

Influence des pratiques de désherbage manuel sur l'évolution à long terme de l'enherbement et du rendement de l'oignon (*Allium cepa* L) au Nord-Est du Bénin

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

¹ Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Centre de Recherches Agricoles Centre (CRA-Centre), BP 112 Savè, Bénin

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

* Correspondance, courriel : bello_saliou@yahoo.fr

Résumé

La présente étude a permis d'évaluer l'influence des pratiques de désherbage manuel sur l'évolution à long terme de l'enherbement et du rendement en culture d'oignon au Nord-Est du Bénin. Trente-deux (32) parcelles d'oignon représentatives étaient investiguées dans les communes de Malanville et de Karimama. La présence d'espèces dominantes, le degré d'enherbement des parcelles, le mode, le nombre, la période et l'efficacité des sarclages manuels ainsi que le rendement en bulbes d'oignon étaient les variables étudiées qui étaient soumises à l'analyse de variance uni-variée à deux facteurs selon le modèle linéaire général et à l'Analyse multi-variée en Composantes Principales (ACP). Les résultats ont mis en évidence la nécessité de tenir compte des facteurs de gestion efficace et durable de l'enherbement pour assurer un rendement acceptable en bulbes d'oignon. Le suivi de la présence d'espèces dominantes au cours du cycle cultural à savoir *Boerhavia diffusa*, *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, *Cyperus tuberosus*, et particulièrement *Cyperus rotundus* et *Portulaca quadrifida* mérite une attention particulière. Les sarclo-binages à 15, 30, 45 et 60 jours après repiquage suivis de l'arrachage manuel et de l'enfouissement de la biomasse des mauvaises herbes sarclées constituent une option de lutte à améliorer. En combinaison à ces pratiques, l'adoption d'un plan d'assolement-rotation intégrant la jachère de courte durée et l'application au besoin et alternée dans le temps, de matières actives d'herbicides sélectifs et totaux à des doses raisonnées, peuvent permettre de mieux gérer l'enherbement de l'oignon.

Mots-clés : bulbe d'oignon, culture continue, efficacité, mauvaise herbe, période, sarclage manuel.

Abstract

Influence of the manual weeding practices on the long term evolution of the weed flora and of onion (*Allium cepa* L.)' yield in the North-East of Benin

The present study allowed evaluating the influence of hoe weeding practices on the long term evolution of weed covering and of the onion's bulb yield in the north east of Benin. Thirty-two representative onion plots of the study area have been investigated in the districts of Malanville and Karimama. The presence of dominant weed species, the weed covering degree of plots, the mode, the number, the period and the efficacy of hoe weeding and also the onion's bulb yield were the studied variables which were submitted to the two ways univariate analysis according to the general linear model and to the principal component

analysis (PCA). The results highlighted the necessity to take into account factors of efficacious and sustainable weed management to ensure an acceptable onion' bulb yield. The monitoring of the presence of dominant species during the cultural, namely *Boerhavia diffusa*, *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, *Cyperus tuberosus* and especially *Cyperus rotundus* and *Portulaca quadrifida* deserve special attention. Sarclo-hoeing at 15, 30, 45 and 60 days after transplanting, followed by the manual removal and burial of the weeded biomass are an option of struggle to improve. In combination to these practices, the adoption of a plan of crops rotation and shifting integrating a short duration of fallow and the application as needed and alternating in time, of selective and total active ingredients of herbicides at reasoned doses, can help mitigating the challenge of weeds in onion crop.

Keywords : *onion' bulb, continuous cropping, efficacy, manual weeding, period, weed.*

1. Introduction

La maîtrise de l'enherbement constitue de plus en plus l'une des contraintes principales à une bonne production des cultures. Le désherbage ne se résume pas à la destruction des « mauvaises herbes » sur une parcelle, mais à une gestion globale du système de culture [1]. Pour réussir une bonne gestion de l'enherbement, le raisonnement du choix des outils et du nombre d'interventions de désherbage en fonction surtout du type de sol, des conditions climatiques, de la nature et du stade de développement de la culture et des mauvaises herbes présentes est recommandé [2]. Cette approche traduit que la gestion efficace de l'enherbement nécessite la maîtrise des facteurs favorables à la concurrence entre les mauvaises herbes et les plantes cultivées. Le maintien des cultures propres au cours de la période critique de compétition est indispensable pour escompter les rendements maximaux [3]. Pour une culture donnée, celle-ci est fortement influencée entre autres, par des facteurs tels que l'environnement, le degré d'infestation de la parcelle, la composition de la flore nuisible et la densité de la culture [4]. Abordant les aspects relatifs au degré d'infestation des parcelles de culture et à la composition de la flore nuisible, [5] avait précisé que les espèces végétales croissent souvent en rapport étroit avec une compétition des mauvaises herbes pour les nutriments disponibles, si bien que les pertes de rendement dues à la concurrence s'accroissent avec le relèvement du niveau de fertilité du sol parce que la croissance des mauvaises herbes est stimulée. Cette constatation était confirmée par les résultats selon lesquels « un accroissement de la dose de fumure minérale favorise l'élongation et la production de biomasse de mauvaises herbes autant qu'elle améliore la croissance en hauteur et le rendement de l'oignon [6].

Au Togo, les producteurs de coton effectuaient un ou deux désherbages à des dates d'intervention souvent trop tardives [7 - 10]. Ces auteurs ont constaté que la maîtrise des principales mauvaises herbes composant la flore du coton dont *Digitaria horizontalis* Willdenov s'est heurtée à l'augmentation de leurs infestations favorisée entre autres par la pratique des labours et de pulvérisages croisés par passages de disques. La nuisibilité des mauvaises herbes qui résulte de leur compétition avec une culture ayant pour conséquence, la baisse du rendement est influencée par le degré d'enherbement des parcelles, les niveaux d'infestation des espèces présentes, le nombre et les périodes de désherbage qui traduisent le souhait de détruire complètement les mauvaises herbes et l'opportunité d'un désherbage systématique [11]. L'analyse de ces résultats amène plus d'un à formuler les interrogations à savoir : (i) comment réaliser l'entretien d'une culture au cours de son cycle, (ii) à quel moment du cycle cultural par rapport à la période de compétition critique, effectuer des sarclages, et (iii) l'efficacité de ceux-ci [12]. Ces préoccupations faisaient partie des inquiétudes des producteurs du Nord-Est du Bénin, pour qui l'enherbement des casiers d'oignon était devenu inquiétant, une situation qui méritait que des efforts soient faits par la recherche pour la mise au point de mesures de gestion efficace et durable de l'enherbement de l'oignon [6, 11, 13]. Pour contribuer à cette fin, la présente étude a été conduite pour évaluer l'influence des pratiques de désherbage manuel sur l'évolution à long terme de l'enherbement et du rendement en bulbes d'oignon au Nord-Est du Bénin.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude et matériel végétal

La zone d'étude est constituée de deux villages, Kargui et Tomboutou, situés respectivement dans les communes de Karimama et de Malanville (*Figure 1*) au climat soudano-sahélien avec une pluviométrie annuelle variable de 800 à 900 mm selon les années. Les sols sont de texture sablo-argileuse et sablo-limoneuse [14, 15]. Dans ces localités, la culture de l'oignon est pratiquée en casiers selon un mode d'irrigation par gravité en contre saison. Le matériel végétal utilisé était l'oignon de couleur rouge violacé, de la variété locale appelée « Aloubassa ».

2-2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental qui est adopté est celui de Bloc Complètement Aléatoire (BCA) de 32 parcelles paysannes où chaque producteur avec son champ de culture d'oignon a constitué une répétition.

