JT. 1968. Critical periods of crop growth cycle for

- competition from weeds. *Pans*, **14** (2) : 159-166.
- PADSE. 2001a. Zonage géographique et typologie de fonctionnement des exploitations agricoles: Synthèse des résultats des missions d'appui au volet enquêtes villageoises. Parakou, Bénin.
- PADSE. 2001b. Elaboration d'une typologie de fonctionnement des exploitations agricoles dans la vallée du Niger et du Sud Zou : Propositions pour l'utilisation de la typologie. Parakou, Bénin.
- Qasem JR. 2009. Weed competition in cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) in the Jordan Valley. *Scientia Horticulturae*, **121**(3) : 255-259.
- Samandougou Y, Compaoré H, Zoundi SJ, Zoungrana-Kabore YC. 2019. Evaluation de la productivité des herbacées fourragères des forêts sacrées de Koupéla dans le Centre Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(1): 99-109. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i1.9>
- Schmid W, Dossékou M, Koch W, Walter H. 1983. Aspects de la modification de la flore adventice dans le système de production agricole du Togo. Comptes rendus de la deuxième conférence bisannuelle de la Société Ouest-africaine de Malherbologie (SOAM), 17-22 octobre 1983, Abidjan, Côte d'Ivoire. SOAM, IDESSA, Bouaké, Côte d'Ivoire, 19-33.
- Schwerzel PJ, Thomas PEL. 1971. Weed competition in cotton. *Pans*, **17**(1): 30-34.
- Shelke JH, Bhosle RH. 1990. Determination of critical periods of crop weeds competition in rainfed cotton. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, **15**(2) : 257-258.
- Tonato SH, Douti PY, Cousinie P, Djagni K. 1990. Rapport annuel 1989. Expérimentation herbicide en milieu réel. Projet de recherche-développement. CIRAD-IRCT, sections agronomie et agroéconomie, station d'Anié-Mono, Togo.
- Tonato SH, Jallas E, Douti PY, Faure G, Djagni K, Trékou K. 1989. Rapport annuel 1988. Expérimentation herbicide en milieu réel. Projet de recherche-développement. CIRAD-IRCT, sections ag.