

Influence de la dose de NPK et de la méthode de désherbage sur la dynamique d'infestation adventice en culture de maïs (*Zea mays*)

Roger N. IROUME^{1*}, Lydia F.D. ATSIMA², Françoise C. NGUY-NTAMAG³, Bertrand M'BATCHI⁴

^{1*} Laboratoire de génétique, amélioration et biotechnologies végétales, Département d'Agriculture, F.A.S.A., Université de Dschang, B.P. 222 Dschang, Cameroun. E-mail : iroumeroger759@hotmail.com

² Institut Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologie (INSAB), BP 941 Franceville, Gabon. E-mail : latsima2003@yahoo.fr
³ Laboratoire d'agro-physiologie, Département d'Agriculture, F.A.S.A., Université de Dschang, B.P. 222 Dschang, Cameroun cfnguy@yahoo.fr

⁴ Université des Sciences et Techniques de Masuku, BP 941 Franceville, Gabon. E-mail : bertrandmbatchi@hotmail.com

RESUME

L'usage des engrais en culture accroît la pression adventice, le temps de travail, le coût des contrôles et les pertes de production. Cette étude détermine si ces impacts altèrent l'efficacité des méthodes de désherbage. L'effet des doses croissantes de NPK est comparé sur la population adventice d'une culture de maïs soumise à deux méthodes de désherbage, manuel et herbicide. Douze familles botaniques et 27 espèces sont dénombrées. Les Asteraceae et les Poaceae représentent 52% de la flore répertoriée. *Stelaria medica* (100% des parcelles), *Cyperus esculentus* ou *rotundus* (86 à 100%), *Setaria barbata* (33-93%), *Ageratum conyzoides* (40-100%), *Brachiaria lata* (40-80%), et *Mimosa invisa* (40-100%) sont plus fréquents. La densité adventice régresse linéairement avec le temps alors que la biomasse croît par taux décroissants et tend à plafonner vers 60 jours après semis de maïs. Un apport d'engrais affecte peu la densité mais conduit à une baisse de biomasse par rapport au témoin dans les parcelles désherbées à l'herbicide. Il accroît la biomasse selon une fonction quadratique de la dose dans les parcelles témoins ou désherbées manuellement. Le désherbage, manuel ou herbicide, diminue la biomasse adventice des parcelles fertilisées ou non. Les herbicides réduisent plus efficacement la densité. L'efficacité des méthodes de désherbage testées sur maïs n'est pas affectée par la fertilisation.

Mots clés : Fertilisation- Adventice- Infestation- Désherbage- Maïs (*Zea mays*)

ABSTRACT

The use of fertilizer in crop cultivation increases weed pressure, labour requirement, control cost and yield losses. This study was conducted to determine if these impacts altered the effectiveness of weed management practices. Effects of increasing dose of NPK were tested on weed population in a maize crop subjected to hand and herbicide weeding. Twelve botanical families and 27 species were identified. The Asteraceae and the Poaceae accounted for about 52% of total taxonomic biodiversity. *Stelaria medica* (100% of the plots), *Cyperus esculentus* or *rotundus* (86 to 100%), *Setaria barbata* (33-93%), *Ageratum conyzoides* (40-100%), *Brachiaria lata* (40-80%), and *Mimosa invisa* (40-100%) were most frequent. Weed density decreased linearly in time whereas dry biomass increased at decreasing rates between 20 and 60 days. NPK application had little effect on weed density, but led to a reduction of biomass as compared to the control in herbicide-weeded plots. It increased dry biomass as a quadratic function of rising doses in hand weeded or control plots. Weeding by either method reduced dry biomass in plots whether fertilised or not. Density was reduced more efficiently by herbicides. The effectiveness of weeding methods tested is not altered by NPK application to a maize crop

Key words : Fertilization-Weed- Infestation-Weeding method- Maize (*Zea mays*)

INTRODUCTION

Les sols agricoles sont infestés de façon quasi-permanente par un stock semencier végétal [1, 2]. Ce stock est à l'origine de la colonisation souvent spontanée des espaces cultivés par des peuplements végétaux non désirés et identifiés par le terme général de plantes adventices. Celles-ci peuvent causer, de façon plus ou moins manifeste, différentes formes de nuisances aussi bien au

producteur, par les coûts qu'elles engendrent, qu'à la culture elle-même soit directement, par la compétition qu'elles exercent sur la plante d'intérêt, soit indirectement par le salissement des récoltes ou en offrant un logis aux ennemis de culture et à leurs vecteurs ; d'où l'appellation de mauvaise herbe dont la synonymie avec le concept d'adventice paraît être pour certains [3], une équivalence délicate.

La compétitivité adventice dans les parcelles peut prendre deux formes essentielles : l'encombrement spatial par le volume, la biomasse de matière sèche produite ou le recouvrement végétal, et l'agrégation d'individus ayant en partage les facteurs de production disponibles dans un espace commun. Plusieurs méthodes permettent de lutter contre les nuisances engendrées par cette concurrence. La plus usitée par la paysannerie africaine est un désherbage mécanique, par des outils manuels, répété à des fréquences variables selon la culture et l'offre en main d'œuvre. Dans ces zones, la main d'œuvre familiale suffit difficilement pour la conduite des différentes activités d'un ménage. Ce fait couplé à un niveau limité de ressources financières ne permettent qu'exceptionnellement une exécution complète des plans de désherbage arrêtés pour différentes cultures. Une mauvaise maîtrise de la pression adventice serait l'un des facteurs responsables des rendements bas obtenus en culture.

Des pertes de production, dues à l'action directe des adventices, sont estimées entre 5 et 25% sur différentes cultures dans diverses régions du monde [4]. Des valeurs de 42 à 58% sur le coton [5], 28-33% sur l'arachide [6], et de 15 ou 85% sur le maïs respectivement quand la culture est sarclée deux fois ou pas du tout [3, 7, 8] sont également rapportées.

L'usage des engrais en culture accroît la pression adventice, le temps de travail, la fréquence des interventions, le coût des contrôles, et des pertes de production [7, 9]. Ces impacts comptent parmi les multiples raisons avancées pour expliquer en partie la réticence de l'agriculteur africain pour l'usage des engrais. Très peu de données sont documentées sur l'altération possible de l'efficacité des méthodes de désherbage par des apports d'engrais aux cultures.

Cette étude décrit la diversité floristique, la densité, la biomasse sèche des peuplements adventices, et la fréquence de colonisation des parcelles par les espèces identifiées dans une culture expérimentale de maïs. Elle examine l'effet de l'interaction entre la méthode de désherbage et la dose d'engrais NPK sur l'évolution de la population adventice.