2-3. Collecte des données

La collecte des données est réalisée d'août à décembre au cours des saisons culturales par des mesures physiques sur les parcelles expérimentales, des entretiens semi-structurés individuels et de groupe et des observations directes auprès des 32 producteurs qui étaient activement impliqués. Les données de poids parcellaires de bulbes d'oignon exprimés en kg/m² ont été enregistrées directement sur les 32 parcelles paysannes dans 10 placettes représentant chacun un casier de trois (03) m², soit 30 m² par parcelle et par producteur. Elles ont servi à calculer le rendement en bulbes d'oignon (t/ha) qui est analysé suivant les variables retenues (*Tableau 1*). Le recensement des espèces de mauvaises herbes dans les casiers d'oignon était réalisé de façon participative avec les producteurs au cours d'observations visuelles en période de végétation de l'oignon avant le sarclage des parcelles. L'identification botanique des genres, espèces et familles de mauvaises herbes a été faite à l'aide des descripteurs documentés par [16]. Les noms scientifiques étaient ensuite actualisés avec les informations de la base de données du site web : [http : //www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org). [17]. Les variables relatives aux pratiques de désherbage manuel mesurées et analysées étaient : (i) le mode, (ii) la période de réalisation, (iii) le nombre d'interventions/opérations de désherbage et (iv) l'efficacité du désherbage, (v) la texture du sol, et (vi) le niveau de fertilité du sol. Ces variables mesurées ainsi que leurs modalités et les niveaux y afférents qui ont servi de grille d'analyse qualitative et quantitative des données collectées sont présentés au *Tableau 1*.

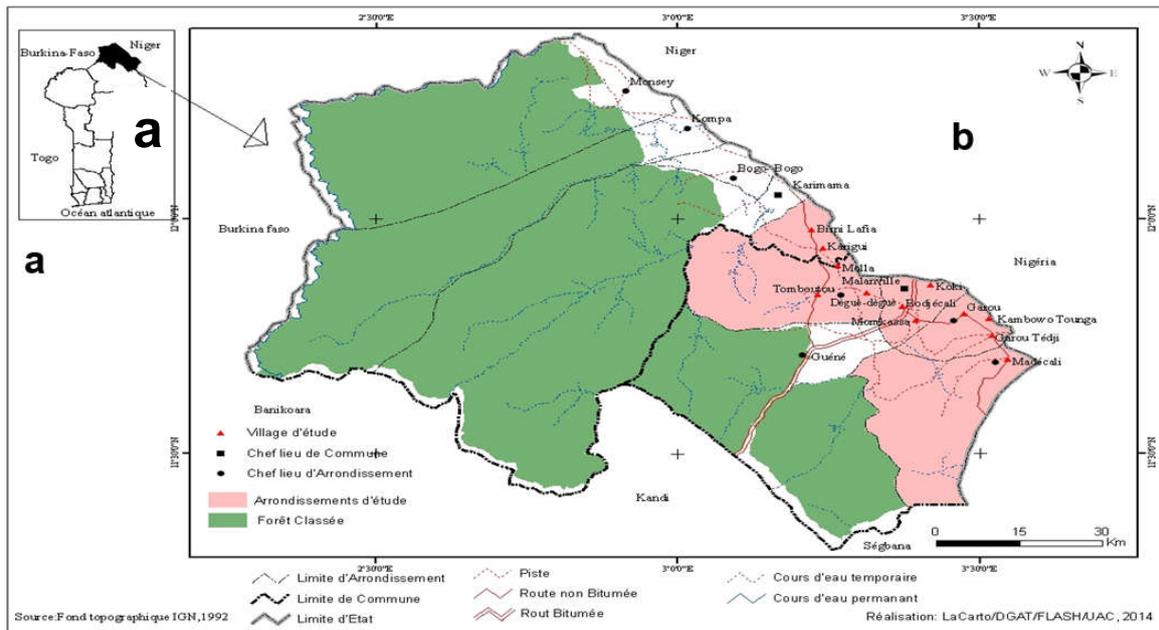


Figure 1 : Carte du Bénin montrant la zone d'étude représentée par les communes de Malanville et de Karimama (a) et la situation géographique des villages d'étude (b)
Source : Réalisé par Bello [11]

La présence des espèces est observée et le degré d'enherbement des parcelles est mesuré avant les désherbages opérés en six périodes : (i) entre 7 et 10 jours après repiquage (JAR), (ii) à 15 (JAR), (iii) 21 (JAR), (iv) 30 (JAR), (v) entre 40 et 45 (JAR) et (vi) 60 jours après repiquage (**Tableau 1**). La méthode adoptée pour apprécier le degré d'enherbement est celle du comptage [18] qui a consisté à dénombrer les espèces de mauvaises herbes quel que soit leur stade de développement. Les espèces considérées, lorsqu'elles sont présentes, pour le caractère d'abondance/dominance, étaient *Portulaca oleracea*, *Portulaca quadrifida* et *Cyperus rotundus* [19 - 22].

2-4. Analyse qualitative des données

Le rendement est analysé avec une grille d'analyse à trois niveaux selon la texture du sol qui est soit sablo-argileux, soit sablo-limoneux, et selon le niveau de fertilité du sol ainsi qu'il suit : (i) rendement compris entre 21 et 40 t/ha sur sol très fertile (RdtMeF), (ii) rendement compris entre 12 à 20 t/ha sur sol moyennement fertile (RdtFMo), et (iii) rendement compris entre 6 et 11 t/ha sur sol pauvre nommé RdtFF (**Tableau 1**).

2-5. Analyse statistique des variables

Le logiciel Minitab 14 était utilisé pour les différentes analyses statistiques. Une analyse de variance univariée à deux facteurs est effectuée pour apprécier la signification et la comparaison des moyennes du rendement en bulbes d'oignon en fonction des variables relatives aux pratiques de désherbage avec le test de Tukey au seuil de 5 %. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) basée sur la matrice de corrélation a été effectuée pour mettre en relation les variables relatives aux pratiques de désherbage manuel avec le rendement en bulbes d'oignon. Ce sont le degré d'enherbement, le nombre d'espèces dominantes, le mode de désherbage, la période de désherbage (période 1, période 2, période 3, période 4, période 5, période 6, l'efficacité du désherbage, la fréquence de désherbage et la présence d'espèces dominantes. Les espèces dominantes dont la présence est évaluée étaient *Cyperus rotundus*, *Portulaca quadrifida* et *Portulaca oleracea* [20 - 23].

3. Résultats

3-1. Composition de la flore sarclée de l'oignon en fonction du niveau de fertilité du sol et les niveaux de rendement en bulbes d'oignon relatifs

La composition de la flore sarclée de l'oignon en fonction du niveau de fertilité du sol et les niveaux de rendement en bulbes d'oignon relatifs sont présentés au **Tableau 2**. Ces **Tableaux** indiquent que dix-sept (17) espèces étaient recensées au sein de la flore sarclée de l'oignon. Ce sont *Aneilema aequinoctiale*, *Boerhavia diffusa*, *Brachiaria lata*, *Cassia tora*, *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, *Cyperus rotundus*, *Cyperus tuberosus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria nuda*, *Paspalum conjugatum*, *Pennisetum pedicellatum*, *Panicum subalbidum*, *Portulaca oleracea*, *Portulaca quadrifida*, *Setaria pallide fusca* et *Sida acuta* (**Tableau 2**).

