

Gestion des plantes invasives: cas de *Mimosa pigra* au Parc National du Niokolo Koba

[Invasive plants management: case of *Mimosa pigra* at Niokolo Koba National Park]

Mallé GUEYE¹, Mohamed Talla CISSE², Fatou NDOYE³, and Kandjioura NOBA³

¹Parc National du Niokolo Koba, BP 37, Tambacounda, Sénégal

²Département des Sciences expérimentales, UFR des Sciences et Technologies, Université de Thiès, Thiès, Sénégal

³Laboratoire de Botanique et Biodiversité, Département de Biologie végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Dakar-Fann, Sénégal

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of this study was in one hand to characterize *Mimosa pigra* populations in three ponds in the Niokolo Koba National Park and in the other hand to determine an efficient controlling method of this invasive species. We characterized *M. pigra* populations by estimating at each pond total seed production per plant, number of infructescences per plant, number of pods per infructescence, number of seeds per pod, variability in seed weight, seed floating capacity, and germination rate. To achieve the second part of our goal, an experiment had been conducted during three years and consisted to compare three control methods such as "stripping topsoil combined with excavation depth of 20 cm," "uprooting seedlings using a hoe" and "uprooting seedlings using a hoe associated with the mulch followed by burning". The experimental design was a completely randomized block with four replicates per treatment comparing the three control methods on single plots of 3x2 m. We found that seed production was higher in *M. pigra* population of Simenti pond than in those of Kountadala and Nianaka. However, seed weight, floating capacity and germination rate were higher in Kountadala site than in the two others. For control methods, "stripping combined with excavation" and "uprooting combined with burning" showed statistically identical results best than the "uprooting" method. Therefore, we recommend the use of stripping combined with excavation as invasive *M. pigra* control method in the Niokolo Koba National Park.

KEYWORDS: Pond; Biological characteristic; Stripping topsoil; Excavation; Uprooting; Burning; Control method.

RESUME: Cette étude a pour objectif de caractériser les populations invasives de *Mimosa pigra* dans trois mares du Parc National du Niokolo Koba et de déterminer une méthode efficace de contrôle de cette espèce. Nous avons estimé dans chaque mare la production de graines par plante, le nombre d'infructescences par plante, le nombre de gousses par infructescence, nombre de graines par gousse, la variabilité du poids des graines, leur flottabilité et leur taux de germination. En outre, nous avons conduit des essais sur 3 ans pour comparer trois méthodes de contrôle de *M. pigra* (décapage + excavation, déracinement, déracinement + brûlage) en mesurant la régénération des plantes après le traitement. Une randomisation complète avec 3 blocs a été mise en place et chaque traitement répété 4 fois dans chaque bloc sur des parcelles de 3x2 m. Nous avons utilisé l'analyse de la variance pour le traitement des données. Les résultats ont montré que les populations de *M. pigra* de la mare de Simenti produisent deux fois plus de graines que celles de Kountadala et Nianaka. Par contre, le poids, la flottabilité et le taux de germination des graines sont plus élevés à Kountadala que les chez les deux autres. En ce qui concerne les méthodes de contrôle, le « décapage + excavation » et le « déracinement+brûlage » montrent des résultats statistiquement identiques et meilleurs que la méthode « déracinement ». Le « décapage + excavation » semble être la meilleure méthode de contrôle des populations invasives de *M. pigra* dans le parc.

MOTS-CLEFS: Mare; Caractéristique biologique ; Décapage ; Excavation; Déracinement ; brûlage ; Méthode de contrôle.

INTRODUCTION

Les espèces exotiques invasives sont des espèces qui envahissent et menacent des écosystèmes et des habitats variés. Ce sont des espèces à nuisance économique et environnementale [1].

Le coût économique mondial associé aux espèces invasives, se chiffre en milliards de dollars chaque année [2]. L'impact économique de ces espèces est directement lié à leur impact sur les écosystèmes. La perte de biodiversité et l'altération du fonctionnement des écosystèmes sont les dommages les plus fréquemment associés aux espèces invasives.

C'est le cas de l'amourette (*Giant sensitive* en anglais), *Mimosa pigra* qui est native d'Amérique centrale (Mexique) et du Nord de l'Amérique du Sud. Depuis plus de deux décennies, le Parc National du Niokolo Koba a vu l'état de sa conservation se dégrader de jour en jour. L'une des causes les plus avancées est la dynamique invasive de *Mimosa pigra* dans l'aire protégée. En effet, cet arbuste est capable d'envahir rapidement les mares et d'y rester immergé pendant longtemps. Cette invasion rapide de cette espèce est due à des facteurs environnementaux et anthropiques [3] ainsi qu'à des facteurs intrinsèques à l'espèce liés à sa grande capacité de production en graines et aux possibilités de germination de ses semences.

Mimosa pigra est une espèce végétale faisant partie des 100 espèces invasives les plus problématiques au monde [4]. Elle est considérée comme l'espèce la plus invasive dans les zones marécageuses tropicales [5]. Elle forme des bosquets impénétrables, denses et épineux dans les milieux humides, les prairies naturelles inondables et les pâturages, les transformant ainsi en milieux quasi monospécifiques et improductifs. Elle envahit les forêts marécageuses bordant les plaines inondables, où elle forme un sous-bois dense, et ombre les plantules d'arbres indigènes [6].

En Afrique, *Mimosa pigra* est présent à l'heure actuelle dans 43 pays [7]. Elle envahit les mares, les marécages, les zones temporairement inondées et les canaux. Au Sénégal, l'espèce est présente dans les vallées et les dépressions inondées pendant une bonne partie de l'année [8]. Elle pousse dans des zones inondées pendant longtemps ou sur les rivages des cours d'eau.

Cette grande capacité d'invasion semble être liée à la quantité de graines produites et aux conditions édaphiques notamment à l'humidité relative des sols favorable à la germination des semences. Il apparaît ainsi qu'en Australie, les plantes les plus productives en milieu réel ont été localisées dans un fourré au bord d'un lac peu profond, et ont eu une surface couronnée d'environ 8 m² produisant 11000 gousses par an, équivalent à environ 220 000 graines [9]. Cependant, dans une zone un peu plus sèche, les plantes les plus productives, poussant à proximité d'une plaine inondable, ont eu une zone couronnée similaire, mais avec une production de 3100 gousses par an, soient environ 63000 graines. Un individu de l'espèce peut produire jusqu'à 220000 graines par an [10].

Une étude réalisée par [11] au sein du delta du Mékong au Vietnam a révélé que le nombre moyen de semences dans la terre arable est de 100 graines par mètre carré. En revanche, une moyenne de 12000 graines par mètre carré a été signalée dans une zone au nord de l'Australie [9]. Parallèlement, [12] ont montré que plusieurs mares du Parc National du Niokolo Koba sont colonisées par cette plante invasive avec un degré d'infestation très sévère. Toutefois, aucune donnée sur les caractéristiques des graines de cette espèce invasive au Sénégal n'est encore disponible encore moins une méthode de contrôle. Il s'avère donc important de mener des recherches dans ce sens pour une meilleure gestion possible de ses populations invasives.

C'est dans ce cadre que cette étude a été menée afin de caractériser les populations de *Mimosa pigra* du point de vue de la production, de la variabilité du poids des graines, de la capacité de flottabilité et de la germination. A cela s'ajoute la recherche d'une stratégie de contrôle de *Mimosa pigra* qui constitue un enjeu fondamental pour restaurer les écosystèmes envahis.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

SITE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée dans le Parc National du Niokolo Koba notamment dans les mares de Simenti, Kountadala et Nianaka faisant partie des mares les plus importantes de cette aire protégée [13]. Le parc est situé dans le sud-est du Sénégal, entre les parallèles 12°30 et 13° 20 de latitude nord et entre les méridiens 18°30 et 13°42 de longitude ouest, sur la limite des régions administratives de Tambacounda, de Kolda et de Kédougou [14]. Il couvre une superficie de 9 130 km² en comptant la zone tampon [15].