MATERIELS ET METHODES

Conditions écologiques du site des essais

Les essais sont menés au champ, à la ferme d'application et de recherche de l'université de Dschang, Cameroun durant la période allant du 30 mai au 1^{er} octobre 2003. La parcelle d'installation de l'essai présente une variation de précédents culturaux de premier cycle suivi uniformément d'une période de jachère de 8 mois. Le peuplement végétal de jachère est une flore hétérogène dans sa composition et sa répartition spatiale. Les espèces les plus apparentes sont *Cyperus esculentus*, *Tithonia diversifolia*, *Pennisetum purpureum*, *Ageratum conyzoides*, et *Mimosa invisa*. Le sol, de type ferrallitique typique, est caractérisé par une variation inter-blocs des principales caractéristiques physico-chimiques de l'horizon de surface (0-20 cm) : sable/limon/argile = 7-9 : 43-44 : 43-48 % ; pH de l'eau = 5,8-5,9 ; pH de KCl = 5,0-5,1 ; M.O. = 5,7-7,9 % ; C.E.C = 16,8-20,4 méq/100 g de sol ; SBE (Ca+Mg+K) = 16,8-21,2 méq/100 g. Les précipitations moyennes mensuelles pendant le cycle de culture (1^{er} juin – 30 septembre) sont de 230 mm, tandis que la température journalière est de 21 °C.

Variables expérimentales et conduite des essais

Quatre fractions croissantes (1/2 dose, 1 dose, 3/2 doses, et 2 doses) de la dose complète de la formule NPK recommandée (200 kg de 20.10.10 au semis et 100 kg de 46.0.0 à la montaison, soit 30 jours après semis) sont comparées sur une culture expérimentale de maïs soumise à deux plans recommandés de désherbage manuel ou herbicide dans l'ouest Cameroun. La culture est soit sarclée sans buttage deux fois à 20 et 40 jours après semis (jas) à la binette, soit pulvérisée par les herbicides Lasso GD (herbicide total, m.a. alachlor (chloroacétanilide) + atrazine (triazine); 1344 + 576 g/ha) en pré-émergence, et 2,4-D sels d'amine (herbicide sélectif, m.a.2,4-D, 720 g/ha) en post-émergence (40 jas). Les parcelles témoins ne sont pas fertilisées ou ne sont pas désherbées. La variété CMS8704 (cycle de 120 jours) est utilisée comme plante test.

Les deux facteurs, dose d'engrais et méthode de désherbage, sont conduits suivant un plan expérimental en blocs de Fischer avec split-plot répété 3 fois avec la méthode de désherbage

comme facteur principal et la dose d'engrais comme facteur secondaire. Chaque bloc, 3 m x 50 m, allongé perpendiculairement à une pente d'environ 7% est divisé en 3 parcelles principales, chacune de 3 m x 16 m, auxquelles sont affectés au hasard le désherbage manuel, le désherbage herbicide et le témoin non désherbé. Chaque parcelle principale comprend 5 sous parcelles contiguës sur lesquelles sont affectées au hasard les doses de fumure NPK. Les espacements entre les parcelles principales dans chaque bloc sont de 1m alors qu'ils sont de 1,5 m entre les blocs. La sous parcelle, 3 m x 3,2 m, est constituée de 4 lignes de semis comportant chacune 11 poquets. La superficie totale de l'essai est de 600 m² dont 432 m² de surface utile occupée par un effectif total de 1980 poquets mono graines de maïs. Le semis de maïs est effectué manuellement le 02 juin 2003, aux écartements de 0,8 mètre entre les lignes et 0,25 mètre sur la ligne.

Les doses de 20.10.10 NPK sont apportées le 03 juin 2003 soit 1 jour après semis en localisation le long des lignes de semis dans des microsillons de 5 cm de profondeur. L'azote (46.0.0) est apporté le 02 juillet (30 jours après semis de maïs) suivant un mode d'épandage similaire. Tous les engrais sont sous forme d'urée (46 % N), de Superphosphate triple (46 % P₂O₅ + 16,6 % CaO), ou de sulfate de potasse (50 % K₂O). Les applications herbicides sont faits à l'aide d'un pulvérisateur à dos équipé d'une buse à jet plat et délivrant environ 900 l/ha à une pression maximum de 7 kg/cm². Le lasso GD est appliqué immédiatement après le semis, alors que le traitement au 2.4-D sel d'amine est réalisé le 12 juillet 2003, soit 40 jas de maïs.

Evaluation des peuplements adventices

Les évaluations des adventices sont réalisées le 22 juin, le 12 juillet, et le 01 août 2003, soit respectivement 20, 40 et 60 jours après le semis de maïs dans deux placettes d'observation de 0,2 m² (cadres en bois de 0,5 m x 0,4 m) disposées selon la diagonale à des emplacements choisis au hasard dans chaque sous-parcelle. La biodiversité de la flore adventice par parcelle est déterminée par inventaire et identification des espèces présentes dans les placettes suivant les guides proposés par Ivens *et al.* [10] et, Merlier et

Montégut [11]. La compétitivité adventice dans les parcelles est mesurée par des notations de la densité et de la biomasse sèche, ainsi qu'une estimation de la vitesse de progression de ces indicateurs au cours du cycle culturale du maïs. La densité globale adventice est estimée, après arrachage et comptage de tous les plants d'adventices présents dans deux placettes par sous-parcelle. Les données obtenues sont ajustées au nombre de plante/m². La biomasse sèche adventice globale/m² est obtenue à partir d'un échantillonnage destructif de tous les plants d'adventices présents sur 2 placettes par sous-parcelle. Les échantillons, conservés dans les sacs en papier, sont ramenés au laboratoire et séchés jusqu'à obtention d'un poids constant dans une étuve réglée à 70 ± 5°C. Le poids sec de la biomasse totale est obtenu par pesée, à l'aide d'une balance de précision 0,01g et ajusté au poids en gramme de matière sèche/m². La fréquence de colonisation des parcelles est obtenue par le rapport entre le nombre de parcelles colonisées et le nombre total de parcelles observées dans chaque bloc.

Analyse des données

Les tableaux de synthèse des données sur la biodiversité taxonomique et la fréquence de colonisation des parcelles par les différentes espèces sont construits. Le taux de progression de la pression adventice dans les parcelles est estimé par régression linéaire des données de densité et de biomasse sèche sur les périodes de relevé. Les effets des traitements sur la densité et la biomasse sèche des adventices sont testées par une analyse de la variance, après transformation des données observées par la fonction logarithmique décimale afin d'homogénéiser la variance des erreurs intra-traitements. Un test similaire est utilisé pour évaluer l'effet des traitements sur le taux de progression de l'infestation adventice des parcelles. Les comparaisons orthogonales entre des regroupements a priori des traitements sont testés selon les méthodes des contrastes ou de polynômes orthogonaux. Les effets moyens des traitements sont séparés par le test de Duncan ou de la pdds au seuil de quasi-certitude $\alpha = 0,05$. Des corrélations entre les paramètres d'infestation adventice et les doses d'apport de l'engrais minéral

NPK ou les dates de relevé sont aussi calculées. Toutes les analyses sont réalisées à l'aide du programme statistique MSTATC (Université d'Etat du Michigan, Etats-Unis d'Amérique).