Tableau 1 : Nature, modalités et niveaux des variables étudiées

Variables analysées	Modalités et niveaux			Observations
Pratique culturale de désherbage manuel	Mode 1 : Sarclages répétitifs 2 : Arrachage manuel 3 : Enfouissement de la biomasse sarclée	Période de réalisation (JAR)/nombre 1 : entre 7 et 10 2 : 15 3 : 21 4 : 30 5 : entre 40 et 45 6 : 60	Nombre : 6	
	Efficacité du désherbage 1 : Très bien 2 : Bien 3 : Assez bien 4 : Passable 5 : Médiocre			
Degré d'enherbement	1 : Très élevé avec 71 à 100 plants/m ² 2 : Assez élevé avec 51 à 70 plants/m ² 3 : Moyennement élevé avec 21 à 50 plants/m ² 4 : Faible avec 6 à 20 plants/m ² 5 : Nul avec 0 à 5 plants/m ²		5	La méthode de comptage a été utilisée quel que soit le stade de développement des mauvaises herbes [18], aux six périodes de désherbages indiqués
Présence d'espèces dominantes	Nature	Nombre	Dominance (*) 1: <i>Cyperus rotundus</i> 2: <i>Portulaca quadrifida</i> 3 : <i>Portulaca oleracea</i>	(*) = Espèces dominantes déterminées [19 - 22]
Texture du sol	1. Sablo-argileux 2. Sablo-limoneux			
Niveau de fertilité du sol	1 : Sol pauvre 2 : Sol moyennement fertile 3 : Sol très fertile			
Durée de culture continue	(en nombre d'années)			
Rendement (Rdt)	1 : entre 6 et 11 t/ha : sur sol pauvre (RdtFF) 2 : entre 9 à 20 t/ha : sur sol moyennement fertile (RdtFMo) 3 : entre 13 et 40 t/ha : sur sol très fertile (RdtMeF)			Analyse avec les trois niveaux et en fonction de la durée de culture continue et de la texture du sol

Tableau 2 : Composition de la flore sarclée de l'oignon en fonction de la durée de culture continue, de la texture du sol, du niveau de fertilité du sol et les niveaux de rendement en bulbes d'oignon relatifs

Durée de culture continue (ans)	Espèces guides de répartition générale	Texture du sol	Espèces à répartition localisée sur sol			Rendement de bulbes (t/ha) selon niveau de fertilité du sol		
			Très fertile (MeF)	Moyennement fertile (FMo)	Pauvre (FF)	Très fertile (MeF)	Moyennement fertile (FMo)	Pauvre (FF)
1 à 8	<i>Aneilema aequinoctiale</i>		-	+	-	16 à 22	11 à 15	6 à 10
	<i>Boerhavia diffusa</i>		+	+	-			
	<i>Cassia tora</i>		-	-	-			
	<i>Commelina benghalensis</i>		+	+	-			
	<i>Commelina diffusa</i>		+	-	+			
	<i>Cyperus rotundus</i>		-	+	-			
	<i>Digitaria nuda</i>		-	-	-			
	<i>Pennisetum subalbidum</i>		+	-	-			
	<i>Portulaca quadrifida</i>		-	+	+			
	<i>Setaria pallide fusca</i>		-	+	-			
	<i>Sida acuta</i>	-	-	-				
4 à 10	<i>Boerhavia diffusa</i>	Sablo-argileux	+	+	-	16 à 40	12 à 15	7 à 10
	<i>Commelina benghalensis</i>		-	+	-			
	<i>Commelina diffusa</i>		+	-	-			
	<i>Cyperus rotundus</i>		-	+	+			
	<i>Cyperus tuberosus</i>		+	-	-			
	<i>Paspalum conjugatum</i>		+	-	+			
	<i>Pennisetum subalbidum</i>		-	-	-			
	<i>Portulaca quadrifida</i>		-	+	-			
	<i>Sida acuta</i>	+	+	-				
3 à 8	<i>Boerhavia diffusa</i>		-	-	+	17 à 22	11,7 à 16	7 à 11
	<i>Cassia tora</i>		-	-	+			
	<i>Cyperus rotundus</i>		-	-	-			
	<i>Pennisetum subalbidum</i>		+	+	-			
	<i>Portulaca oleracea</i>		+	-	-			
	<i>Portulaca quadrifida</i>	-	+	-				
9	<i>Commelina benghalensis</i>		-	+	-	20	14	7,4
	<i>Boerhavia diffusa</i>		-	-	+			
	<i>Portulaca quadrifida</i>		-	-	+			
	<i>Cyperus rotundus</i>		+	-	-			
	<i>Cyperus tuberosus</i>		-	+	-			
	<i>Sida acuta</i>	-	-	+				
5 à 12	<i>Aneilema aequinoctiale</i>		-	-	-	18 à 28	13 à 20	6 à 8
	<i>Commelina benghalensis</i>		-	-	-			
	<i>Commelina diffusa</i>		+	+	-			
	<i>Cyperus rotundus</i>		+	+	+			
	<i>Portulaca quadrifida</i>		-	+	+			
5 à 12	<i>Boerhavia diffusa</i>	Sablo-limoneux	+	-	-	15 à 18	9 à 14	6 à 8
	<i>Commelina benghalensis</i>		+	+	-			
	<i>Commelina diffusa</i>		+	+	-			
	<i>Cyperus rotundus</i>		-	+	+			
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>		-	-	-			
	<i>Digitaria nuda</i>		-	-	-			
	<i>Pennisetum subalbidum</i>		+	-	-			
	<i>Portulaca quadrifida</i>	+	+	+				
5 à 6	<i>Commelina benghalensis</i>		+	+	-	21 à 28	10 à 20	6 à 9
	<i>Commelina diffusa</i>		-	+	-			
	<i>Portulaca quadrifida</i>		-	-	+			
15	<i>Brachiaria lata</i>		-	-	-	13 à 14	9 à 12	6 à 8
	<i>Cyperus rotundus</i>		+	+	+			
	<i>Pennisetum polystachion</i>		-	-	-			
	<i>Portulaca quadrifida</i>		+	+	+			

Légende : + = Présence ; - = Absence

Parmi elles, *Portulaca quadrifida*, *Portulaca oleracea* et *Cyperus rotundus* qui se sont montrées comme les plus difficiles de maîtrise [20] sont associées à d'autres moins importantes comme *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, *Sida acuta*, *Digitaria nuda*, *Boerhavia diffusa*, *Brachiaria lata*, *Setaria pallide fusca* et *Paspalum conjugatum* identifiées par [19 - 21]. Ces espèces n'ont pas la même importance en ce qui concerne leur représentation dans le terroir (**Tableau 2**). Ainsi, 13 espèces à savoir, *Aneilema aequinoctiale*, *Boerhavia diffusa*, *Brachiaria lata*, *Cassia tora*, *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, *Cyperus rotundus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria nuda*, *Paspalum conjugatum*, *Pennisetum pedicellatum*, *Portulaca quadrifida* et *Sida acuta* ont une représentativité généralisée sur les sols sablo-limoneux et sablo-argileux. Parmi elles, les 10 espèces nommées *Aneilema aequinoctiale*, *Boerhavia diffusa*, *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, *Cyperus rotundus*, *Cyperus tuberosus*, *Panicum subalbidum*, *Portulaca quadrifida*, *Setaria pallide fusca* et *Sida acuta* sont recensées sur les sols moyennement fertiles. De ce groupe, *Boerhavia diffusa*, *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, *Cyperus rotundus*, *Cyperus tuberosus*, *Panicum subalbidum*, *Portulaca oleracea* et *Sida acuta*, au nombre de 8, sont représentées sur les sols fertiles. Enfin, *Boerhavia diffusa*, *Cassia tora*, *Commelina diffusa*, *Cyperus rotundus*, *Panicum subalbidum*, *Portulaca quadrifida* et *Sida acuta* sont sept (07) espèces présentes sur sols pauvres. Ainsi donc, contrairement à *Portulaca quadrifida* et *Cyperus rotundus* qui apparaissent à la fin de plusieurs cycles de rotations de courte durée, les sept dernières espèces, *Boerhavia diffusa*, *Cassia tora*, *Commelina diffusa*, *Cyperus rotundus*, *Panicum subalbidum*, *Portulaca quadrifida* et *Sida acuta* sont les plus représentées.