Le climat, de type soudanien (900-1200 mm de pluie) avec une saison pluvieuse allant de juin à octobre, favorise une végétation de transition entre la savane soudano-guinéenne et la savane guinéenne [15]. Selon les mêmes auteurs, le

système hydrographique du Parc représente plus de 10% du bassin versant du fleuve Gambie (77000 km²) qui le parcourt sur près de 200 km. Ses deux affluents majeurs sont la Koulountou à l'Ouest et le Niokolo à l'Est. Les crues de ces derniers dépendent des pluies locales et celles en provenance de la République de Guinée. Ces apports latéraux contribuent à la crue rapide du fleuve Gambie malgré la faiblesse de la pente (0,27%) de son profil long dans le Parc [8]. Lorsque la crue du fleuve atteint une certaine hauteur, les eaux inondent les mares et y demeurent pendant plusieurs mois. Les mares sont essentiellement disposées le long des principaux cours d'eau (Gambie, Koulountou, Niokolo) avec lesquels elles sont interconnectées.

MATÉRIEL VÉGÉTAL

Il est constitué des populations de *Mimosa pigra* des mares de Simenti, Kountadala et Nianaka qui couvrent respectivement 11, 30 et 32 ha. *Mimosa pigra* est un arbuste buissonnant, drageonnant [16]. Elle atteint généralement 2 à 3 m de haut [8]. Toutefois, cette légumineuse peut atteindre jusqu'à 6 m de hauteur [20].

Cette espèce présente deux épines courbes opposées à la base du pétiole, une épine fine à la base de chaque paire de pinnules et deux épines opposées, l'une droite, l'autre courbe ou parfois les deux à peu près semblables entre les paires de pinnules [8]. Les feuilles alternes, composées bipennées sont constituées de 5 à 16 paires de pinnules de 3 à 8 cm avec 12 à 30 paires de foliolules [8]. Elles sont sensibles et présentent un rachis qui mesure 8 à 12 cm de long. L'infructescence peut porter une grappe de 1 à 30 gousses pubescentes.

Les fruits sont des gousses plates articulées, de couleur marron à maturité, étalées en éventail par 5 à 10 au sommet d'un pédoncule de 4 cm. La surface du fruit est couverte de longs poils dorés, hirsutes et entrecroisés. Ces poils leur permettent de flotter sur l'eau et d'adhérer aux cheveux ou vêtements, donc contribue beaucoup à sa dispersion [17]. Au nord de l'Australie, le nombre moyen de graines par gousse est 21, avec 7,1 gousses par infructescence [18].

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie d'étude a consisté à la caractérisation des populations de *Mimosa pigra* dans les trois mares et à la détermination d'une méthode de contrôle de ces populations invasives.

CARACTÉRISATION DES POPULATIONS DE MIMOSA PIGRA DES MARES

Pour caractériser les populations de *Mimosa pigra* dans les trois mares, une série d'échantillonnage et de mesures a été réalisée. Les mares de Nianaka, Simenti et Kountadala sont occupées par les peuplements denses impénétrables de *Mimosa pigra* à hauteur de 93, 47 et 99%, respectivement. Dans chacune des trois mares retenues pour cette étude, 30 plantes individualisées ont été sélectionnées au hasard dans la population de *Mimosa pigra*. Pour évaluer la production en graines de cette espèce végétale, sur chaque plante, le nombre total d'infructescences par plante (NIP), le nombre de gousses par infructescence (NGI) et le nombre de graines par gousse (NGG) ont été déterminés. Sur chacune des 30 plantes sélectionnées, 10 graines ont été choisies au hasard et le poids sec de chaque graine déterminé à l'aide d'une balance de précision. Le nombre total de graines par plante (P) a été calculé par la formule $P = NIP \times NGI \times NGG$.

Pour déterminer la durée de flottabilité des gousses, 5 ont été choisies sur les gousses déjà récoltées et par site. Chaque gousse a été segmentée en autant de parties que de graines la constituant. Pour chaque site, 3 lots de 20 segments chacun ont été choisis et mis dans des gobelets remplis d'eau provenant des mares envahies par *Mimosa pigra*. Un suivi régulier de 24 heures des gobelets a été effectué.

Pour déterminer les caractéristiques germinatives des graines de *Mimosa pigra*, des gousses ont été récoltées sur les 30 plantes préalablement choisies puis les graines ont été extraites. Ces dernières ont été scarifiées par abrasion avec du papier-sable pour lever l'inhibition tégumentaire. Pour chaque site, 100 graines de *Mimosa pigra* ont été sélectionnées puis placées dans des boîtes de Pétri contenant de la vermiculite humidifiée et recouvertes d'un papier filtre. Les boîtes fermées par du parafilm ont été placées au laboratoire à température ambiante et le taux de germination des graines a été suivi au quotidien pendant 10 jours.

DETERMINATION D'UNE METHODE EFFICACE DE CONTROLE DES POPULATIONS DE MIMOSA PIGRA

La deuxième partie de cette étude a consisté à la préparation du périmètre expérimental en première année et à la réalisation de l'expérimentation aux deuxième et troisième années.

Une année avant la mise en place de l'essai, le périmètre expérimental a été préparé. Pour ce faire ; une superficie de 4180 m² a été délimitée dans la mare de Nianaka occupée par *Mimosa pigra*, ensuite, toutes les gousses, des plantes sur pied se trouvant dans le périmètre, ont été minutieusement collectées et mises dans des sacs pour éviter la dissémination des graines. Une opération de coupe à blanc (au collet) des plantes de *Mimosa pigra*, suivie du ramassage des débris et de la mise en sac ont été réalisés. Elles ont par la suite été dessouchées à une profondeur de 30 cm suivant un carré de 0,5 m de côté autour de la plante (rhizosphère). Les trous réalisés, à cet effet, ont été rebouchés avec la terre végétale préalablement enlevée puis compactés. Enfin, toute la biomasse obtenue au terme de ces opérations de coupe et de dessouchage, a été transportée hors de la mare.

Un an après la préparation du périmètre expérimental, le comptage du nombre de plantules et du nombre de rejets sur l'ensemble de la parcelle a été effectué avant la mise en place de l'expérience. Le dispositif expérimental qui est en blocs aléatoires complets avec 4 répétitions comparant 3 méthodes de contrôle sur des parcelles unitaires de 3x2 m (6 m²). Chaque traitement a été répété 3 fois à l'intérieur de chaque bloc soit au total 36 unités expérimentales (Figure 1). Les trois niveaux du facteur méthode de contrôle étudié sont : décapage de la terre végétale et excavation de 20 cm de profondeur (modalité A) ; déracinement des plantules à l'aide d'une houe (modalité B) ; déracinement des plantules à l'aide d'une houe + paillage de la parcelle unitaire combiné au brûlage (modalité C).