RESULTATS

Composition et répartition spatio-temporelle de la flore adventice

Vingt sept espèces sont dénombrées dans les parcelles avec une répartition peu variable entre les blocs. A l'exception de *Arachis hypogaea*, *Manihot esculentus*, *Bidens pilosa*, *Sida acuta*, *Centella asiatica*, et *Erigeron floribundus*, toutes les espèces sont représentées dans tous les blocs, mais avec des fréquences différentes de colonisation parcellaire (Tableau 1). Le nombre d'espèces différentes dans les blocs varie selon la période de relevé. On dénombre un effectif total compris entre 11 et 13 des espèces *Stelaria medica*, *Cyperus esculentus*, *Brachiaria lata*, *Tithonia diversifolia*, *Mimosa invisa*, *Ageratum conyzoides*, *Setaria barbata*, *Amaranthus spinosus*, *Pennisetum purpureum*, *Commelina benghalensis*, *Colocassia esculenta* et *Solanum scabrum*, à travers les parcelles de chacun des blocs à la première période de relevé (20 jours après semis). A la deuxième période qui s'ensuit 20 jours après, on note un enrichissement général de la flore adventice pionnière des parcelles par des espèces nouvelles quel que soit le bloc considéré (Tableau 1). En général 8 à 9 nouvelles espèces par bloc sont dénombrées et constituées par différentes associations de *Arachis hypogaea*, *Cynodon dactylon*, *Manihot esculentus*, *Taraxacum officinalis*, *Oxalis corniculata*, *Datura stramonium*, *Centella asiatica*, *Galensoga ciliata*, *Erigerum floribundus*, *Bidens pilosa*, *Sida acuta* ou *Xanthosoma sagittifolium*. A la troisième période d'évaluation (60 jas), on constate un nouvel appauvrissement de la biodiversité floristique. Il y a élimination de 1 à 8 espèces, généralement, celles qui n'étaient pas présentes dans les parcelles au cours de la première période d'évaluation du peuplement adventice.

La diversité floristique recensée se répartit entre 12 familles botaniques. Les *Asteraceae*, et les *Poaceae* avec 25,93% chacun de l'effectif total des espèces dénombrées, sont les plus représentées dans les parcelles. Les familles des

Araceae, *Oxalidaceae*, *Solanaceae*, et *Cyperaceae* avec 7,41% viennent en deuxième position. Toutes les autres familles sont uniformément représentées par une espèce, soit 3,7% de l'effectif total des espèces adventices répertoriées (Tableau 1).

Les familles des *Asteraceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, et *Mimosaceae*, regroupent les espèces les plus fréquentes dans les parcelles intra- et inter-blocs (Tableau 1). Les familles des *Araceae*, *Malvaceae*, *Apiaceae*, *Euphorbiaceae*, *Papilionaceae*, *Solanaceae*, *Oxalidaceae*, sont les moins fréquentes dans les parcelles. Elles sont observées à 40 jas, et disparaissent, pour la plupart à la troisième période de relevé (60 jas) (Tableau 1). Les espèces identifiées dans la majorité de ces familles sont des variétés cultivées de *Solanum scabrum*, *Arachis hypogaea*, *Xanthosoma sagittifolium*, *Colocassia esculentus*, et *Manihot esculentus*.

La famille des *Asteraceae* comprend 7 espèces dont les moins fréquentes dans les parcelles sont *Erigeron floribundus*, et *Bidens pilosa*, suivis de *Taraxacum officinalis* et *Galensoga ciliata*. Ces espèces sont observées dans les parcelles à partir de la deuxième période de relevé, soit 40 jas de maïs, et infestent 6,7% des parcelles des blocs 1 et 2 ou 2 et 3 pour les premiers, et 6,7 à 80% des parcelles dans chacun des trois blocs pour les second (Tableau 1). *Stelaria medica* est fréquente dans toutes les parcelles à travers les trois périodes de relevé et tous les blocs. *Ageratum conyzoides* et *Tithonia diversifolia* colonisent 40 à 100% des parcelles de chaque bloc à toutes les périodes de relevé avec des tendances de variation quasi-comparables (Tableau 1). *Pennisetum purpureum* est l'espèce la moins fréquente (6,7 à 40% des parcelles infestées dans chaque bloc) parmi les *Poaceae*. *Setaria barbata* (33,3 à 93% des parcelles/bloc) et *Brachiaria lata* (40 à 80% des parcelles/bloc) sont les plus fréquentes dans les parcelles et sont réparties de façon assez homogène à travers les blocs (Tableau 1).

La famille des *Cyperaceae* compte deux représentants, *Cyperus esculentus* et *rotundus*. Ceux-ci colonisent 86 à 100% des parcelles à toutes les périodes d'observation et tous les blocs (Tableau 1). *Mimosa invisa* de la famille des *Mimosaceae* est présente dans 20 à 86,6% des

parcelles observées dans les blocs (Tableau 1). *Commelina benghalensis* (6,7 à 20% des parcelles/bloc) est l'unique espèce décrite dans la famille des *Commelinaceae*. *Amaranthus spinosus* (*Amaranthaceae*) colonise 6,7 à 40% des parcelles examinées dans chacun des trois blocs (Tableau 1).

L'ensemble de ces résultats montre que la composition et la répartition de la flore adventice, la fréquence de colonisation des parcelles par différentes espèces, ainsi que leur évolution au cours du cycle de culture de maïs sont quasi-homogènes entre les blocs sur le site expérimental. Les *Asteraceae* et les *Poaceae* représentent 52% de cette biodiversité et regroupent avec les *Cyperaceae* et les *Mimosaceae*, les espèces les plus fréquentes dans les parcelles. *Stelaria medica*, *Cyperus esculetus* et *rotundus*, *Setaria barbata*, *Ageratum conyzoides*, *Brachiaria lata*, et *Mimosa invisa*, sont plus abondantes et plus fréquentes dans les parcelles. Ces espèces constitueraient la flore typique des cultures de maïs dans l'ouest Cameroun. Les autres espèces répertoriées résulteraient des contaminations accidentelles dues aux interventions humaines ou aux voisinages de la parcelle. Ce serait notamment le cas de *Tithonia diversifolia* dont les semences proviendraient des haies vives avoisinant la parcelle d'essai. Les espèces couramment cultivées dans la zone d'étude telles que *Xanthosoma sagittifolium*, *Colocassia esculenta*, et *Arachis hypogaea* seraient un reflet de l'histoire culturelle de la parcelle.

Interactions entre méthodes de désherbage et doses de NPK

Des interactions importantes entre périodes de relevé, méthodes de désherbage, et doses de NPK ($p > \alpha = 0,05$) ne sont pas observées pour toutes ces variables (Tableau 2). Des interactions entre méthodes de désherbage et doses de NPK sont observées pour la densité ($p = 0,004$), la biomasse ($p = 0,0037$) (Tableau 2), les vitesses de progression de la biomasse ($p = 0,0163$) et de la densité ($p = 0,083$) des adventices dans les parcelles (Tableau 3).