3-2. Influence des pratiques de désherbage manuel sur le rendement en bulbes d'oignon

Les résultats de l'ACP effectuée sur les variables Degré d'enherbement, Nombre d'espèces dominantes, Mode de désherbage, Période 1, Période 2, Période 3, Période 4, Période 5, Période 6, Efficacité du désherbage, Fréquence de désherbage et présence d'espèces dominantes sont présentés au **Tableau 3**, à la **Figure 2** et à la **Figure 3**. Ces résultats indiquaient que les deux premiers axes ont expliqué 65 % de la variation totale des variables. Par conséquent, ces deux axes étaient retenus pour décrire la relation entre les variables et le rendement. L'information retenue par ces axes est examinée à partir de leurs corrélations avec les variables de départ (**Tableau 3**), qui indiquaient que le premier axe a mis en évidence un lien positif avec la variable Degré d'enherbement. L'axe 2 a présenté un lien positif avec chacune des variables Nombre d'espèces dominantes et Mode de désherbage (**Figure 2**). La **Figure 3** qui a permis d'illustrer la projection des niveaux du rendement en bulbes d'oignon dans le système des axes 1 et 2 a mis en évidence que le niveau du rendement en bulbes d'oignon peut être attribué à l'influence des variables Degré d'enherbement et Nombre d'espèces dominantes qui avaient une influence significative avec des coefficients égaux à 0,567 et à -0,710 respectivement.

Tableau 3 : Résultats de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) de la mise en relation des pratiques de désherbage manuel avec le rendement en bulbes d'oignon (t/ha)

Paramètres statistiques	PC1	PC2
Eigenvalue	4,4983	2,6161
Proportion	0,409	0,238
Cumulatif	0,409	0,647
Variables		
Degré d'enherbement	0,567	-0,043
Nombre d'espèces dominantes	-0,311	-0,710
Mode de désherbage	0,400	-0,503
Période 1	0,111	-0,005
Période 2	0,192	-0,087
Période 3	0,149	-0,106
Période 4	0,175	-0,084
Période 5	-0,093	0,025
Période 6	-0,036	0,080
Efficacité du désherbage	0,444	-0,186
Fréquence de désherbage	0,337	0,416

Les faibles niveaux du rendement en bulbes d'oignon sont non seulement influencés par les variables Degré d'enherbement et Nombre d'espèces dominantes, mais sont aussi influencés de façon particulière par la variable Mode de désherbage avec un coefficient égal à - 0,503. Les coefficients des variables Période 1, Période 2, Période 3, Période 4, Période 5 et Période 6 de désherbage, Efficacité du désherbage et Fréquence de désherbage, inférieurs à 0,50 ; indiquaient que ces variables n'avaient pas un effet significatif sur le rendement.

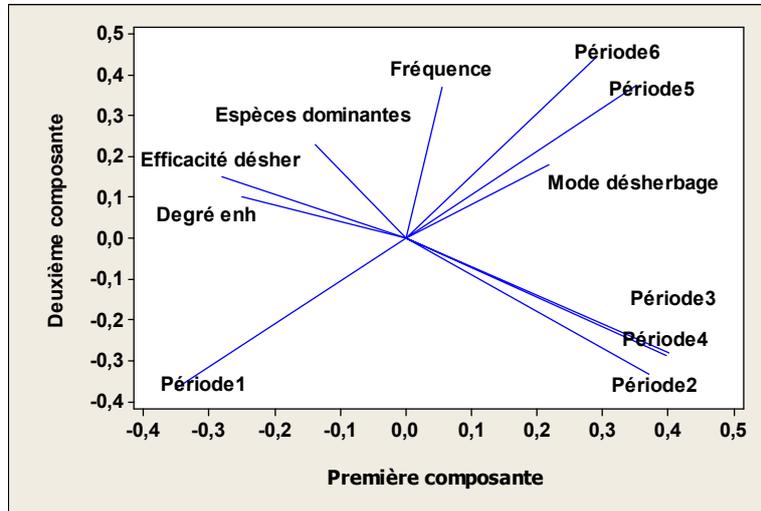


Figure 2 : Cercle de corrélation entre les variables des pratiques de désherbage manuel et les deux premiers axes

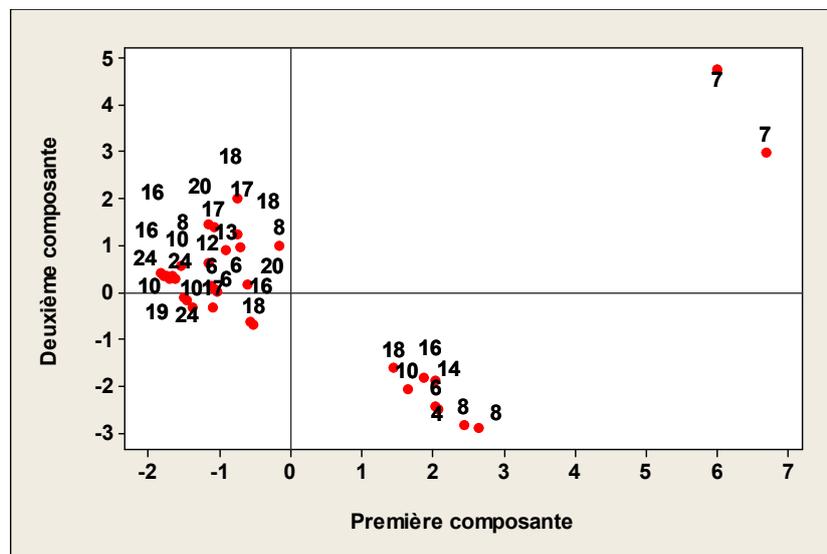


Figure 3 : Projection des niveaux de rendement en bulbes d'oignon (t/ha) sur les systèmes d'axes 1 et 2

- *Évolution du rendement en bulbes d'oignon dans le temps*

Une analyse de régression effectuée sur les variables rendement pour la période de 2000 à 2009 et durée de culture continue a donné les résultats présentés au **Tableau 4**. L'analyse des données du **Tableau 4** met en évidence que les rendements moyens annuels sont très très significativement différents d'une année à une autre ($p < 0,001$) et que le rendement en bulbes d'oignon est fortement corrélé, mais négativement, avec la durée de culture continue ($p < 0,001$; $R^2 = 91,9 \%$ et R^2 ajusté = $90,7 \%$). Les niveaux de rendement décroissent avec la durée de culture continue, autrement dit, d'une année à une

autre selon une allure linéaire décroissante. L'équation de cette régression s'écrit $Y = 33,6 - 1,6 \cdot \text{Durée de culture continue}$ (**Figure 4**). En effet, pendant les premières années de culture continue, le rendement est à un niveau élevé, de 31 t/ha en fonction des techniques culturales appliquées relatives à la dose de fumure minérale, à la densité de repiquage de l'oignon, au mode, au nombre ou à la période, à l'efficacité de désherbage manuels, etc., de la texture et du niveau de fertilité initiale du sol sous culture. Avec l'allongement de la durée de culture continue, le rendement décroît constamment pour atteindre des niveaux assez bas de 17 t/ha, soit environ les 50 % après neuf (9) saisons culturales successives. Les entretiens semi-structurés menés avec les producteurs ont permis de comprendre que la culture continue sur sols sablo-limoneux dure de 18 ans à au plus 20 ans tandis que sur sol sablo-argileux, elle dure au plus 32 ans.

