

Effet compétitif des adventices sur la germination des graines et la croissance d'*Adansonia digitata* L. (Bombacaceae) sur un sol ferrallitique en zone Guinéo-congolaise du Bénin

Harry TCHIBOZO DJIKPO¹, Valère SALAKO¹, Berlamín FADOHAN¹, Micheline AGASSOUNON^{2*}, Achille Ephrem ASSOGBADJO¹ et Romain GLELE¹

¹ Université d'Abomey-Calavi (UAC), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA),

Laboratoire de Biomathématiques et d'Estimations Forestières, 01BP 1336 RP, Cotonou, Bénin

² Université d'Abomey-Calavi (UAC), Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Laboratoire de Génétique et des Biotechnologies, 01BP1636 RP Cotonou, Bénin

(Reçu le 05 Novembre 2021 ; Accepté le 06 Octobre 2022)

* Correspondance, courriel : Incq.mnp@gmail.com

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet compétitif des adventices spontanées de trois traitements (terrain non nettoyé et non désherbé (TNNND : témoin) ; terrain nettoyé et désherbé (TND) ; terrain nettoyé et non désherbé (TNND)) sur la germination et la croissance des graines de *Adansonia digitata* L. (baobab). Le dispositif en bloc aléatoire complet avec quatre répétitions a été utilisé sur un sol ferrallitique au Bénin. Trois graines ont été semées par poquet. Quarante-neuf poquets ont été considérés par unité expérimentale et seuls vingt-cinq poquets centraux ont été suivis. Un relevé phytosociologique des adventices sur les terrains TNND et TNNND a été effectué pour noter leurs diversités et abondance-dominances. La richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon et d'équitabilité de Pielou, le taux de germination, la hauteur totale et le diamètre au collet sont les paramètres mesurés. Les données ont été analysées aux moyens de modèles linéaires à effets mixtes et de positionnement multidimensionnel non-métrique avec différents types de modules (*nlme*, *lsmmeans*, *lmerTest*, MASS et Vegan) sous R. Les résultats montrent que sur le site expérimental, *Tridax procumbens* L. est la principale adventice sur les trentaines recensées. Les trois traitements n'ont significativement pas affecté le taux de germination. La croissance en hauteur et en diamètre des plantules de baobab demeure réduite par la compétition avec les adventices, sur les terrains témoins. Cette étude permet d'élucider en présence d'adventices, la réaction d'une espèce à stratégie K qu'est le baobab en comparaison avec la réaction des espèces à stratégie R.

Mots-clés : *Adansonia digitata* L., écologie, domestication, diversités d'adventices, stratégie K et R, Bénin.

Abstract

Competitive effect of weeds on the germination and the growth of seeds of *Adansonia digitata* L. (Bombacaceae) on ferralitic soil in the Guineo-Congolese zone in Benin

The objective of the present study is to evaluate the competitive effect of spontaneous weeds of three treatments (Plot not cleaned and not weeded (TNNND : witness)) ; plot cleaned and weeded (TND) ; plot cleaned and not weeded (TNND) on the germination and growth of seeds of *Adansonia digitata* L. (baobab). A randomized block design with four replications was used on a ferralitic soil in Benin. Three seeds were sown by pocket. Forty-nine pockets were considered by experimental unit and only the twenty-five (25) central pockets were monitored. A phytosociological survey of weeds on the TNND and TNNND plots was carried out to highlight their diversity and abundance-dominance. The specific richness, the index of diversity of Shannon and of equitability of Pielou, the germination rate, the total height, the diameter at the collar were the measured parameters. Data was analyzed using linear mixed-effects models and non-metric multidimensional positioning with different types of modules (nlme, lsmeans lmerTest, MASS and Végan) under R. The results show that on the experimental site, *Tridax procumbens* is the main weed out of the 30 inventoried. That the three treatments did not significantly affect the germination rate. Growth in height and diameter of baobab seedlings remains reduced by the competition with weeds on the witness plots. This study allows to understand the adaptation of species with K strategy in presence of weeds which is the baobab in comparison with the reaction of species with R strategy.

Keywords : *Adansonia digitata* L., ecology, domestication, diversity of weeds, K and R strategy, Bénin.

1. Introduction

Le baobab africain, *Adansonia digitata* L. (Bombacaceae) figure parmi les produits forestiers non ligneux (PFNL) qui fournissent des dérivés très exploités par la population africaine dans plusieurs domaines. Il est d'une importance capitale pour les populations sub-sahariennes au plan alimentaire, médicinal et médio-magique et procure un revenu important aux femmes [1, 2]. Depuis longtemps, la dégradation des forêts en Afrique de l'Ouest voire dans le monde n'a fait que s'amplifier. Ainsi, sur la période de 2015 à 2020, le rythme de la déforestation a été estimé à 10 millions d'hectares par an [3] ; celle-ci ne favorise pas l'expansion naturelle des végétaux. Le taux élevé de dégradation des essences végétales dues aux activités anthropiques et aux aléas climatiques explique parfois la faible régénération naturelle du baobab observée dans certains habitats écologiques [4]. Les feux de brousse, l'utilisation incontrôlée des ressources dans les habitats naturels et les aires protégées des forêts et des savanes sont autant de phénomènes qui influencent leur régénération naturelle [5]. Pour ce fait, en vue de la domestication du baobab, plusieurs études se sont intéressées aux facteurs influençant la germination et la croissance des jeunes plants de baobab. Cependant, elles ne se sont pas intéressées à la croissance des plants de baobab en présence des adventices. Ces travaux ont porté sur l'effet de la provenance (zone humide et zone sèche) [6, 7], du substrat [6], du stress hydrique [7] et des traitements de levée de dormance [6 - 9]. Toutefois, bien que les adventices soient reconnues comme des facteurs biotiques influençant la survie et la croissance des cultures [10], il n'existe pas d'évidence que les adventices dépriment la croissance des plants de baobab. La question fondamentale à élucider est, comment réagit-elle face à des adventices ? Par ailleurs, beaucoup d'études se sont intéressées à la réaction des espèces à stratégie R en présence des adventices [11] mais, très peu ont abordé la croissance des espèces à stratégie K en présence des adventices [12]. La concurrence des adventices pour l'eau et les éléments minéraux avec les espèces cultivées peut avoir des effets néfastes sur la production agricole. Elle n'est pas à négliger dans les savanes ainsi que les forêts. Les