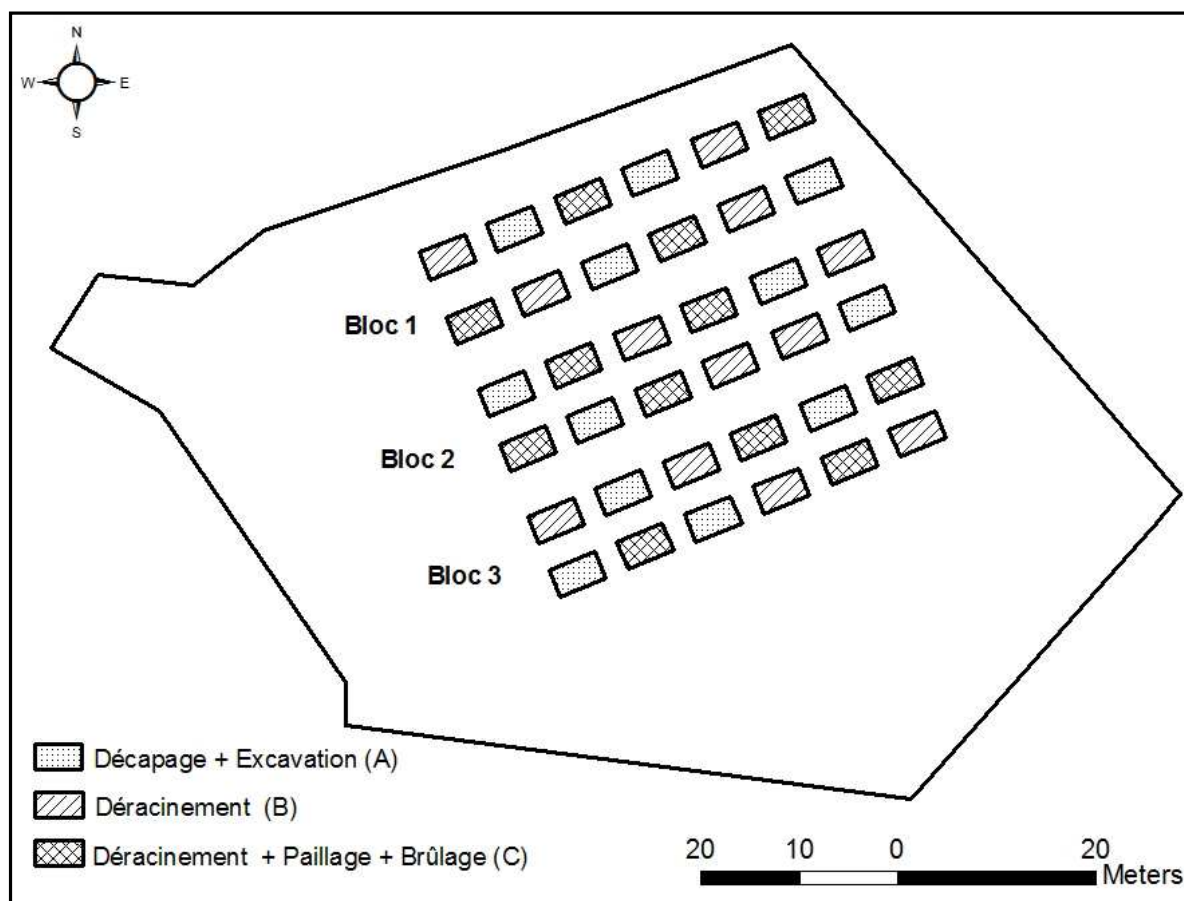


Fig. 1: Plan du dispositif expérimental

Au cours de la troisième année de cette étude, une série d'observations et mesures ont été réalisées sur la parcelle expérimentale. Elles ont concerné le nombre de plantules et de rejets relevé au niveau de toutes les unités expérimentales afin de comparer l'efficacité des méthodes de contrôle appliquées.

ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant le logiciel Statistix (version 8.1) suivant une analyse de la variance (ANOVA). Le test de Tukey a été utilisé pour comparer les moyennes des variables au seuil de probabilité de 5 % ($P < 0,05$) [19].

Les corrélations entre le nombre total de graines par plante et ses composantes (le nombre d'infructescence par plante, le nombre de gousse par infructescence, le nombre de graine par gousse) ont été déterminées. Parallèlement, les corrélations entre le poids des graines, la capacité flottante et le taux de germination ont été également vérifiées. Les coefficients sont calculés à partir des 30 observations. Cette analyse est associée à un seuil de probabilité déterminant les corrélations significatives qui sont marquées à $P < 0,05$.

RÉSULTATS

PRODUCTION DE GRAINES ET SES COMPOSANTES

Les résultats de l'ANOVA appliquée sur les données obtenues n'ont révélé qu'une différence très hautement significative entre le nombre d'infructescences par plante au niveau des sites ($F = 29,33$; $P < 0,0001$) (Tableau 1) et entre le nombre de graines par gousse ($F = 18,41$; $P < 0,0001$) enregistré dans ces mêmes sites (Tableau 2).

Tableau 1: Résultats ANOVA appliquée sur le nombre d'infructescence par plante

Source de variation	DF	Somme des Carrés	Moyenne des Carrés	F	P
Site	2	7733,1	3866,54	29,33	0,0000
Plante	29	3999,2	137,9	1,05	0,4304
Erreur	58	7646,2	131,83		
Total	89	19378,5			

Tableau 2: Résultats ANOVA appliquée sur le nombre de graines par gousse

Source de variation	DF	Somme des Carrés	Moyenne des Carrés	F	P
Site	2	129,206	64,6029	18,41	0,0000
Plante	29	142,945	4,9291	1,4	0,1348
Erreur	58	203,506	3,5087		
Total	89	475,657			

De plus, cette même analyse statistique laisse apparaître une différence non significative ($P > 0,05$) entre le nombre moyen de gousses par infructescence au sein de la population et par site (Tableau 3).

Tableau 3: Résultats ANOVA appliquée sur le nombre moyen de gousses par infructescence

Source de variation	DF	Somme des Carrés	Moyenne des Carrés	F	P
Site	2	3,8134	1,90668	1,56	0,2178
Plante	29	16,9613	0,58487	0,48	0,9832
Error	58	70,6686	1,21842		
Total	89	91,4432			

En outre, la production de graines par plante de *Mimosa pigra* varie de manière hautement significative selon les sites ($F = 11,41$; $P = 0,0001$) (Tableau 4).

Tableau 4: Résultats ANOVA appliquée sur le nombre total de graine produite par plante

Source de variation	DF	Somme des Carrés	Moyenne des Carrés	F	P
Site	2	1,642E+07	8212118	11,41	0,0001
Plante	29	1,919E+07	661754	0,92	0,5884
Erreur	58	4,176E+07	719967		
Total	89	7,737E+07			

Cependant, quelque soit le site, l'influence de la plante sur le nombre total de graines n'est pas significative ($F = 0,92$; $P < 0,05$). Par ailleurs, les résultats de l'ANOVA montrent que le poids des graines de *Mimosa pigra* est différent entre les sites et au sein d'une même population à un niveau très hautement significatif ($F = 75,34$; $P < 0,0001$; $F = 4,10$; $P < 0,0001$) (Tableau 5).

Tableau 5: Résultats ANOVA appliquée sur le poids des graines

Source de variation	DF	Somme des Carrés	Moyenne des Carrés	F	P
Site	2	1987,58	993,791	75,34	0,0000
Plante	17	918,72	54,042	4,10	0,0000
Erreur	520	6859,05	13,190		
Total	539	9765,35			

Les tests de comparaisons multiples de Tukey appliqués sur ces données laissent apparaître deux groupes homogènes distincts (a et b) en ce qui concerne le nombre d'infructescences par plante. Il s'agit du site de Simenti avec en moyenne 30,56 infructescences par plante contre ceux de Kountadala et Nianaka avec en moyenne 10,94 infructescences par plante (Figure 2).

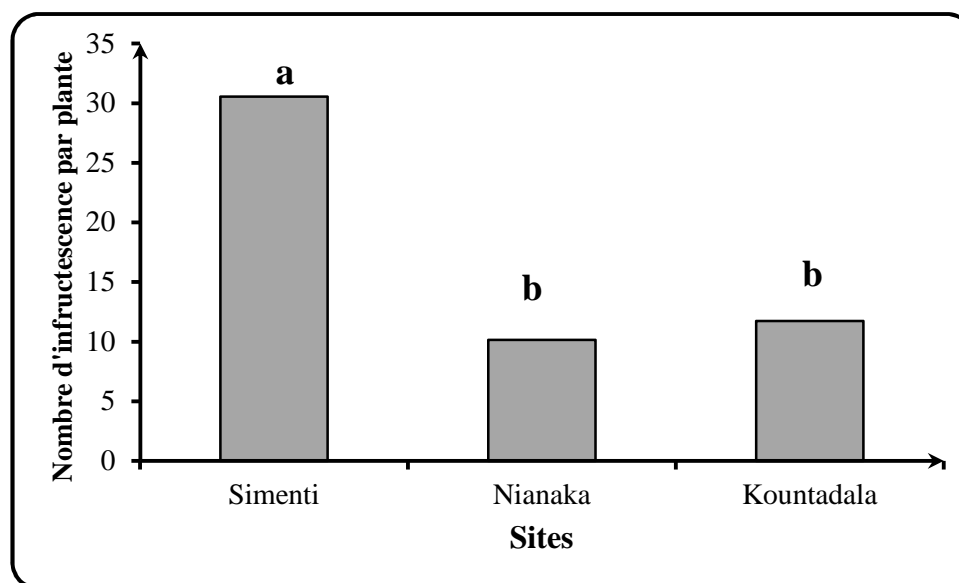


Fig. 2 : Nombre moyen d'infructescences par plante dans chaque site

Parallèlement, le nombre de graines par gousse est significativement plus élevé chez les plantes des sites de Nianaka et de Kountadala que dans celles de Simenti (Figure 3).