Tableau 4 : Résultats de l'analyse de régression de l'évolution du rendement en bulbes d'oignon (t/ha) en fonction de la durée de mise en culture

Source de variation	Constante	Durée de mise en culture	Régression
ddl	-	8	1
Probabilité	0,000***	0,000***	0,000**
T (F)	28,42	- 8,90	12,48 (F)
Coefficient	33,556	-1,8667	-

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

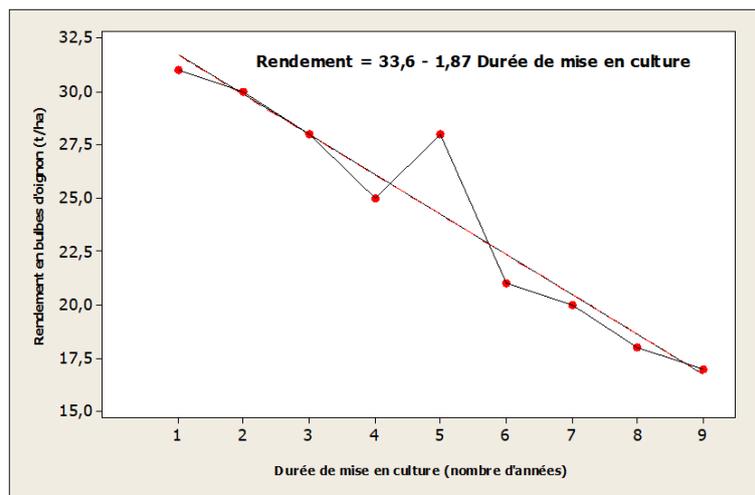


Figure 4 : Évolution du rendement de l'oignon (t/ha) en fonction de la durée de culture continue (nombre d'années) des parcelles de 2000 à 2009

* La campagne 2000-2001 a été considérée comme la première année de culture continue et celles qui lui succèdent sont respectivement dans l'ordre les années suivantes

4. Discussion

4-1. Importance, évolution de la composition et spécialisation de la flore

Les espèces recensées et leurs associations varient selon la durée de culture continue, la texture et le niveau de fertilité du sol. Avec la culture continue, le nombre d'espèces présentes notamment sur sol pauvre est plus faible que sur sols très fertile et moyennement fertile. Les résultats obtenus mettent en

évidence que la flore représentée par les 17 espèces recensées forment différentes associations d'espèces selon la texture du sol, le niveau de fertilité du sol et selon leur importance de « espèce guide à représentation généralisée » ou de « espèce à représentation localisée sur sol d'un niveau de fertilité donné » qui peut être attribuée aux espèces. Une plus longue durée de culture continue entraîne une tendance à la spécialisation de la flore à *Portulaca quadrifida* et *Cyperus rotundus*, peu importe la texture du sol et le niveau de fertilité du sol. La présence de ces espèces majeures en culture d'oignon, comme pour toute culture a été perçue comme une caractéristique de la flore des parcelles d'oignon enherbées en rapport avec les conditions environnementales et les caractéristiques des agro-systèmes [24]. Les systèmes de culture d'oignon pratiqués sont la culture pure d'oignon avec pour précédents culturaux, le piment vert et la tomate dans 26,37 % des cas, ou les céréales notamment le maïs dans 23,08 % des cas et le sorgho dans 13,19 % des cas [13]. Le cycle de rotation est d'une courte durée, de trois à cinq ans. Le mil, le riz, le piment et la courge (*Benincasa hispida*) participent plus à la monoculture qu'à la rotation culturale, encore moins sur les parcelles habituellement consacrées à l'oignon [13]. Ces systèmes culturaux sont donc caractérisés par une faible diversification des cultures pour la rotation, ce qui entraîne, d'après [25], une spécialisation de la flore en *Portulaca quadrifida* et en *Cyperus rotundus* telle qu'observée. [25] a justifié l'argumentaire de son résultat par le constat que la densité des mauvaises herbes avant les semis de céréales a baissé de 142 à 35 plants/m² avec l'augmentation du nombre de cultures dans la rotation. [25] a donc conclu que « la rotation joue un rôle primordial dans la lutte contre l'enherbement par la succession de différentes cultures, la diminution du stock semencier, la limitation de la prolifération et la perturbation du cycle des mauvaises herbes ».

Les entretiens semi-structurés menés avec les producteurs pour interpréter à bon escient les résultats de la présente étude ont permis de comprendre que dans la zone d'étude, la durée d'exploitation des parcelles d'oignon variait de huit (08) à 32 ans sur la base de plusieurs cycles de rotations de courte durée, donc d'une faible diversité de cultures notamment le maïs, le sorgho, le mil et le riz. Par ailleurs, la culture d'oignon bénéficie de forts apports d'engrais et d'eau pour l'arrosage. La spécialisation de la flore observée peut se traduire dans ce contexte d'itinéraire technique par la rotation de cultures qui recouvrent peu le sol, par les fortes fréquences, dominances et abondances de *Portulaca oleracea* et de *Cyperus rotundus* qui se sont révélées des espèces difficiles à maîtriser au terme de plusieurs successions culturales [19 - 21]. La variation de la composition floristique au plan de la richesse selon les saisons mise en évidence par la présente étude confirme les constatations de [25] qui avait soutenu que les flores sarclées des cultures ne sont pas les mêmes selon la saison, que certaines cultures sont nettoiyantes du fait des techniques culturales mises en œuvre et que d'autres s'implantent rapidement et recouvrent bien le sol et constituent d'excellentes concurrentes vis-à-vis des mauvaises herbes. Les pratiques culturales décrites dans les systèmes de culture d'oignon de la région d'étude [13, 20, 21, 23, 26] expliquent la dynamique pluriannuelle de la flore à travers sa spécialisation vers une flore ciblée, composée de quelques espèces dominantes qui sont difficiles à maîtriser [19 - 21]. Ces espèces étaient bien évidemment *Portulaca quadrifida* et *Cyperus rotundus*. Cette constatation confirme les observations selon lesquelles « après la mise en culture d'une parcelle, apparaissent en quelques années, des enherbements quasiment mono-spécifiques contre lesquels les agriculteurs n'ont plus aucun moyen de lutte dans le cadre des itinéraires classiques » [27]. Elle corrobore aussi les résultats des travaux de recherche qui avaient mis en évidence que « les cultures maraîchères ont tendance à sélectionner une flore plus ciblée, adaptée au travail régulier du sol, à des rotations de courte durée et à de forts apports d'engrais [24].

4-2. Influence du degré d'enherbement sur le rendement en bulbes d'oignon

Le degré d'enherbement et le nombre d'espèces dominantes ont influencé significativement le niveau du rendement en bulbes d'oignon. Les faibles rendements sont influencés par les variables et de façon particulière par le mode de désherbage. L'influence significativement positive du degré d'enherbement, avec un coefficient de corrélation relativement faible égal à 0,567, peut être expliqué par le fait que

l'enherbement n'est pas à priori le seul facteur qui influence le niveau du rendement en bulbes d'oignon. Ce résultat est similaire à l'assertion selon laquelle « outre la durée de compétition, la densité de l'oignon et la charge des mauvaises herbes expliquent 75 % de la variation du rendement relatif de la culture qui est plus sensible à la durée de compétition qu'à la charge des mauvaises herbes » [28]. Cependant, la corrélation négative déterminée pour la variable « nombre d'espèces dominantes », avec un coefficient égal à - 0,710, traduisait que la nature et la dominance ou l'abondance des espèces présentes pouvaient avoir une influence négative sur le rendement en bulbes d'oignon. L'abondance d'une mauvaise herbe qui traduit son importance numérique rapportée à l'unité de superficie au sein des différentes composantes de la communauté végétale est citée parmi les facteurs qui influencent la compétitivité des végétaux [29]. Sur cette base, les dominances des espèces en rapport avec leurs abondances respectives et totales relativement plus élevées que celle des autres espèces de la flore influencent positivement la compétition livrée à l'oignon et qui engendre une réduction du rendement. La faible architecture morphologique du plant d'oignon lui conférerait, à notre avis, une faible capacité à produire d'ombrage suffisant pour supplanter la taille des espèces de mauvaises herbes présentes. Cette faible compétitivité de l'oignon face à sa flore salissante [30] pouvait influencer la présence des mauvaises herbes avec la co-dominance de *Portulaca quadrifida* et de *Cyperus rotundus* observée [20 - 23], et engendrer par voie de compétition, une réduction du rendement pour les végétaux [25], dont particulièrement l'oignon dans le cadre de la présente étude. La réalisation par les producteurs de faibles densités de repiquage et la culture pure, bien que les apports d'engrais minéral réalisés soient intenses [6, 13, 31] pouvaient aussi expliquer la baisse du rendement liée à la présence d'espèces dominantes observée. Cette constatation confirme les résultats de [29] qui ont rapporté que l'arrangement spatial, la densité de la culture et la fertilisation minérale accroissent la compétition des mauvaises herbes.