Les différences entre les méthodes de désherbage manuel et herbicide en fonction de l'effet quadratique de la dose contribuent de 77,5%

à ces interactions pour la densité, alors que la réponse à l'apport ou non d'engrais compte pour 77,3% selon que les parcelles sont désherbées ou non et en fonction de la méthode de désherbage pratiquée pour la biomasse.

Ces résultats suggèrent que la progression de l'infestation adventice entre périodes d'observation ne dépend pas des interactions entre la méthode de contrôle adventice et la dose de NPK apportée à la culture de maïs. L'effet de la fertilisation apportée à une culture de maïs sur les paramètres d'infestation adventice des parcelles serait fonction de la méthode de désherbage pratiquée. Les différences entre les effets des méthodes de contrôle des adventices sur la densité, la biomasse varieraient selon la dose de fumure apportée à la culture. La progression de la densité des adventices en fonction des doses croissantes de NPK décrirait une allure quadratique variable selon que le désherbage est effectué manuellement ou par des pulvérisations d'herbicides. La biomasse des adventices dans les parcelles est influencée par le désherbage, manuel ou herbicide, selon sa réponse à la fumure NPK apportée à la culture de maïs. L'efficacité comparée du désherbage manuel et des pulvérisations des herbicides pour cette variable est fonction de la dose d'engrais.

Densité des adventices

Le désherbage, quelle que soit la méthode pratiquée et uniquement les pulvérisations d'herbicides dans les parcelles fertilisées à la dose recommandée (200 kg/ha de 20.10.10 et 100 kg/ha de 46.0.0) ou quand celle-ci est majorée de 50%, diminue significativement ($\alpha \leq 0,05$) la densité des adventices dans les parcelles (Tableau 3). Comparativement au témoin non désherbé, les pulvérisations d'herbicides réduisent plus efficacement ($\alpha \leq 0,05$) la densité que le désherbage manuel (Figure 1A), sauf pour les parcelles fertilisées au double de la dose de NPK recommandée dans lesquelles les différences, notées entre les deux méthodes de désherbage pratiquées, ne sont pas confirmées statistiquement (Tableau 3). L'effet de l'engrais sur la densité des adventices, quelle que soit la dose, n'est en général pas significatif ($\alpha \leq 0,05$). Les densités enregistrées dans les parcelles ne montrent aucun lien important avec des apports croissants

d'engrais (Figure 1A). Les baisses dues aux pulvérisations d'herbicides sont plus faibles (43%) dans les parcelles fertilisées à la dose double et quasi-similaires (55-59%) quand on n'apporte pas d'engrais ou avec un épandage des fractions 1/2, 1

ou 3/2 de la dose recommandée pour la culture (Tableau 3). Le taux des réductions provoquées par le désherbage manuel est de 37% dans les parcelles témoins, 41% pour 1/2 dose, et 42% pour 2 doses recommandées (Tableau 3).

Tableau 1 : Biodiversité taxonomique, fréquence de colonisation des parcelles, densité et biomasse sèche des adventices dans les parcelles expérimentales de maïs (juin-août 2003) à Dschang, Cameroun. ¹Fréquence globale

ADVENTICES	Fréquence de colonisation des parcelles																			
	(nombre de parcelles dans lesquelles le taxon est présent = N ; F = fréquence relative (en pour cent))																			
	Bloc 1 (15 parcelles)					Bloc 2 (15 parcelles)					Bloc 3 (15 parcelles)									
	Période de relevé			20 jas			40 jas			60 jas			20 jas			40 jas			60 jas	
Biodiversité taxonomique	N		F		N		F		N		F		N		F		N		F	
	Nombre de taxa																			
	12	20	15	100	15	100	13	86,7	11	18	17	13	20	11	15	100	15	100	15	100
<i>Stelaria medica</i> (Asteraceae)	15	100	15	100	15	100			15	100	15	100	15	100	15	100	15	100	15	100
<i>Cyperus esculentus</i> (Cyperaceae) ¹	14	93,3	15	100	15	100			13	86,7	15	100	15	100	13	86,7	15	100	15	100
<i>Brachiaria lata</i> (Poaceae)	12	80	6	40	9	60			8	53,3	8	53,3	11	73,3	8	53,3	9	60	7	46,7
<i>Tithonia diversifolia</i> (Asteraceae)	12	80	11	73,3	4	26,7			11	73,3	13	86,6	6	40	11	73,3	13	86,6	2	13,3
<i>Mimosa invisa</i> (Mimosaceae)	11	73,3	12	80	7	46,7			8	43,3	5	33,3	4	26,7	9	60	3	20	3	20
<i>Ageratum conyzoides</i> (Asteraceae)	10	66,7	15	100	9	60			10	66,7	12	80	15	100	12	80	13	86,6	6	40
<i>Setaria barbata</i> (Poaceae)	10	66,7	14	93,3	7	46,7			9	60	9	60	5	33,3	8	53,3	10	66,7	0	0
<i>Amaranthus spinosus</i> (Amaranthaceae)	6	40	5	33,3	2	13,3			5	33,3	5	33,3	1	6,7	1	6,7	1	6,7	1	6,7
<i>Pennisetum purpureum</i> (Poaceae)	6	40	4	26,7	2	13,3			2	13,3	0	0	1	6,7	0	0	2	13,3	3	20
<i>Commelina benghalensis</i> (Commelinaceae)	3	20	3	20	2	13,3			0	0	2	13,3	1	6,7	1	6,7	0	0	1	6,7
<i>Colocassia esculenta</i> (Araceae)	1	6,7	1	6,7	1	6,7			1	6,7	0	0	0	0	1	6,7	1	6,7	0	0
<i>Solanum scabrum</i> (Solanaceae)	1	6,7	4	26,7	0	0			3	20	3	20	3	20	4	26,7	4	26,7	0	0
<i>Arachis hypogaea</i> (Papilionaceae)	0	0	0	0	0	0			1	6,7	0	0	1	6,7	1	6,7	0	0	0	0
<i>Cynodon dactylon</i> (Poaceae)	0	0	3	20	2	13,3			0	0	11	73,3	3	20	1	6,7	8	53,3	4	26,7
<i>Manihot esculentu</i> (Euphorbiaceae)	0	0	0	0	0	0			0	0	1	6,7	0	0	0	0	1	6,7	0	0
<i>Taraxacum officinalis</i> (Asteraceae)	0	0	7	46,7	0	0			0	0	8	53,3	3	20	0	0	10	66,7	0	0
<i>Oxalis corniculata</i> (Oxalidaceae)	0	0	5	33,3	4	26,7			0	0	7	46,7	4	26,7	0	0	10	66,7	3	20
<i>Datura stramonium</i> (Solanaceae)	0	0	2	13,3	0	0			0	0	2	13,3	1	6,7	0	0	1	6,7	0	0
<i>Centella asiatica</i> (Apiaceae)	0	0	1	6,7	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galensoga ciliata</i> (Asteraceae)	0	0	1	6,7	9	60			0	0	4	20	10	66,7	0	0	2	13,3	12	80
<i>Erigeron floribundus</i> (Asteraceae)	0	0	1	6,7	0	0			0	0	1	6,7	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens pilosa</i> (Asteraceae)	0	0	0	0	0	0			0	0	1	6,7	0	0	0	0	1	6,7	0	0
<i>Sida acuta</i> (Malvaceae)	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	2	13,3	0	0
<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (Araceae)	0	0	3	20	0	0			0	0	1	6,7	2	13,3	0	0	2	13,3	1	6,7
<i>Euleusine indica</i> (Poaceae)	nd	nd	nd	nd	nd	nd			nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (Poaceae)	nd	nd	nd	nd	nd	nd			nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>Cyperus rotundus</i> (Cyperaceae)	nd	nd	nd	nd	nd	nd			nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Densité globale (individus/m ²)	1438	1035,3	644						1093,5	810,7	428	1021,7	1017,9	630						
Densité globale moyenne/bloc	1039								777,5			890								
Biomasse globale (g/m ²)	11,4	95,8	212,7						12,1	78,3	198,6	12,3	111,8	205,6						
Biomasse globale moyenne (g/m ²)/bloc	106,6								96,3			109,9								