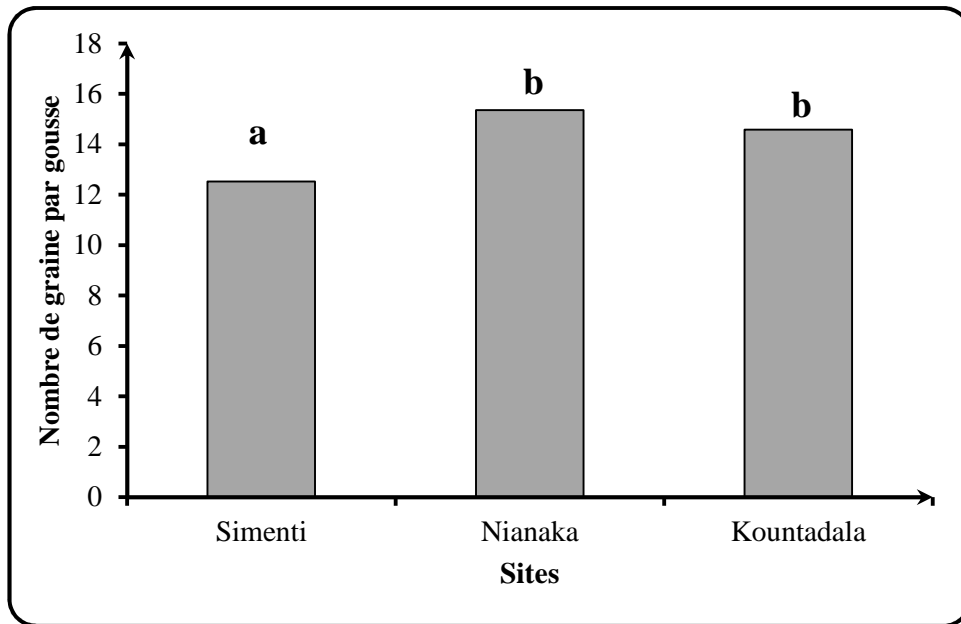


Fig. 3 : Nombre moyen de graines par gousse dans chaque site

En ce qui concerne les tests appliqués sur le nombre moyen de gousses par infructescence dans les différents sites, les résultats (figure 4) montrent que ce nombre varie en fonction des sites et est plus important à Kountadala, puis à Simenti, suivi de Nianaka avec respectivement 3,88 ; 3,48 et 3,41 gousses par infructescence.

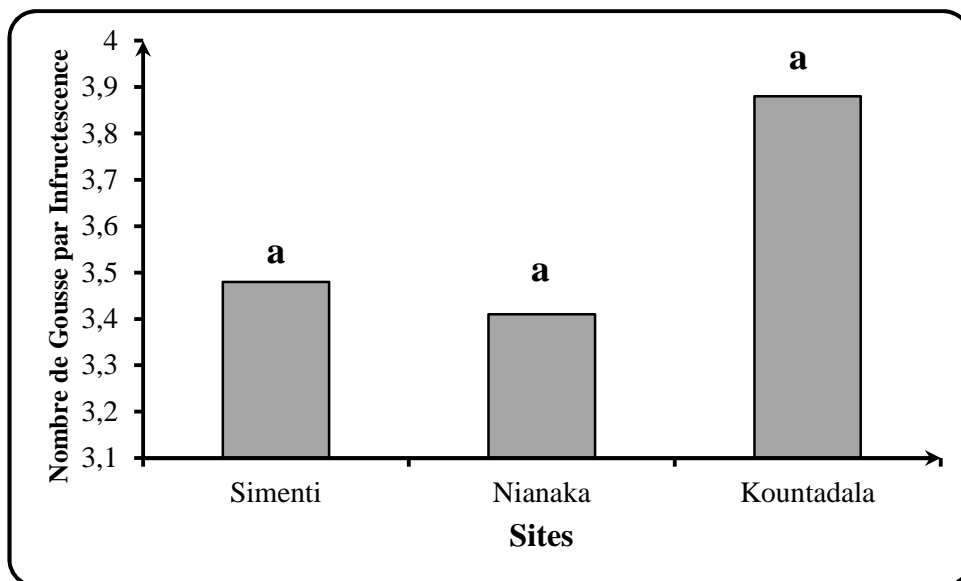


Fig. 4 : Nombre moyen de gousse par infructescence dans chaque site

En outre, le test de Tukey montre que la population de *Mimosa pigra* de Simenti enregistre la production en graines la plus élevée avec 1493,1 graines contre celles de Kountadala et Nianaka qui affichent en moyenne 596,8 graines par plante (Figure 5).

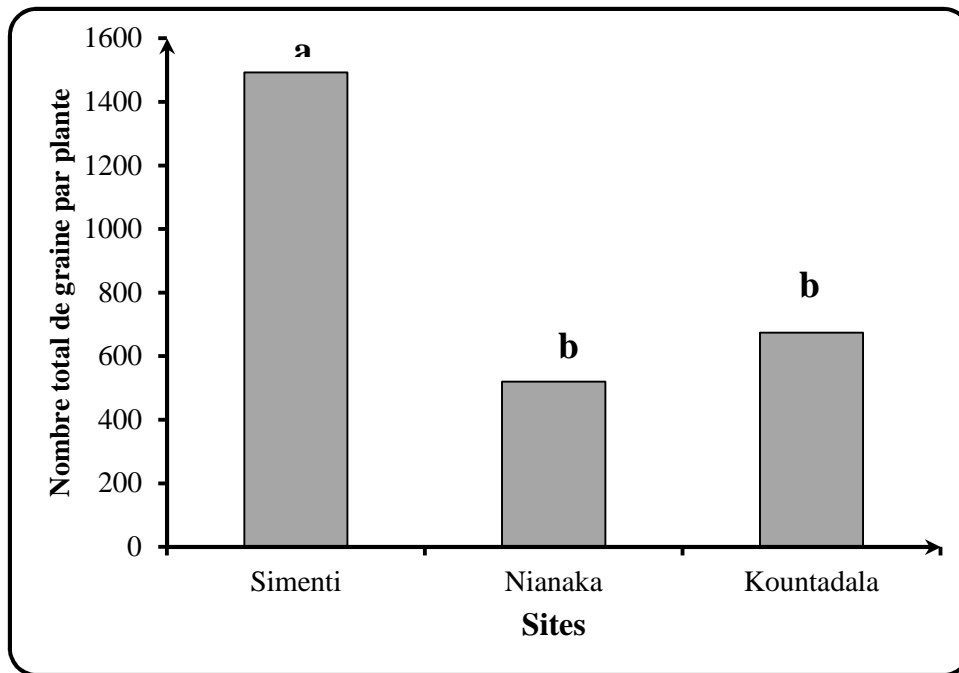


Fig. 5 : Nombre total moyen de graines par plante dans les sites

Par ailleurs, ce même test de Tukey appliqué sur le poids des graines révèle trois groupes homogènes distincts (a, b et c) correspondant aux sites de Kountadala, Simenti et Nianaka avec respectivement 21, 18 et 16 mg (Figure 6).

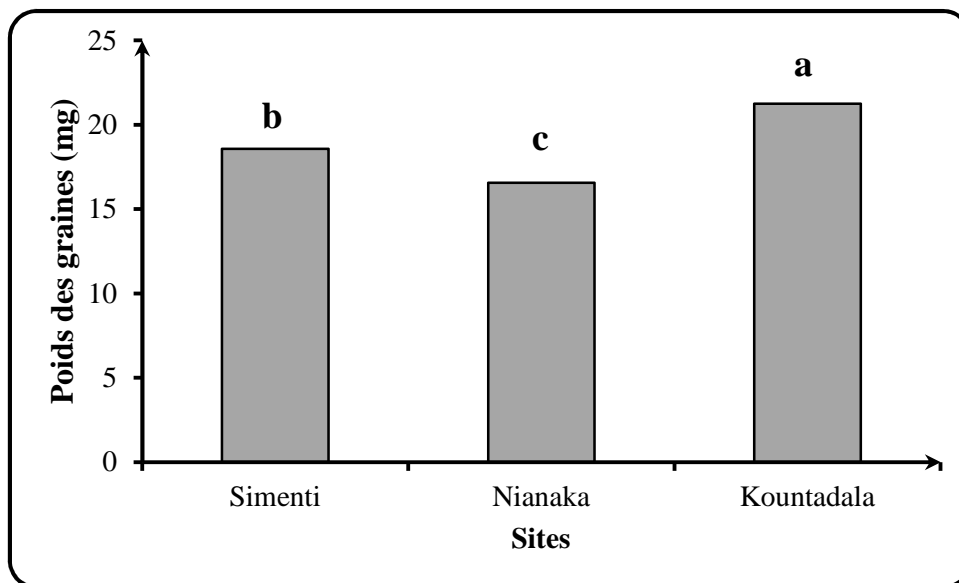


Fig 6 : Poids moyen des graines par site

CORRELATION ENTRE LES DIFFERENTES COMPOSANTES DE LA PRODUCTION DE GRAINES

Le tableau 6 présente les coefficients de corrélation entre les différents paramètres de rendement de *Mimosa pigra* respectivement dans les sites de Nianaka, Kountadala et Simenti.