Les faibles niveaux du rendement en bulbes d'oignon étaient non seulement influencés par le degré d'enherbement et le nombre d'espèces dominantes, mais ils dépendaient aussi dans une certaine mesure, du mode de désherbage (coefficient égal à - 0,503). Cette observation confirme les assertions des producteurs selon lesquelles « les sarclages répétitifs sont inefficaces pour maîtriser l'enherbement et assurer un niveau de rendement en bulbes d'oignon acceptable » [13]. Cette observation évoque par ailleurs la difficulté de maîtriser *Portulaca quadrifida*, *Portulaca oleracea* et *Cyperus rotundus* par les désherbages manuels, ce qui a favorisé leur persistance dans le temps grâce à la survie de leurs propagules, contrairement aux Poacées telles que *Paspalum conjugatum* et *Digitaria nuda* dont la propagation est limitée au mode de reproduction par graines. La fragmentation des tiges de *Portulaca oleracea* et de *Portulaca quadrifida*, ainsi que des tubercules et rhizomes de *Cyperus rotundus* lors du labour à la charrue bovine et l'application de fortes doses d'engrais minéral expliquent la reprise rapide et la repousse vigoureuse de ces espèces à environ 15 jours après le repiquage de l'oignon conduit selon un mode de culture (semi)irrigué intensif. La reproduction de *Portulaca oleracea* et de *Commelina benghalensis* à base de stolons et graines, le premier mode étant beaucoup plus facilité que le deuxième, est à l'origine de leur reprise par bouturage à partir des andains de sarclage observé dans la plupart des cas, notamment en conditions d'humidité du sol acceptable. Plus spécifiquement, la reproduction végétative de *Cyperus rotundus* basée sur les tubercules [27, 32] explique sa nuisibilité [33]. Les résultats de la présente étude ont indiqué que plus le degré d'enherbement est élevé, plus les espèces dominantes étaient nombreuses, et que moins les désherbages manuels étaient efficaces, et plus faible était le rendement. Ce résultat est expliqué par les coefficients de corrélation égal à 0,444 sur le premier axe et égal à - 0,186 sur le second axe. Dans ce contexte, les sarclages doivent démarrer précocement, et s'opérer autant de fois que possible pour une maîtrise efficace de l'enherbement.

4-3. Influence du mode et du rythme de désherbage manuel sur le rendement en bulbes d'oignon

Les résultats de la présente étude ont indiqué que plus les modes de désherbage sont diversifiés, c'est-à-dire caractérisés par une combinaison des sarclages manuels avec l'arrachage manuel et l'enfouissement de la biomasse sarclée, et moins les espèces de mauvaises herbes étaient dominantes, avec une présence très marquée de *Cyperus rotundus* et de *Portulaca quadrifida*. Plus faible était le degré d'enherbement, moins nombreuses étaient les espèces dominantes et les modes de désherbage avec un niveau de rendement élevé. La baisse significative du rendement avec la durée de mise en culture peut être expliquée en partie par la dégradation de la fertilité du sol liée aux exportations en éléments nutritifs et à la réduction du taux de matière organique. La deuxième cause pouvait être la faible, voire l'absence d'une pratique de gestion intégrée de la fertilité du sol telle que l'assolement-rotation, le recyclage des résidus de récolte, la fertilisation minérale adéquate, le non brûlis et de l'enherbement, etc. Ces résultats de la présente étude ont mis en évidence que le rendement de l'oignon est une fonction décroissante de la richesse floristique et de la présence en abondance d'espèces dominantes. La corrélation négative ($r = -0,503$) observée entre le rendement en bulbes d'oignon et le mode de désherbage d'une part, ainsi que la faible corrélation obtenue entre l'efficacité du désherbage et le rendement en bulbes d'oignon ($r = 0,444$ et $r = -0,186$) d'autre part, pouvaient traduire que les modes de désherbage manuel adoptés en milieu paysan n'assuraient pas un rendement acceptable en dépit de leur efficacité. Cette constatation évoque le fait que « les sarclo-binages sont inefficaces, même lorsqu'ils sont suivis d'arrachage, de ramassage et d'enfouissement de la biomasse sarclée » [11, 13]. Toutefois, les résultats de la présente étude ont contredit ceux des chercheurs qui ont mis en évidence, l'efficacité des désherbages manuels réalisés à 15, 45 et 60 JAR [21 - 22]. Cette efficacité est liée au respect de la période opportune du sarclage qui s'étale sur ces trois dates qui correspondaient respectivement aux périodes de compétition précoce, critique et tardive des mauvaises herbes et dont les producteurs n'avaient malheureusement pas connaissance.

En effet, au cours de cette période, les opérations de sarclage bien que ceux-ci soient manuels, contribuaient à la réduction des pics d'enherbement traduits par la dominance des espèces, notamment *Portulaca oleracea*, *Portulaca quadrifida* et *Cyperus rotundus*, observée au 15^{ème} et au 45^{ème} JAR [6, 19 - 22, 31]. Les niveaux de fréquences et de dominances moyennes des espèces présentaient des différences très hautement significatives entre les espèces aux trois périodes et pour chaque espèce, d'une période à une autre ($p < 0,001$). L'une des limites de la présente étude est qu'elle n'a pas pris en compte l'évolution de la flore au plan des capacités biologiques des espèces en présence dans l'écosystème. L'apparition de nouvelles levées de Portulacacées et même de Cypéracées est favorisée par les opérations culturales de sarclage et de binage [16, 34], si bien que les sarclages intenses opérés par divers moyens manuels peuvent permettre de maîtriser l'évolution des mauvaises herbes dans leur ensemble. Toutefois, cela s'accompagne d'une abondance, d'une dominance et d'une spécialisation de certaines espèces de la flore. Sur cette base, *Cyperus rotundus* L. qui était qualifié de mauvaise herbe vivace et indigène peut devenir rapidement un problème majeur particulièrement dans les cultures maraîchères [35]. Dans la région d'étude, les producteurs réalisent trois à six, voire huit opérations de sarclages suivies de l'arrachage manuel et de l'enfouissement de la biomasse sarclée lorsque le degré d'enherbement est élevé et surtout marqué par la présence de *Portulaca oleracea*, de *Portulaca quadrifida* et de *Cyperus rotundus*. Dans ce contexte, ces espèces développent des capacités de persistance et de résistance au sarclage manuel [13, 19 - 22]. Toutefois, les résultats de la présente étude qui mettaient en évidence une certaine efficacité des désherbages manuels corroborent ceux des chercheurs qui avaient observé que la nuisibilité de *Cyperus rotundus* peut être amoindrie par un sarclage toutes les trois semaines [36]. Le nombre d'opérations de désherbage réalisés en présence des espèces *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, *Sida acuta*, *Digitaria nuda*, *Boerhavia diffusa*, *Brachiaria lata*, *Setaria pallide fusca*, *Ischaemum rugosum* et *Paspalum conjugatum* a varié de 1 à 4.