Biomasse des adventices

Le désherbage diminue significativement ($\alpha \leq 0,05$) la biomasse des adventices par rapport au témoin dans les parcelles fertilisées ou non (Figure 1B) mais les différences comparatives entre les méthodes de désherbage manuel et herbicide varient selon la dose de NPK appliquée à la culture. Quand on apporte aucun engrais à la culture de maïs, les données de biomasse sont plus faibles ($\alpha \leq 0,05$) dans les parcelles soumises

au désherbage manuel et plus élevées dans les parcelles témoins. Le désherbage herbicide occupe une position intermédiaire avec des relevés de biomasse cependant pas significativement différents des deux extrêmes (Tableau 3).

Les différents effets polynomiaux de la réponse à des doses croissantes de NPK en fonction de la méthode de contrôle des adventices sont en général pas significatifs ($p = 0,067-0,31$). On observe cependant un effet linéaire principal

très hautement significatif ($p < 0,001$) de la dose quel que soit la méthode de contrôle adventice (Tableau 2). Les relevés de biomasse sont influencés à la hausse par des apports d'engrais quand les parcelles ne sont pas désherbées ou quand elles le sont de façon mécanique par des outils manuels. Par contre, dans les parcelles désherbées par des applications d'herbicides, les relevés de biomasses dans les parcelles fertilisées sont significativement ($\alpha \leq 0,05$) plus petits par rapport au témoin non fertilisé (Figure 1B).

Les taux de réduction de la biomasse des adventices par des pulvérisations d'herbicides sont en général moins élevés, mais pas significativement, que ceux obtenus dans les parcelles soumises au désherbage manuel. Les baisses enregistrées par rapport au témoin non

désherbé sont quasi-comparables dans les parcelles conduites avec désherbage manuel et se chiffrent entre 78 et 85%. Dans les parcelles pulvérisées par des herbicides, le plus faible taux de réduction (53%) de la biomasse est enregistré quand la culture de maïs n'est pas fertilisé alors que les plus élevés (68-78%) sont notés quand on apporte de l'engrais NPK (Tableau 3).

Ces résultats suggèrent que le désherbage, quelle que soit la méthode pratiquée, réduit la biomasse des adventices dans les parcelles de maïs fertilisées ou non et quelle que soit la dose. Une meilleure efficacité du désherbage herbicide sur la biomasse serait obtenue quand on fertilise la culture. Cette efficacité tendrait cependant à diminuer avec des doses croissantes d'apports d'engrais.

Tableau 2 : Analyse de la variance de log(densité globale (individus/m²) et de log(biomasse sèche totale (g/m²)) des adventices dans les parcelles expérimentales de maïs sous l'effet combiné de la méthode de désherbage et de la dose NPK à trois périodes de relevés au cours du cycle (20, 40, et 60 jas). (ns)Non significatif à $p > \alpha = 0,10$, *Significatif à $p \leq \alpha = 0,10$, 'Significatif à $p \leq \alpha = 0,05$, **Hautement significatif ($p \leq \alpha = 0,01$), ***Très hautement significatif ($p \leq \alpha = 0,001$)

Origine de la variation	Degré de liberté	Carré moyen et seuil de signification	
		Densité (individus/m ²)	Biomasse sèche (g/m ²)
Période de relevé (P)	2	0,822 ^{**} ($p=0,004$)	18,119 ^{***} ($p<0,001$)
Effet linéaire de la période (P _{Linéaire})	1	1,490 ^{**} ($p=0,002$)	34,871 ^{***} ($p<0,001$)
Effet quadratique de la période (P _{Quadratique})	1	0,154 ^{*1} ($p=0,075$)	1,366 ^{**} ($p=0,006$)
Bloc	2	0,426 ^{**} ($p=0,013$)	0,377 [*] ($p=0,038$)
Erreur a	4	0,027	0,046
Méthode de contrôle adventice (Ctrl..adv)	2	1,588 ^{***} ($p=0,001$)	5,577 ^{***} ($p=0,0005$)
Effet du désherbage (Eff.désh.)	1	2,099 ^{***} ($p=0,001$)	11,078 ^{***} ($p<0,001$)
Désherbage manuel vs Herbicide (Man vs Herb)	1	1,076 ^{**} ($p=0,012$)	0,076 ^{ns} ($p>0,10$)
P x Ctrl..adv.	4	0,24 ^{ns} ($p=0,162$)	0,779 ^{ns} ($p=0,1395$)
Erreur b	12	0,123	0,366
Dose NPK	4	0,027 ^{ns} ($p=0,145$)	0,207 ^{***} ($p=0,0003$)
Réponse à NPK quel que soit dose (RépNPK)	1	0,006 ^{ns} ($p>0,10$)	0,143 ['] ($p=0,044$)
Effet linéaire de la dose NPK (Dose _{Linéaire})	1	0,016 ^{ns} ($p=0,305$)	0,626 ^{***} ($p<0,001$)
Effet quadratique de la dose NPK (Dose _{Quadratique})	1	0,055 ^{*1} ($p=0,058$)	0,06 ^{ns} ($p=0,186$)
Effet cubique de la dose de NPK (Dose _{Cubique})	1	0,029 ^{ns} ($p=0,169$)	<0,001 ^{ns} ($p>0,10$)
P x Dose NPK	8	0,002 ^{ns} ($p>0,10$)	0,034 ($p>0,10$)
Ctrl..adv. x Dose NPK	8	0,049 ^{**} ($p=0,004$)	0,109 ^{**} ($p=0,0037$)
Eff.désh x RépNPK	1	0,012 ^{ns} ($p>0,10$)	0,241 ^{**} ($p=0,010$)
Eff..désh x Dose _{Linéaire}	1	0,004 ^{ns} ($p>0,10$)	0,013 ^{ns} ($p>0,10$)
Eff..désh x Dose _{Quadratique}	1	0,025 ^{ns} ($p=0,201$)	0,036 ^{ns} ($p=0,31$)
Eff.désh x Dose _{Cubique}	1	0,010 ^{ns} ($p>0,10$)	0,012 ^{ns} ($p>0,10$)
(Man vs Herb) x RépNPK	1	0,003 ^{ns} ($p>0,10$)	0,433 ^{***} ($p=0,001$)
(Man vs Herb) x Dose _{Linéaire}	1	0,006 ^{ns} ($p>0,10$)	0,019 ^{ns} ($p>0,10$)
(Man vs Herb) x Dose _{Quadratique}	1	0,304 ^{***} ($p<0,001$)	0,118 ^{*1} ($p=0,067$)
(Man vs Herb) x Dose _{Cubique}	1	0,024 ^{ns} ($p=0,208$)	<0,001 ^{ns} ($p>0,10$)
P x Ctrl..adv x Dose NPK	16	0,010 ^{ns} ($p>0,10$)	0,047 ^{ns} ($p=0,1768$)
Erreur c	72	0,015	0,034