Les résultats de l'analyse montrent que le nombre total de graines par plante (P) est significativement corrélé au nombre d'infructescence par plante et au nombre de graines par gousse dans le site de Nianaka alors que dans le site de Kountadala, il est significativement corrélé aussi bien au nombre d'infructescences par plante qu'au nombre de gousses par infructescence et au nombre de graines par gousse. Dans le site de Simenti, une corrélation positive significative est observée entre les quatre variables mesurées.

Tableau 6 : Matrice de corrélation des caractéristiques botaniques de *M. pigra* dans les sites de Nianaka, Kountadala et Simenti

Sites	Variables	NIP	NGI	NGG	P
Nianaka	NIP	1	-0,283937	0,061468	0,765713 *
	NGI		1	0,100665	0,282558
	NGG			1	0,430731 *
	P				1
Kountadala	NIP	1	0,134301	0,044004	0,75515*
	NGI		1	-0,013041	0,606567*
	NGG			1	0,383006*
	P				1
Simenti	NIP	1	0,508175*	0,045691	0,911871*
	NGI		1	0,110228	0,716582*
	NGG			1	0,264004
	P				1

NIP : Nombre d'infructescences par plante ; NGI : Nombre de gousses par infructescence ; NGG : Nombre de graines par gousse ; P : Nombre total de graines par plante ; * : Corrélation significative ($P < 0,05$).

CAPACITE FLOTTANTE DES GOUSSES, CAPACITE ET CINETIQUE DE GERMINATION DES GRAINES DE *MIMOSA PIGRA*

Les résultats du test de flottabilité des gousses de *Mimosa pigra* sont présentés sur la figure 7.

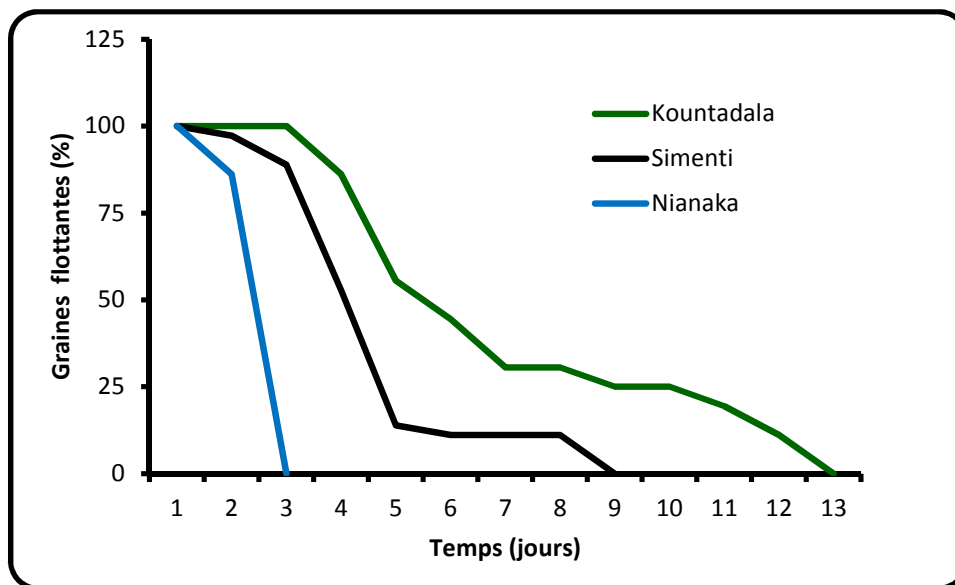


Fig. 7: Capacité flottante des graines de *Mimosa pigra*

Cette dernière montre que les gousses provenant des plantes de la mare de Kountadala ont une durée de flottabilité beaucoup plus importante (13 jours) comparé aux gousses collectées à Simenti et à Nianaka qui flottent dans l'eau respectivement pendant une durée de 9 et 3 jours.

Les résultats obtenus sur le test de germination des graines de *Mimosa pigra* (Figure 8) révèlent que les graines provenant des plantes de la mare de Kountadala ont le meilleur taux de germination avec 88,2 % en moyenne, suivi de celles de Simenti (82,6 %) et de Nianaka (40,6 %).

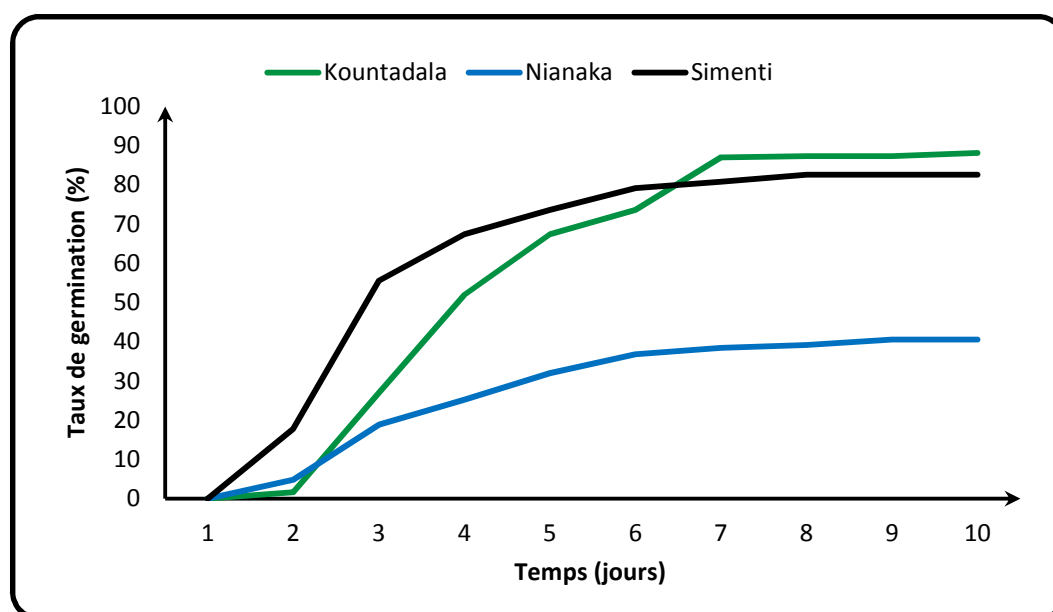


Fig. 8: Capacité et cinétique de germination des graines de *Mimosa pigra* provenant des trois sites

Cette même performance a été notée concernant la cinétique de germination. L'analyse de la figure 8 a également révélé que les graines en provenance de Nianaka et de Simenti ont commencé à germer dès le 1^{er} jour contrairement à celles de Kountadala qui ont débuté au 2^{ème} jour. Le taux de germination maximale est atteint au 6^{ème} jour pour les graines en provenance de Nianaka et de Simenti et au 7^e jour pour celles de Kountadala.

CORRÉLATION ENTRE LA FLOTTABILITÉ DES GOUSSES, LE TAUX DE GERMINATION ET LE POIDS DES GRAINES

Les résultats de l'analyse de corrélation effectuée sur les données des trois sites révèlent que la durée de la flottabilité est négativement corrélée au taux de germination et au poids des graines dans les sites de Kountadala et de Simenti (Tableau 7).

Tableau 7 : Matrice de corrélation de la flottabilité, germination et poids des graines de *M. pigra* dans les sites de Nianaka, Kountadala et Simenti

Sites	Variables	Flottabilité	Germination	Poids
Nianaka	Flottabilité	1	0.245145	-0.755929
	Germination		1	0.449366
	Poids			1
Kountadala	Flottabilité	1	-0.517975	-0.253820
	Germination		1	0.656652
	Poids			1
Simenti	Flottabilité	1	-0.918687*	-0.588822
	Germination		1	0.631718
	Poids			1

: Corrélation significative ($p < 0,05$)

Cette corrélation négative n'est significative ($P < 0,05$) qu'entre la durée de la flottabilité et le taux de germination des graines du site de Simenti. Par contre dans le site de Nianaka, la durée de la flottabilité est positivement corrélée au taux de

germination et négativement au poids des graines. Dans les trois sites, une corrélation positive est observée entre le taux de germination et le poids des graines.