Cette observation est liée à une faible nuisibilité de ces espèces comparativement à *Portulaca oleracea*, *Portulaca quadrifida* et *Cyperus rotundus* qui étaient qualifiés d'espèces difficiles à maîtriser seulement par les désherbages manuels dans les agrosystèmes maraîchers en conditions d'irrigation [27, 32, 33, 37 - 39]. Ces commentaires justifient le comportement des producteurs en ce qui concerne la réalisation d'un nombre plus élevé de désherbages qui démarraient entre 7 et 15 JAR en situation de compétition élevée avec la présence d'espèces assez nuisibles. Le démarrage précoce des interventions telles que réalisées par les producteurs était suggéré par plusieurs chercheurs [2, 40]. Cette recommandation constituait l'une des raisons qui avaient amené les producteurs d'oignon du Nord-Est du Bénin à affirmer que ces trois espèces sont particulièrement difficiles à maîtriser si leur désherbage intervient après la floraison dans le contexte de milieu semi-irrigué [13] qui caractérise la culture. Ainsi, le renforcement des sarclages manuels par l'arrachage manuel suivi de l'enfouissement de la biomasse sarclée opérés par les producteurs constitue une forme d'intégration de plusieurs méthodes de lutte allant dans le sens d'une gestion globale du système de culture afin de maîtriser efficacement l'enherbement. Cette méthode constitue une stratégie recommandée et qui mérite d'être améliorée [1, 2].

4-4. Approche idéale de gestion de l'enherbement

En dehors notamment de la rotation et d'autres pratiques culturales [1], la compétitivité de la culture, l'interruption du cycle des mauvaises herbes de manière mécanique ou biologique, les modifications de dates de semis et de fertilisation, l'utilisation de précédents culturaux et le travail du sol avant semis étaient proposées [1, 41]. Ces méthodes peuvent être utilisées séparément ou de manière associée [41]. Toutefois, leur adoption impose un choix raisonné d'outils et de nombre de désherbages qui tiennent compte du type de sol, des conditions climatiques, de la nature, du stade de développement et de la densité de la culture et des espèces de mauvaises herbes présentes. L'enherbement reste un facteur sanitaire problématique pour la culture d'oignon [26, 41], une contrainte qui peut être levée par la gestion à l'échelle pluriannuelle de la succession culturale qui prenne en compte la gestion et la durabilité des itinéraires techniques appropriés tel que suggéré par [41].

5. Conclusion

Les résultats de la présente étude ont mis en exergue la complexité des interactions biologiques qui s'opéraient entre l'oignon et les mauvaises herbes en culture et la nécessité de prendre en compte plusieurs facteurs dans la conduite de cette culture afin de maîtriser efficacement et de façon durable l'enherbement. Pour ce faire, une attention doit être accordée au degré d'enherbement, à l'apparition d'espèces dominantes et de façon particulière au mode de désherbage et à la gestion durable de la fertilité du sol. Le degré d'enherbement et le nombre d'espèces dominantes ont une influence significative négative sur le rendement en bulbes d'oignon dont il engendre la baisse significative. De façon particulière, les faibles niveaux du rendement en bulbes d'oignon sont influencés par le mode de désherbage. Les espèces de mauvaises herbes dont l'infestation doit être suivie avec une attention soutenue sont notamment *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, *Cyperus tuberosus*, et surtout *Cyperus rotundus*, puis *Portulaca quadrifida*, qui apparaissent elles autres, dominantes au sein de la flore avec la durée de culture continue. Les sarclo-binages doivent être réalisées à 15, 30, 45 et 60 jours après repiquage suivis d'arrachage manuel et d'enfouissement de la biomasse sarclée. Mais, ils doivent être combinés à un suivi de la flore ainsi qu'à une gestion rationnelle de la fertilité du sol afin de réduire la compétition en éléments nutritifs importants de la plante aux phases critiques de croissance et de développement. Ces mesures combinées à la pratique de la rotation culturale et de la jachère, même de courte durée, peuvent renforcer l'efficacité des pratiques de gestion de l'enherbement et permettre de minimiser l'impact négatif de la flore nuisible sur le rendement en bulbes d'oignon.

Références

- [1] - A. LEROY, 'Etude de l'évolution de l'enherbement des parcelles de 2002 à 2011'. ISA-Lille, GRAB Haute Normandie, Faculté libre des Sciences et Technologies, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche de la république française, Municipalité de la Région Haute Normandie, le Réseau de parcelles sur les Adventices en Grandes Cultures biologiques de Haute-Normandie, le Groupement des Agriculteurs Biologiques de Haute-Normandie et ITAB (éds.). Mémoire de Master 2, (2011) 79 p.
- [2] - ITAB, "Maîtriser les adventices en grandes cultures biologiques : Guide technique". Institut Technique de l'Agriculture Biologique, (2005) 119 p.
- [3] - J. H. NIETO, M. A. BRONDO, J. T. GONZALEZ, Critical periods of crop growth cycle for competition from weeds. *Pans*, 14 (2) (1968) 159 - 166
- [4] - J. P. CAUSSANEL, Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans un système de culture annuelle : situation de concurrence bispécifique. *Agronomie*, 9 (1989) 219 - 240
- [5] - A. MESBAH, S. D. MILLER, K. J. FORNSTROM, D. E. LEGG, "Sugar beet-weed interactions". Agricultural Experiment Station. Department of Plant, soil and Insect Sciences, college of Agriculture. University of Uwyoming, B-998, (1994) 4 p.
- [6] - S. BELLO, A. AHANCHEDE, F. AMADJI, G. GBEHOUNOU, N. AHO, 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) (2012) 4058 - 4070
- [7] - L. FAURE, E. JALLAS, P. Y. DOUTI, G. FAURE, K. DJAGNI, 'Rapport annuel 1987. Expérimentation herbicide en milieu réel'. Projet de recherche-développement. CIRAD-IRCT, sections agronomie et agroéconomie, station d'Anié-Mono, Togo, (1988) 20 p.
- [8] - P. COUSINIE, K. DJAGNI, G. FAURE, "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, (1989) 25 p.
- [9] - S. H. TONATO, E. JALLAS, P. Y. DOUTI, G. FAURE, K. DJAGNI, K. TREKOU, "Rapport annuel 1988. Expérimentation herbicide en milieu réel". Projet de recherche-développement. CIRAD-IRCT, sections agronomie et agroéconomie, station d'Anié-Mono, Togo, (1989) 21 p.
- [10] - S. H. TONATO, P. Y. DOUTI, P. COUSINIE, K. DJAGNI, "Rapport annuel 1989, Expérimentation herbicide en milieu réel". Projet de recherche-développement. CIRAD-IRCT, sections agronomie et agroéconomie, station d'Anié-Mono, Togo, (1990) 21 p.
- [11] - S. BELLO, "Développement participatif d'un itinéraire technique de gestion intégrée des mauvaises herbes de l'oignon (*Allium cepa* L.) au Nord-Est du Bénin". Thèse de doctorat unique, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Abomey-Calavi, Bénin, (2013) 330 p.
- [12] - P. Y. DOUTI, K. DJAGNI, "Cotonnier contre mauvaises herbes: quelle est la période de concurrence"? *Agriculture et développement*, 7 (1995) 31 - 36
- [13] - S. BELLO, Analyse diagnostique de la production et de la commercialisation de l'oignon de 1995 à 2009 au Nord-Est du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* (BRAB), 71 (2012) 46 - 61
- [14] - S. BELLO, "Rapport d'achèvement des contrats de recherche-action du programme oignon au titre des campagnes 2001-2004". INRAB-CRAN/PADSE, (2004) 106 p.
- [15] - S. BELLO, F. V. ASSOGBA-KOMLAN, M. N. BACO, "Guide pratique pour la production de bulbes d'oignon dans le département de l'Alibori". INRAB/AFD/PADSE (éds). ISBN N° 99919-51-64-4, (2004) 54 p.
- [16] - I. O. AKOBUNDU, C. W. AGYAKWA, "Guide des adventices de l'Afrique de l'Ouest". IITA, Ibadan, Nigeria, (1989) 522 p.
- [17] - Site web : <http://www.theplantlist.org/>: base de données actualisés de la systématique des plantes. Consulté le 10 mai 2013 à 11 h 04