Cinétique de progression de la densité et de la biomasse des adventices

Les différences de densité adventice notées entre périodes sont hautement significatives ($p=0,004$) et associées à un effet linéaire important ($p=0,002$). Il en est de même pour la biomasse sèche mais avec des effets linéaire ($p < 0,001$) et quadratique ($p=0,006$) tous significatifs (Tableau 2). La tendance à la progression linéaire contribue de 90,63 et 96,23% à la variation totale observée entre les dates de relevé respectivement pour la densité et la biomasse sèche des adventices. La vitesse moyenne de progression de la densité des adventices dans les parcelles de maïs à travers les méthodes de désherbage et les doses de NPK est négative et varie entre $-0,006$ et $-0,007$

individus.m⁻².j⁻¹ (tableau 3). Le taux moyen de progression, en fonction du temps, de la biomasse des adventices dans les parcelles de maïs est en général positif ($0,028-0,033$ g.m⁻².j⁻¹ (Tableau 3). Ces résultats montrent que la densité des adventices dans les parcelles entre 20 et 60 jas décrit un gradient régressif (fig. 2 A). La biomasse sèche adventice croît par taux décroissants au cours de la même période (Figure 2 B). La faible contribution (moins de 5%) de l'effet quadratique à la variation totale entre périodes suggère que la progression de la biomasse sèche des adventices dans les parcelles désherbées ou non est quasi-linéaire entre 20 et 60 jours après le semis de maïs.

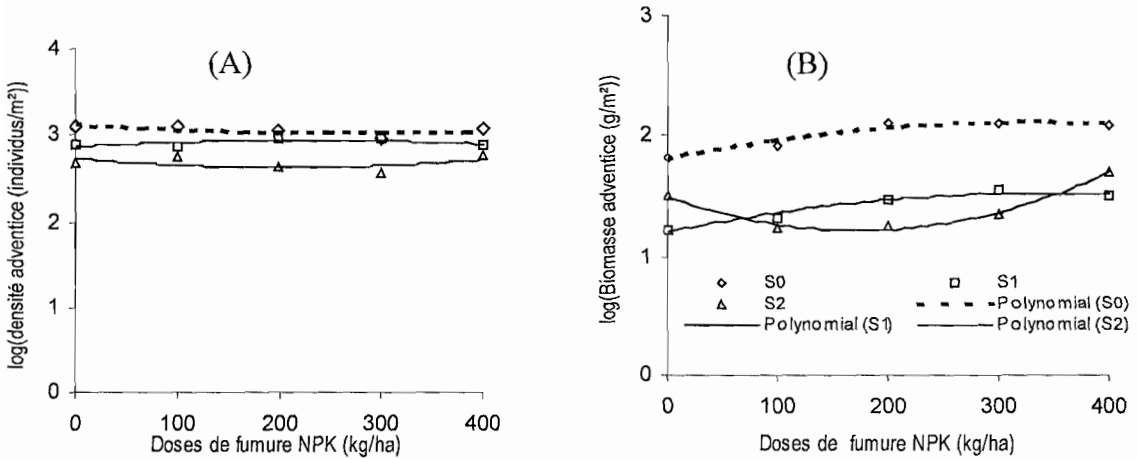


Figure 1 : Evolution en fonction des doses d'engrais NPK de l'infestation adventice des parcelles de maïs cultivé avec ou sans désherbage. S0 = sans désherbage ; S1 = avec désherbage manuel ; S2 = avec désherbage herbicide. Les doses de NPK sur l'axe des x correspondent aux apports de 20.10.10 au semis du maïs complétés par des doses de 46.0.0 respectivement de 50, 100, 150, 200 kg/ha 30 j.a.s. (A. densité adventice par mètre carré; $y_{(S0)} = 0,000001x^2 - 0,0007x + 3,1185$ ($R^2 = 0,4143$); $y_{(S1)} = -0,000001x^2 + 0,0006x + 2,8676$ ($R^2 = 0,4966$); $y_{(S2)} = 0,000002x^2 - 0,001x + 2,7332$ ($R^2 = 0,31$); B. biomasse adventice par mètre carré; $y_{(S0)} = -0,000003x^2 - 0,0018x + 1,8089$ ($R^2 = 0,9479$); $y_{(S1)} = -0,000003x^2 + 0,0019x + 1,2087$ ($R^2 = 0,9536$); $y_{(S2)} = 0,000009x^2 - 0,0032x + 1,4964$ ($R^2 = 0,9879$).

Le taux de progression de la densité entre 20 et 60 j.a.s. de maïs est en général négatif, sauf quand les parcelles pulvérisées par des herbicides sont fertilisées aux fractions 1/2, 1, et 3/2 respectivement de la dose recommandée de NPK (Tableau 3). Des différences ne sont pas observées entre les effets des méthodes de contrôle des adventices dans les parcelles, fertilisées ou non, sauf quand celles ci reçoivent de

l'engrais aux doses de 300 kg/ha de 20.10.10 au semis, et 150 kg/ha de 46.0.0, trente jours après. A ce niveau de fertilisation, le taux de progression de la densité est positif et plus élevé dans les parcelles conduites avec un désherbage herbicide ($0,004$ individus.m⁻².j⁻¹) que dans les parcelles non désherbées ($-0,010$ individus.m⁻².j⁻¹) ou désherbées manuellement ($-0,015$ individus.m⁻².j⁻¹) (Tableau 3).