METHODES DE CONTROLE DE MIMOSA PIGRA

Les résultats des statistiques descriptives appliquées sur les séries de données obtenues révèlent en moyenne 4,83 plantules par 0,25 m² et 1,65 rejet par 25 m² avec un coefficient de variation respectif de 69,1 et 74,2% (Tableau 8). Le nombre de plantules par unité de surface varie entre 0 et 14 tandis que le nombre de rejets fluctue entre 0 et 4.

Tableau 8: Résultats des statistiques descriptives sur le nombre de plantules et de rejets observés après la préparation du terrain à l'année 2

Type	Parcelle unitaire	Nombre d'observations	Moyenne	Variation (Nombre d'individu / unité de surface)	CV (%)
Plantule	0,5 x 0,5m	30	4,83	0 - 14	69,1
Rejet	5 x 5m	20	1,65	0 - 4	74,2

CV : Coefficient de Variation

Un an après l'application des traitements, les données obtenues sur le nombre de plantules (Tableau 9) révèlent une différence hautement significative ($P < 0,001$) entre les méthodes de contrôle.

Tableau 9 : Résultats de l'analyse de la variance

Source de variation	Df	Somme des Carrés	Moyenne des Carrés	F	P
Bloc	2	28,5	14,25		
Traitements	2	165,167	82,583	12,99	0,0001
Erreur	31	197,083	6,35		
Total	35	390,75			

ANOVA : Analysis Of Variance (Analyse de Variance) ; Df : Degree of freedom (Degré de liberté) ; F : Fisher ; P : Probabilité

Le test de comparaison des moyennes de Tukey identifie deux groupes homogènes (a et b) (Figure 9). Le groupe (a) est constitué des traitements « Décapage + Excavation » et « Déracinement + Paillage + Brûlage » et le groupe (b) exclusivement du traitement « Déracinement ». Les parcelles sur lesquelles le décapage associé à l'excavation est appliqué enregistrent 0,58 plantule par unité de surface (0,25 m²) alors que celles dont le traitement est constitué par le déracinement associé au paillage et au brûlage donnent 2 plantules. De plus, la méthode de contrôle « Déracinement » affiche un nombre moyen de plantules égal à 5,66.

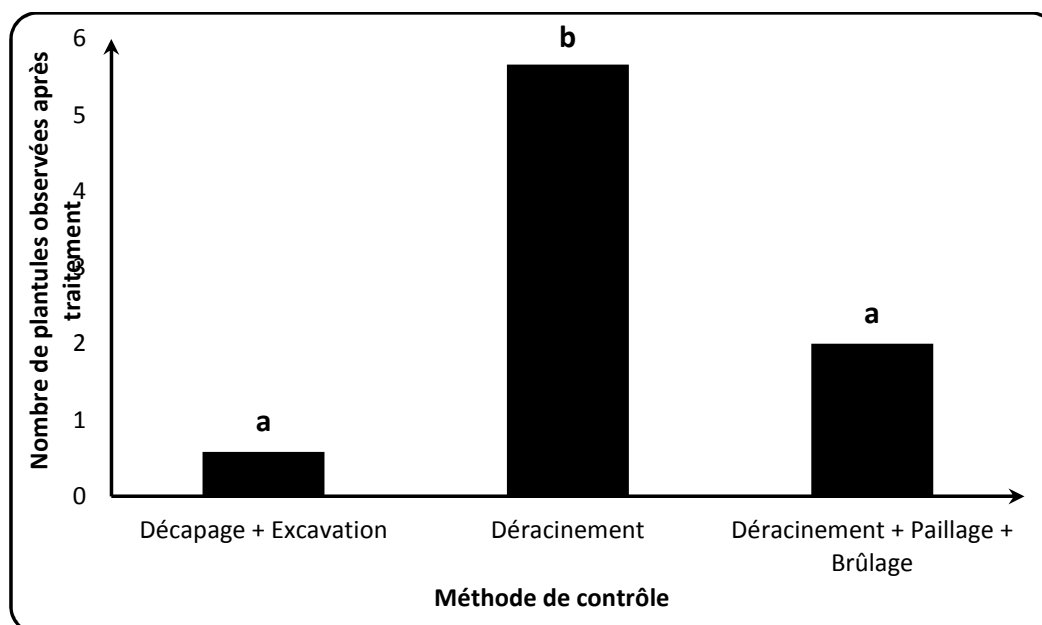


Fig. 9 : Nombre moyen de plantule enregistré après les traitements

DISCUSSION

PRODUCTION DE GRAINES ET SES COMPOSANTES

Les résultats obtenus ont montré que le nombre d'infructescences par plante est plus élevé chez les plantes de *Mimosa pigra* du site de Kountadala que dans les deux autres sites. Ceci résulterait d'un nombre de ramifications des plantes plus important dans ce site ; ce qui pourrait s'expliquer par l'effet des caractéristiques du sol sur la production d'infructescences. En effet, les travaux d'Ouafae (communication personnelle) sur *Jatropha curcas* montrent que le nombre de ramifications et par la même occasion la production de fruits augmentent dans les parcelles irriguées avec des eaux usées épurées comparativement à celles irriguées avec de l'eau pure. Parallèlement, les résultats de l'ANOVA montrent que la différence entre le nombre de graines par gousse est très hautement significative entre les populations des trois sites laissant apparaître deux groupes homogènes distincts entre ces sites. Ces résultats concordent bien avec ceux obtenus par [20] qui rapportent que chaque gousse de *Mimosa pigra* renferme 8 à 25 graines. De plus, au nord de l'Australie, le nombre moyen de graines par gousse est 21 contre 20,1 en Thaïlande et 14,2 au Mexique [18].

En définitif, le nombre de graines par gousse de *Mimosa pigra* enregistré dans le Parc National du Niokolo Koba est presque similaire aux résultats obtenus dans son aire d'origine.

En outre, l'analyse statistique ne révèle aucune différence significative entre le nombre de gousses par infructescence entre les populations de *Mimosa pigra* des trois sites. Ces résultats entrent dans la gamme définie par [17]. En effet, selon cet auteur, l'infructescence peut porter une grappe de 1 à 30 gousses pubescentes. De plus, cette production de gousses est légèrement supérieure à celle obtenue par [18] au Mexique (3 gousses par infructescence), pays d'origine de l'espèce étudiée ; et inférieure à la production dans les zones introduites comme au nord de l'Australie et la Thaïlande avec respectivement 7,1 et 5,7 gousses par infructescence. Cette situation pourrait s'expliquer par des conditions environnementales (les facteurs pédoclimatiques et les ravageurs) différentes entre son pays d'origine et les pays d'introduction dont le Sénégal ; ce qui limiterait le développement de *Mimosa pigra*. Par exemple, l'espèce est attaquée par plus de 400 espèces d'insectes herbivores et champignons parasites en Amérique ([21], [22]) alors qu'il y en a 10 fois moins dans les régions envahies d'Australie [23]. Ainsi, la production de gousses de *Mimosa pigra* au Sénégal est moins importante que celle obtenue en Australie et en Thaïlande. Toutefois, elle est supérieure à celle enregistrée dans son aire d'origine.

En ce qui concerne la production de graines par plante, la comparaison intersites montre qu'elle est différente entre les sites à un niveau très hautement significatif avec d'une part, Simenti qui enregistre la production la plus élevée contre Kountadala et Nianaka. Les populations de *Mimosa pigra* du site de Simenti produisent deux fois et demie de graines que

celles de Nianaka et Kountadala. Toutefois, ce taux de production est inférieur à celui obtenu en condition contrôlée par [24] qui démontrent que *Mimosa pigra* peut produire en serre en moyenne 8 000 graines par plante. Par ailleurs, au plan de la variabilité du poids des graines, le test de Tukey révèle une différence significative entre les sites. En effet, ce poids est plus élevé à Kountadala qu'à Simenti et Nianaka. Toutefois, ces résultats obtenus dans le Parc National du Niokolo Koba sur le poids des graines de *Mimosa pigra* sont différents de ceux obtenus en Australie par [20] qui donnent un poids moyen de 9 mg. Cette différence de poids des graines pourrait s'expliquer par une différence variétale entre les populations de *Mimosa pigra* du Sénégal et d'Australie qui sont tous les deux des zones envahies par cette espèce.