- [18] - D. CHICOUENE, Evaluation du peuplement de mauvaises herbes en végétation dans une parcelle. Aperçu des méthodes utilisables. *Phytoma*, (1999) 22 - 41
- [19] - S. BELLO, A. AHANCHEDE, G. AMADJI, G. Gbèhounou, N. AHO, Evolution saisonnière de la flore sarclée et effets nuisibles des mauvaises herbes des parcelles d'oignon (*Allium cepa* L.) au Nord-Est du Bénin. Communication soumise et publiée 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, Dijon, France, 10 au 12 décembre 2013. D. CHICOUENE, Evaluation du peuplement de mauvaises herbes en végétation dans une parcelle. Aperçu des méthodes utilisables. *Phytoma*, (1999) 22 - 41
- [20] - S. BELLO, A. AHANCHEDE, G. L. AMADJI, Importance agro-écologique et socioculturelle et nuisibilité des mauvaises herbes de l'oignon au Nord-Est du Bénin. Présenté au 1^{er} atelier Scientifique de la Journée Mondiale des Sols de la FSA/UAC, du 05 au 07 Décembre 2018 au Campus Universitaire d'Abomey-Calavi—Bénin. Actes de résumés, (2018) ISBN 978 - 99982 - 908 - 4 - 6
- [21] - S. BELLO, A. AHANCHEDE, G. GBEHOUNOU, G. AMADJI, Détermination des périodes de compétition précoce, critique et tardive des mauvaises herbes de l'oignon (*Allium cepa* L.) au Nord-Est du Bénin. (2019), Soumis et accepté pour publication par la revue *Internationale Journal of Biological and Chemical Sciences* (IJBCS) sous la référence N° # 8122-IJBCS en date du 23.01.2019 à 12 h 31
- [22] - S. BELLO, L. G. AMADJI, A. ADAM, Efficacité technique et rentabilité économique des méthodes de contrôle culturale et chimique des mauvaises herbes en culture d'oignon (*Allium cepa* L.) au Nord-Est du Bénin, (2019), Soumis et accepté par la revue *JAPS*
- [23] - S. BELLO, A. AHANCHEDE, G. GBEHOUNOU, G. AMADJI, N. AHO, Diversité floristique, ethnobotanique et taxonomie locale des mauvaises herbes de l'oignon au Nord-Est du Bénin. *TROPICULTURA*, 31 (2) (2013) 53 - 63
- [24] - ANONYME, "Endémisme et invasions biologiques des écosystèmes terrestres en milieu insulaire: Adventices des cultures et plantes envahissantes". CIRAD, 2004 (éd.). Rapport annuel CIRAD-Réunion, (2004) 76 - 77
- [25] - J. B. BONTE, "La rotation des cultures dans les systèmes céréaliers biologiques: peut-on combiner performances économiques, agronomiques et environnementales? Première approche d'analyse multicritères". Institut Supérieur d'Agriculture (Groupe ISA) et Institut du végétal (ARVALIS) (éds.), (2010) 67 p.
- [26] - S. BELLO, A. AHANCHEDE, G. L. AMADJI, R. MALIKI, "Influence des conditions de site sur l'évolution à long terme de l'enherbement et de la production de l'oignon (*Allium cepa* L.) au Nord-Est du Bénin". Accepté pour publication à la revue IJAEB. Le 29 avril (2019) à 12:18, editor@ijaeb.org
- [27] - ANONYME, "Mémento de l'agronome". éditions 2002. CTA, CIRAD et GRET (éds), Version CD-ROM, (2002)
- [28] - C. M. DUNAN, P. WESTRA, F. MOORE, P. CHAPMAN, Modelling the effect of duration of weed competition, weed density and weed competitiveness on seeded, irrigated onion. *Weed research*, 36 (3) (1996) 259 - 269
- [29] - J. P. CAUSSANEL, H. HOUNTIN, T. LUCOTTE, J. P. BLANCHON, P. MAUGIN, P. MARCHAL, "Compétition de deux brassicacées adventices dans une culture de blé d'hiver". X^{ème} Colloque international sur la biologie des mauvaises, Dijon, France, (1996) 107 - 112
- [30] - M. LEBLANC, "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, (2009) 10 p.
- [31] - S. BELLO, G. AMADJI, G. GBÈHOUNOU, N. AHO, A. AHANCHÉDÉ, Effet de la densité de repiquage sur l'enherbement et la production de l'oignon (*Allium cepa* L.) au Nord-est du Bénin. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 15 (1) (2012) 2074 - 2082
- [32] - A. A. MELIFONWU, B. JAMES, K. AÏHOU, S. WEISE, E. AWAH, B. GBAGUIDI, "Lutte contre les adventices dans les champs de manioc". IITA, (2000) 28 p.

- [33] - J. CANDY, "Effet de la durée de compétition des mauvaises herbes sur la culture du poivron (*Capsicum annum*)". Université Notre Dame d'Haïti, (UNDH), UDERS des Cayes. Faculté d'Agronomie, Mémoire online, (2008) 112 p. Site web: <http://www.memoireonline.com/sommaires/sciences.html>
- [34] - I. O. AKOBUNDU, "Weed science in the Tropics. Principles and practices". Wiley J. and Sons Ltd. (éds), Chichester. ISBN 0 471 91544 0, (1987) 522 p.
- [35] - A. WEILL, "Moyens de lutte contre le souchet comestible en production biologique". Copyright: Bio Action, (2007) 4 p. Site web: <http://www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique/>. Consulté le 14.07.2011
- [36] - C. K. KOUASSI, C. B. PENE, M. N. BORAUD, Nuisibilité de l'herbe à oignon, *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) en culture de canne à sucre au Nord de la côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 18 (1) (2006) 23 - 31
- [37] - D. DEMBELE, M. N'DIAYE, N. TRAORE, Maîtrise des mauvaises herbes des cultures maraîchères par la lutte chimique : expérimentation sur le glyphosate et l'oxadiazon. Station de Recherche Agronomique, Baguinéda, Mali. *Bulletin de liaison*, 10 (31) (1996) 64 - 67
- [38] - M. N'DIAYE, N. TRAORE, D. DEMBELE, Etude de l'effet du piochage répété des parcelles, de la culture de patate douce et de l'utilisation du Round Up dans la lutte contre *Cyperus rotundus* en parcelles de maraîchage. Station de Recherche Agronomique, Baguinéda, Mali. *Bulletin de Liaison*, 12 (1997) 37 - 41
- [39] - A. MANGARA, A. A. N'da ADOPO, M. K. N. BORAUD, K. KOBENAN, J. LEJOLY, D. TRAORE, Inventaire de la flore adventice en culture d'ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) dans la localité de Bonoua en basse Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 20 (1) (2008) 23 - 35
- [40] - P. MARNOTTE, "La gestion de l'enherbement et l'emploi des herbicides dans les systèmes de culture en zone soudano-sahélienne en Afrique de l'Ouest et du Centre". Formation du CIRAD, CIRAD-CA-G.E.C. —AMATROP, (2000) 66 p.
- [41] - M. VALANTIN-MORISON, L. GUICHARD, M. H. JEUFFROY, 'Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique? *Innovations Agronomiques*, (3) (2008) 27 - 41