Tableau 3 : Effet de la méthode de contrôle des adventices sur la densité, la biomasse des adventices, et leurs taux de progression en fonction du temps pour cinq doses de NPK dans une culture de maïs.

Doses de NPK	Paramètres d'infestation adventice des parcelles			
	Densité/m ² (individus/m ²)	Biomasse/m ² (g/m ²)	Taux de progression de densité (individu m ⁻² .j ⁻¹)	Taux de progression de biomasse (g m ⁻² .j ⁻¹)
Témoin sans engrais				
Sans désherbage	1327,8 (3,094)a ⁵	155,763(1,826)a	-0,007a	0,041a
Avec désherbage manuel ¹	830,5 (2,887)b (37)	28,304 (1,228)b (82)	-0,009a	0,018b
Avec désherbage herbicide ²	544,2 (2,691)c (59)	73,421(1,507)ab (53)	-0,001a	0,035a
Moyenne	900,8 (2,891)	85,830 (1,541)	-0,006	0,031
100 kg 20.10.10³ + 50 kg 46.0.0⁴				
Sans désherbage	1418,8 (3,101)a	165,090 (1,919)a	-0,010a	0,034ab
Avec désherbage manuel ¹	836,4 (2,874)bc (41)	35,846 (1,329)b (78)	-0,008a	0,025b
Avec désherbage herbicide ²	638,7 (2,74)c (55)	52,020 (1,240)b (68)	0,000a	0,040a
Moyenne	964,6 (2,905)	84,319 (1,496)	-0,006	0,033
⁶200 kg 20.10.10 + 100 kg 46.0.0				
Sans désherbage	1231,2 (3,048)a	266,021(2,099)a	-0,010a	0,038a
Avec désherbage manuel ¹	1009,7 (2,95)a (18)	39,532 (1,479)b (85)	-0,011a	0,016b
Avec désherbage herbicide ²	503,0 (2,637)b (59)	57,361 (1,256)b (78)	0,002a	0,044a
Moyenne	914,6 (2,878)	120,971(1,611)	-0,006	0,032
300 kg 20.10.10 + 150 kg 46.0.0				
Sans désherbage	968,6 (2,95)a	223,014(2,113)a	-0,010ab	0,039a
Avec désherbage manuel ¹	1095,8 (2,958)a (0)	45,956 (1,560)b (79)	-0,015b	0,018b
Avec désherbage herbicide ²	400,5 (2,562)b (59)	55,293 (1,367)b (75)	0,004a	0,038a
Moyenne	821,6 (2,823)	108,088 (1,680)	-0,007	0,028
400 kg 20.10.10 + 200 kg 46.0.0				
Sans désherbage	1267,8 (3,073)a	254,631(2,096)a	-0,007a	0,036a
Avec désherbage manuel ¹	738,05 (2,881)b (42)	46,129 (1,504)b (82)	-0,011a	0,024b
Avec désherbage herbicide ²	722,5 (2,767)b (43)	66,157(1,501)b (74)	-0,003a	0,031ab
Moyenne	909,4 (2,887)	122,306 (1,700)	-0,007	0,030

¹Deux désherbages à 20 et 40 jas ; ²Lasso GD (m.a. alachlor (chloroacétanilide, 1344g/ha)+atrazine (triazine, 576g/ha)) en prélevée 1 jas et 2.4.D sel d'amine (720 g/ha) en post levée 40 jas ; ³Fumure de fond dans les microsillons localisé le long des lignes de semis à 1 jas ; ⁴Fumure de couverture à la montaison (30 jas) localisé dans les sillons le long des lignes de semis ; ⁵Les valeurs suivies par une même lettre de l'alphabet dans la colonne à chaque dose d'apport de NPK ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan à $\alpha = 0,05$; ⁶Dose recommandée pour le fertilisation minérale du maïs dans l'Ouest Cameroun ; les nombres entre parenthèses sont les valeurs de la densité ou de la biomasse transformées par la fonction log(x). Les nombres en italique sont les taux de réduction par rapport aux parcelles non désherbées des paramètres d'infestation adventice par les méthodes de désherbage, manuel ou herbicide.

Les effets des méthodes de contrôle des adventices sur le taux de progression de la biomasse des adventices sont peu influencés par la dose de NPK apportée à la culture de maïs. La vitesse de progression de la biomasse dans les parcelles entre 20 et 60 j.a.s. est constamment plus faible ($p \leq \alpha = 0,05$), quelle que soit la dose de

NPK, dans les parcelles désherbées manuellement que dans celles pulvérisées par les herbicides ou non désherbées (Tableau 3). La biomasse des adventices dans les parcelles de maïs croît plus rapidement dans les parcelles non désherbées (0,034-0,041 g.m⁻².j⁻¹) ou celles pulvérisées par des herbicides (0,031-0,044 g.m⁻².j⁻¹) que dans celles

soumises au désherbage manuel (0,016-0,025 g.m⁻² j⁻¹).

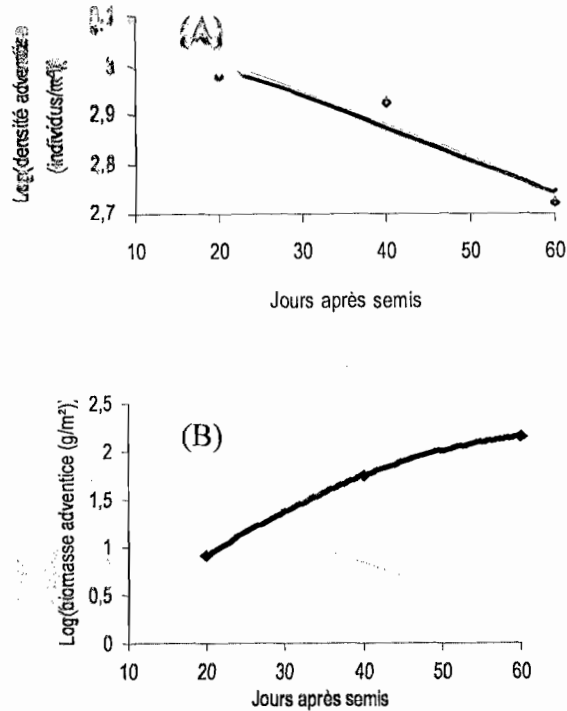


Figure 2 : Evolution en fonction du temps de l'infestation adventice des parcelles de maïs. (A. densité globale des adventices $y = -0,0065x + 3,135$ ($R^2 = 0,9059$) ; B. biomasse globale adventice $y = -0,0005x^2 + 0,0738x + 0,351$ ($R^2 = 1$))

DISCUSSION

Dynamique spatio-temporelle de la flore adventice

Le nombre d'espèces dénombrées dans les parcelles entre 20 et 40 jours après semis de maïs évolue en sens inverse de celui relevé entre 40 et 60 j.a.s.. La densité globale adventice dans les parcelles de maïs progresse selon un gradient décroissant au cours de la même période. Cette dynamique de la densité et de la composition floristique adventice au cours du cycle de culture du maïs serait liée à l'épuisement progressif du stock semencier adventice viable du sol, et à la compétitivité différentielle interspécifique adventice, ainsi qu'à l'accroissement de l'encombrement spatial consécutifs à l'accélération de la croissance et du développement aussi bien des plants de maïs que des plantes adventices. Une réduction du stock semencier adventice de 25 à 63% a été estimée au

terme de 4 années consécutives d'une culture de blé [9]. La levée tardive de certains taxa et leur disparition par la suite peuvent être expliquées par la dormance différentielle des semences d'adventices, et les effets différentiels de l'herbicide de prélevée ou du désherbage, quelle que soit la méthode, sur le stock semencier adventice.