CAPACITÉ FLOTTANTE, CAPACITÉ ET CINÉTIQUE DE GERMINATION DES GRAINES DE MIMOSA PIGRA

Les résultats du test de flottabilité des gousses de *Mimosa pigra* révèlent que celles provenant de Kountadala mettent beaucoup plus de temps pour se déposer en profondeur, sous l'eau de la mare, avec une durée de 13 jours contrairement aux gousses collectées à Nianaka qui affichent la plus faible capacité flottante avec 3 jours. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les gousses collectées à Kountadala sont de meilleure qualité comparativement à celles récoltées chez les deux autres mares.

Les tests de germination réalisés sur les graines collectées au niveau des trois sites ont révélé que les graines en provenance de Nianaka et Simenti ont commencé à germer à partir du premier jour après la mise en place de l'expérimentation et au deuxième jour pour celles en provenance de Kountadala. Les graines récoltées à Simenti présentent plus de facilité à germer avec en moyenne 17 %, alors que celles de Nianaka et de Kountadala enregistrent respectivement un taux de 4% et 1% au deuxième jour. Toutefois, au terme des dix jours, le meilleur taux de germination est enregistré avec les graines en provenance de Kountadala, suivi de Simenti puis de Nianaka. Il semblerait que le niveau d'infestation de ces mares, qui est certainement lié à l'âge des populations de cette espèce au niveau de ces zones, aurait une influence sur le taux de germination car les mares les plus infestées présentent les taux de germination les plus élevés.

CORRÉLATION ENTRE LES PARAMÈTRES ÉTUDIÉS

C'est seulement à Kountadala que le nombre total de graines par plante est positivement corrélé et de manière significative au nombre d'infructescences par plante, au nombre de gousses par infructescence et au nombre de graines par gousse. Ceci s'explique par le fait que le rendement en graines (production totale de graine par plante) est dépendant de toutes ses composantes pour le site de Kountadala contrairement à Simenti et Nianaka où ce paramètre est expliqué par le nombre d'infructescence par plante associé soit du nombre de graine par infructescence soit au nombre de graine par gousse selon le site (Simenti ou Nianaka).

De plus, l'analyse holistique des résultats obtenus fait ressortir une corrélation négative très forte entre le taux de germination et la flottabilité des graines pour le site de Simenti. En effet, au niveau de ce site, plus la capacité flottante est faible, plus le taux de germination est élevé et vice versa. Ce qui pourrait s'expliquer par la qualité des graines puisque l'expérience a montré que des graines de mauvaise qualité ont toujours tendance à avoir une durée de flottabilité plus grande que les bonnes graines. De plus, ces dernières donnent toujours de meilleurs taux de germination comparativement à celles de qualité moindre.

METHODES DE CONTROLE DE MIMOSA PIGRA

Les résultats de la statistique descriptive appliquée sur les séries de données obtenues révèlent que malgré le dessouchage de *Mimosa pigra* en première année, des rejets ont été décomptés sur l'ensemble du périmètre expérimental. Ceci s'explique par le fait que certaines de ces plantes n'ont pas été correctement coupées entraînant du coup leur régénération par rejet. Selon [25], la plante de *Mimosa pigra* peut être tuée si elle est coupée à environ 10 cm au-dessous du niveau du sol. Toutefois, si la coupe est effectuée entre 0 à 15 cm au dessus du sol, la plante ne meurt pas et repousse. Selon [26], la multiplication végétative se fait par rejets de souches ou de racines après leur coupe. Ce mode de propagation est noté généralement à la suite d'une attaque mécanique ou manuelle des peuplements de l'espèce.

Une moyenne de 4,83 plantules par 0,25 m² a été dénombrée sur l'ensemble du périmètre expérimental. Cette situation s'expliquerait par le fait que les graines des plantes matures qui occupaient le terrain l'année précédente étaient certainement tombées à la surface du sol lors des opérations de collecte des gousses et de dessouchage et les graines enfouies à une profondeur inférieure à 10 cm ont certainement germé l'année suivante. Ceci a été facilité par la saison des pluies favorisant ainsi la germination des graines de *Mimosa pigra*. En effet, cette période correspondant à la phase de

préparation du site d'essai a été marquée par des inondations allant de juillet à décembre avec en moyenne 1212 mm de pluies enregistrées. De plus, le niveau de remplissage du site (mare de Nianaka) est allé jusqu'à hauteur de 80 cm.

La surface du sol reçoit également beaucoup plus de graines que les couches inférieures du sol. Ce qui est attesté par les résultats de [27] dans deux régions au Nord de l'Australie (Bas Fleuve Adelaïde et Haut Fleuve Adelaïde). En effet, les résultats de cet auteur ont révélé qu'une grande partie des semences sont à la surface du sol dans les deux régions. Dans le Bas Fleuve Adelaïde, le nombre de graines à la surface est constamment plus important que dans la couche supérieure du sol, alors que l'inverse est observé pour la Haut Fleuve Adelaïde. Le nombre de graines diminue clairement en fonction de la profondeur dans le sol. En général, les graines enfouies dans le sol à une profondeur de plus de 10 cm ne germent avec succès que si elles sont ramenées à la surface [28].

A la troisième année, les résultats montrent que la différence entre les traitements appliqués est très hautement significative ($P < 0,001$). En effet, la méthode de contrôle « Décapage + Excavation » est sensiblement plus efficace que la méthode « Déracinement + Paillage + Brûlage ». Par contre, le traitement « Déracinement » enregistre 5,66 individus. Cette situation s'explique par le fait que bon nombre de graines enfouies dans le sol ont été enlevées sur une profondeur de 20 cm avec la méthode de contrôle (A) diminuant ainsi le nombre de graines dans la banque de semences, ce qui est confirmé par les résultats des recherches de [27]. En effet, selon ces auteurs, le nombre de graines diminue clairement en fonction de la profondeur dans le sol. C'est certainement le décapage de la terre végétale qui a entraîné l'enlèvement des graines du sol. A cela s'ajoute l'effet du remplissage de la mare par les eaux de pluies à plus de 80 cm sur une période de 7 mois. Les graines de *Mimosa pigra* peuvent germer toute l'année si le sol est humide mais non inondée. Cependant, la plupart des germinations ont lieu au début et à la fin de la saison humide.

La méthode (B) consistant en un déracinement exclusif a donné des résultats supérieurs à ceux obtenus en deuxième année en ce qui concerne le nombre moyen de plantules observés après application du traitement (5,66 contre 4,83). C'est certainement les graines qui étaient contenues sous la canopée en année 1 qui ont germé. En Australie, bon nombre de graines, environ 1500 graines/m² [29] germent sous la canopée à l'état libre, car elles se posent sur le sol nu et humide laissé par les eaux de décrue en mai et juin. Leur taux de survie pendant la saison sèche est faible et dépend largement de la disponibilité de sol humide. La méthode de contrôle (C) essentiellement basée sur l'usage du feu après le déracinement et le paillage vient en seconde position avec en moyenne 2 plantules décomptées par parcelle unitaire un an après l'application du traitement. Le feu a certainement stimulé la germination de la plupart des graines des couches superficielles du sol et que bon nombre de graines ont été tuées par la submersion de la mare due à la pluie et aux eaux de ruissellement. Dans certains cas, la dormance est levée par le feu [30]. Au Cambodge, les populations ont noté que le feu facilite la germination des diaspores de *Mimosa pigra* [31].

Toutefois, le test de Tukey de comparaisons multiples des moyennes identifie deux groupes homogènes (a et b) entre les traitements appliqués. Il s'agit d'une part du groupe (a) constitué des traitements (A) « Décapage + Excavation » et (C) « Déracinement + Paillage + Brûlage » et d'autre part du groupe (b) du traitement (B) « Déracinement ». Ce qui veut dire que les traitements (A) et (C) ont statistiquement les mêmes effets sur le contrôle des populations de *Mimosa pigra* avec une légère dominance de la méthode (A) en termes d'efficacité.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude a permis de mettre en évidence quelques caractéristiques des populations invasives de *Mimosa pigra* et par la même occasion de comparer trois méthodes de contrôle de cette espèce dans trois mares au Parc National du Niokolo Koba. Il en est ressorti une variation intersites des paramètres étudiés. Les populations de *Mimosa pigra* de Simenti sont largement plus productives en graines que celle de Kountadala et Nianaka. En outre, le décapage de la terre végétale associé à l'excavation sur une profondeur de 20 cm semble être la meilleure méthode de contrôle de *Mimosa pigra* comparativement au déracinement exclusif et à la méthode « déracinement associé au paillage et au brûlage ». Toutefois, force est de savoir que ces résultats n'ont pu être obtenus que grâce à une gestion relativement bonne des graines en amont et en aval. Donc, pour une meilleure gestion de ces populations invasives, il faudra tout d'abord collecter minutieusement toutes les gousses et graines observées sur les plantes sur pied et celles ramassées au sol. Il s'en suivra une opération de coupe au collet des plantes à l'aide d'une tronçonneuse suivi d'un ramassage des débris et des gousses restantes à la surface du sol pour ensuite les incinérer ou bien les ensevelir en profondeur afin de diminuer les risques de dissémination. Après cette étape, un dessouchage sur une profondeur de 20 cm doit être réalisé suivi du décapage de la terre végétale. Au préalable, une analyse du sol (granulométrie) sur une profondeur de 1,5 m avec un intervalle régulier de 25 cm doit être effectuée pour déterminer l'épaisseur de la lame d'argile.