La biomasse des adventices dans les parcelles croît par taux décroissants au cours du cycle de culture du maïs, bien que la forme générale de la courbe d'évolution reste quasi-linéaire dans les limites des périodes d'observation échantillonnées au cours de cette étude. Ce résultat suggère qu'à un moment donné du cycle, la masse totale de matière végétale adventice tendrait à plafonner, dans les parcelles désherbées ou non et quel que soit le niveau de fertilisation NPK. Ce serait le moment où la concurrence adventice pour les facteurs de production devient

quasi nulle. Le seuil de départ de cette phase se situerait autour de 60 jours après le semis de maïs. Tous ces faits et hypothèses induisent qu'il ne serait pas très justifié de programmer une activité de désherbage adventice de la culture 60 jours après le semis d'une variété de maïs de 120 jours de cycle dans les conditions spécifiques des hautes terres de l'ouest Cameroun.

Fumure minérale et efficience des plans de désherbage

Les apports d'engrais NPK à la culture du maïs influencent peu les effets des méthodes de désherbages sur la densité et la cinétique d'infestation adventice des parcelles. Ils influencent la biomasse en fonction de la méthode de désherbage. Quand les parcelles ne sont pas désherbées ou le sont par des outils mécaniques manuels, la biomasse des adventices dans les parcelles croît selon une fonction quadratique de la dose de NPK. Par contre quand les parcelles sont désherbées par des applications d'herbicides, la biomasse des adventices est plus faible dans les parcelles fertilisées que dans le témoin sans engrais, quelle que soit la dose considérée. Dans ces parcelles, une phase de régression de la biomasse précède une phase de croissance quasi exponentielle quand la dose de fertilisation devient supérieure à la dose recommandée de 200 kg/ha de 20.10.10 au semis complétée par 100 kg/ha de 46.0.0 trente jours après. Ces résultats suggèrent que la fertilisation NPK de la culture de maïs améliore l'efficacité de contrôle herbicide de la biomasse des adventices. Cette efficience tendrait cependant à s'altérer quand les apports de fertilisation NPK sont supérieures à la dose recommandée. Une altération de la compétitivité et de la production de semences de mauvaises herbes par la fertilisation azotée a déjà été rapportée chez le maïs [7]. Les résultats obtenus dans cette étude confirment cette tendance pour une fertilisation NPK.

Deux sarclages manuels effectués à 20 et 40 jours après le semis de maïs, ou des pulvérisations de lasso GD (alachlore+atrazine) en prélevée et du 2.4-D sel d'amine en post levée (40 j.a.s.) réduisent significativement la densité et la biomasse des adventices par rapport aux parcelles de maïs conduites sans aucun désherbage, quelle que soit

la dose de NPK considérée. Le désherbage, manuel ou herbicide, ne semble pas avoir une influence évidente sur la cinétique de progression de la densité et de la biomasse des adventices dans les parcelles de maïs. Quelques différences sont cependant notées sur les impacts des méthodes de désherbage sur la réduction de l'infestation adventice des parcelles. Les pulvérisations d'herbicides réduisent, comparativement au témoin non désherbé, plus efficacement la densité adventice que le désherbage manuel. Par contre, les taux de réduction de la biomasse des adventices par des pulvérisations d'herbicides sont en général moins élevés, mais pas significativement, que ceux obtenus dans les parcelles désherbées manuellement.

La fertilisation NPK de la culture de maïs accroît la biomasse et affecte peu la densité ainsi que la cinétique de progression des adventices sous culture. Il est mis en évidence aucune tendance, attribuable à cette pratique, pour l'altération de l'efficience des plans de désherbage classiques des cultures de maïs dans l'ouest Cameroun. Deux sarclages manuels à 20 et 40 j.a.s. ou des pulvérisations de lasso GD en prélevée à la dose de 4 l/ha et de 2.4-D sel d'amine en post levée à la dose de 4 l/ha offrent une efficacité de contrôle des adventices suffisante en culture fertilisée ou non. L'implication de la pratique de fertilisation dans une maîtrise inadéquate de l'infestation adventice des parcelles par les plans de désherbage ne semble pas fondée.

REFERENCES

1. Barralis G. 1996. Recherche agronomique et malherbologie. *Phytoma-Defense des végétaux* 483 : 28-29.
2. Chicouène D. 1999. Evaluation du peuplement des mauvaises herbes en végétation dans une parcelle II. Aperçu des méthodes utilisables. *Phytoma-Défense des Végétaux* 522 : 22 – 24.
3. Anonyme. 2002. Mémento de l'Agronome. Ed. C.I.R.A.D-GRET. Ministère français des Affaires étrangères. Paris.1691p.
4. Parker C.J. et Fyer J.D. 1975. Weed control problems causing major reductions in world

- food supplies. F.A.O plant protection bulletin. 83-93.
5. Ahanchédé A. 2000. Compétition entre mauvaises herbes et culture cotonnière : influence du nombre de sarclages sur la biomasse et le rendement. *Tropicultura* 18(3) : 148-151.
 6. Lavabre E.M., Deat M., et Deuse J. 1988. Le désherbage des cultures tropicales. Maisonneuve et Larose. Paris. 127 p.
 7. Harbur M.M. and Owen M. D. K. 2004. Response of three annual weeds to corn population density and nitrogen fertilisation timing. *Weed Sc.* 52 : 845-853.
 8. Schmidt W., Dossekou M., et Walker H. 1983. Aspect de modification et de nuisibilité de la flore adventice dans le système de production in Comptes Rendus de la II^e conférence bisannuelle SOAM/WAWSS. Abidjan, Côte d'Ivoire. p 1933.
 9. Blackshew R. E., Molnar L. J. and Jansen H. H. 2004. Nitrogen fertilizer timing and application method affect weed growth and competition with spring wheat. *Weed Sc.* 52 : 614-622.
 10. Ivens G.W., Moody K., and Egunjobi J.K. 1978. West African weeds. Oxford Univ. Press. Ibadan, Nigeria. 225 p.
 11. Merlier H. et Montegut J. 1982. Adventices tropicales. (Ed). ORSTOM-GERDAT-ENSH. Ministère des relations extérieures-Coopération et Développement. République Française. Imprimerie Nationale. Paris. 490p.