De plus, il est préconisé après ces opérations de procéder à une excavation, à l'aide d'un engin, sur une profondeur définie à partir des résultats de l'analyse granulométrique pour ne pas perturber l'imperméabilité de la mare. En outre, il faudra gérer la terre végétale soit par incinération ou bien par ensevelissement dans un grand fossé pour éviter la dissémination de la banque de semences éventuellement présente. Il faudra également couvrir de paille et brûler à l'essence le site excavé pour stimuler la germination des graines restantes.

Par ailleurs, le curage et le reprofilage des chenaux d'alimentation est indispensable pour assurer un remplissage correcte de la mare à partir du fleuve et la présence de l'eau pour une longue période afin de submerger et faire pourrir les graines germant après le passage du feu.

Enfin, un système de veille écologique devra être mis en place pour le suivi des mares face à une éventuelle recolonisation du milieu par *Mimosa pigra*.

REMERCIEMENTS

Nous remercions très sincèrement Ibrahim GUEYE, agent des Parcs Nationaux du Sénégal, Dr. Mamadou Tandian Diaw, enseignant-chercheur à l'École Nationale Supérieure D'agriculture de Thiès (Université de Thiès) pour leurs commentaires sur le manuscrit. Nous remercions également la Direction des Parcs Nationaux du Sénégal pour nous avoir autorisé à faire des recherches dans le Parc National du Niokolo Koba.

REFERENCES

- [1] McNeely *et al.*, 2001. *Global Invasive Species Program*
- [2] Pimentel D., McNair S., Janecka J., Wightman J., Simmonds C., O'Connell C., Wong E., Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190, 231-259
- [3] Richter J. (1993). Contrôler l'invasion du *Mitragyna inermis* et du *Mimosa pigra* dans les mares du Parc National du Niokolo Koba. Corps de la Paix, américain.
- [4] Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. (2000). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12pp. First published as special lift-out in *Aliens* 12, December 2000. Updated and reprinted version: November 2004.
- [5] Cronk, Q.B. Fuller J.L. (1995). – *Plant invaders: The threat to natural Ecosystems*. Chapman & Hall, London, UK.
- [6] Braithwaite R. Lonsdale W. et Estbergs J. (1989). Alien vegetation and native biota in tropical Australia: the spread and impact of *Mimosa pigra*. *Biological Conservation*, 48: 189 – 210.
- [7] CABI, 2013
- [8] Bâ A.T., Noba K. Sambou B., Goudiaby A. Mbaye M.S. (2008). Etude botanique et écophysiological de *Mimosa pigra* et *Mitragyna inermis* pour une stratégie de contrôle de ces plantes envahissantes dans les mares de Simenti et de Kountadala du Parc National du Niokolo Koba (Sénégal). 49p+ annexes.
- [9] Lonsdale, W.M. (1992). The biology of *Mimosa pigra* L. In *A guide to the management of Mimosa pigra*, ed. K.L.S. Harley, CSIRO. Canberra. 8-32.
- [10] NWSEC (2000). Weed of National Significance *Mimosa (Mimosa pigra)* Strategic Plan. National Weeds Strategy Executive Committee (NWSEC), Launceston, 118p.
- [11] Chin Duong Van (2009). *Mimosa pigra* L.: A dangerous invasive weed in Vietnamese agro-ecosystems.
- [12] Ndiaye A. *et al.* (2000). Etat des lieux des principales mares et salines du Niokolo Koba. Projet FAC/FEM de Réhabilitation du Parc National du Niokolo Koba et de sa périphérie.
- [13] Boureima A., (2007). Réserves de biosphère en Afrique de l'Ouest, 68p.
- [14] Ndiaye M. (2012). Evaluation de l'efficacité de la gestion du Parc National de Niokolo Koba (Sénégal). Travail de Fin d'Etudes, Université de Liège, Belgique. 106p.
- [15] Renaud P.C., Gueye M. B, Hejzmanová P., Antoninova M., Samb M. (2006). Inventaire aérien et terrestre de la faune et relevé des pressions au Parc National du Niokolo Koba. 44p.
- [16] Berhaut J. (1967). Flore du Sénégal, deuxième édition, Clairafrique, Dakar, 485p.
- [17] Agnote. 466. No. F2. (August 2001). Agdex No: 643. ISSN No: 0157-8243. *Mimosa or Giant Sensitive Plant (Mimosa pigra)*. I. L. Miller and S. E. Pickering, updated by C. S. Smith and I.L. Miller Weeds Branch
- [18] Lonsdale W.M. et Segura R. (1987). A demographic comparison of native and introduced populations of *Mimosa pigra*. *Proceedings of the Eighth Australian Weeds Conference, Sydney*, pp. 163-6.

- [19] Sall C.E., Boggio D. (2001). Planification et analyse statistique des expérimentations agricoles. Atelier de formation en biométrie. ISRA, 58p.
- [20] Lonsdale W.M., Miller I.L., Forno I.W. (1995). *Mimosa pigra*. pp. 169–188. In In Groves R.H., Sheppard R.C.H., Richardson R.G. *The biology of Australian weeds* R.G. and F.J. Richardson Publishers, Melbourne, Australia.
- [21] Lonsdale W.M, Miller, I.L, Forno, I.W. (1989) – The Biology of Australian Weeds 20. *Mimosa pigra* L.. *Plant Protection Quarterly* 4(3), 119 – 130.
- [22] Heard, T. A. & Pettit, W. (2005). Review and analysis of the surveys for natural enemies of *Mimosa pigra*: What does it tell us about surveys for broadly distributed hosts? *Biological Control* 34(3 SPEC. ISS.): 247-254.
- [23] Flanagan, G. J., Wilson, C. G. & Gillett, J. D. (1990). The abundance of native insects on the introduced weed *Mimosa pigra* in northern Australia. *Journal of Tropical Ecology* 6(2): 219-230.
- [24] Wanichanantakul, P. et Chinawong, S. (1979). Some aspects of the biology of *Mimosa pigra* in northern Thailand. Proceedings of the seventh Asian-Pacific Weed Science Society Conference, Sydney, pp.381-3.
- [25] Schatz T. (2001). The effect of cutting on the survival *Mimosa pigra* and its application to the use of blade ploughing as a control method, *Plant Protection Quarterly* 16(2).
- [26] Walden D, Van Dam R, Finlayson M, Storrs M, Lowry J et Kriticos D, (2004). A risk Assessment of the tropical wetlands, weed *Mimosa pigra* in northern Australia, supervising Scientist, report 177.
- [27] Lonsdale W, Harley K, et Gillet J, (1988). Seed Bank dynamics in *Mimosa pigra*, an invasive tropical shrub. *Journal of Applied Ecology*, 25, 969-976.
- [28] Walden D, Finlayson C, Van Dam R, Storrs M (1999). Information for a risk assessment and management of *Mimosa pigra* in Tram Chim National Park, Viet Nam. *Proceeding of the EnviroTox'99 International Conference*, 160 – 170.
- [29] Lonsdale W et Abrecht D, (1989). Seedling mortality in *Mimosa pigra*, an invasive tropical shrub. *Journal of Applied Ecology* 77, 371-85.
- [30] Miller I et Lonsdale W, 1992. Ecological management of *Mimosa pigra*: use of fire and competitive pasture. In A guide to the management of *Mimosa pigra*. K.L.SL Harley [ed.], pp 104 – 106, CSIRO, Canberra.
- [31] Samoth C. (2000). *Mimosa pigra* infestation and current threat to wetlands and floodplains in Cambodia, pp.29 – 32.