espèces vivaces peuvent capter plus de 600 mm/an d'eau tandis que les adventices annuelles peuvent capter 350 à 450 mm d'eau/an [12]. De même, les cultures de *Zea mays* (variété de 120 j), de *Pennisetum hordeoides* (variété de 60 à 90 j) et de *Sorghum bicolor* (variété de 100 à 120 j) ont respectivement besoin de 630 mm, 400 à 700 mm et 550 à 600 mm d'eau [13]. Les adventices sont connues comme des mauvaises herbes qui poussent et se développent dans un endroit où l'on ne souhaite guère les voir à cause de la compétition avec les espèces cultivées [14]. Ainsi, la connaissance de la diversité biologique et écologique des espèces végétales influençant une culture est nécessaire pour l'élaboration des moyens de lutte performants [15]. Au Bénin où les différents organes de baobab sont très utilisés, les scientifiques ne disposent d'aucune donnée sur les influences causées par les adventices à cette ressource. La connaissance des influences de ces dernières et les dispositions pratiques pour les réduire sont indispensables pour sa domestication et pour la performance de sa croissance. Les objectifs de cette étude sont d'évaluer les types biologiques d'adventices spontanées qui influencent le plus la germination et la croissance des plantules de baobab lors de sa domestication ; de déterminer le taux de germination des graines de baobab et de discuter les résultats obtenus pour mieux saisir l'adaptation des espèces à stratégie K en présence des adventices en comparaison avec d'autres espèces à stratégie R menacées par les adventices.

2. Matériel et méthodes

2-1. Site d'expérimentation et obtention des graines de baobab

L'essai a été réalisé sur le site d'expérimentation du Laboratoire de Biomathématique et d'Estimation Forestière (LABEF), de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), situé dans la ferme d'application installée dans l'Arrondissement de Sékou, Commune d'Allada au Bénin. Les échantillons de fruits mûrs de baobab (*Adansonia digitata*) contenant ses graines (**Figure 1**) ont été obtenus auprès de la banque de collecte des semences dudit Laboratoire. Les échantillons de fruits ont été découpés puis les graines extraites et traitées avant les semis.



Figure 1 : Photo illustrant les fruits mûrs de baobab (*Adansonia digitata*) avec ses graines

2-2. Traitements, dispositif expérimental, mise en place et suivi de l'essai

Trois (03) traitements codés ont été considérés dans cette étude. Il s'agit du terrain non nettoyé et non désherbé (TNNND : témoin) ; du terrain nettoyé et désherbé (TND) et du terrain nettoyé et non désherbé

(TNNND). Le TND a permis de mesurer l'effet d'un entretien régulier. Le TNNND a servi à la mesure de l'effet du nettoyage avant le semis et au dénombrement des adventices spontanées du site expérimental et le TNNND a permis d'approximer ce qui se passe naturellement avec les adventices spontanées du site. Les traitements ont été adoptés dans un dispositif en bloc aléatoire complet avec quatre (04) répétitions (R1, R2, R3, R4). L'unité expérimentale est un terrain de 7 lignes avec chacune, 7 poquets, soient 49 poquets par terrain disposés en 15 cm × 15 cm. Au total, (12) douze terrains et quatre (04) blocs ont été pris en compte. Pour la mise en place et le suivi de l'essai, la levée de dormance a été réalisée. Chaque poquet a reçu trois (03) graines afin de maximiser la chance d'avoir un plant par poquet pour le suivi de la croissance des plants. Toutefois, seule la première graine ayant germée a été conservée ; les autres ont été éliminées. Le programme d'entretien journalier établi est constitué exclusivement de l'arrosage (11 L d'eau/planche/jour) et du désherbage manuel des planches ayant reçu le traitement (TND).

2-3. Collecte de données

Les données collectées ont concerné les vingt-cinq (25) poquets centraux après élimination des premières lignes de bordure. Ces lignes ont été écartées pour éviter les effets de bordure. Dès le lendemain de la mise en terre des graines, a commencé un suivi par observations visuelles de la poussée des adventices et de la germination des graines de baobab. Ainsi, chaque jour et pendant 45 jours, l'observation visuelle de la levée dans chaque poquet a été effectuée et l'état végétatif de chaque terrain a été suivi jusqu'au 75^{ème} jour. Puis des dessouchages de trois (03) plants ont été réalisés pour apprécier l'enfoncement des racines.

2-4. Données relatives aux adventices spontanées du site expérimental

Pour caractériser la diversité des adventices naturelles sur les planches de chaque terrain, un relevé phytosociologique a été réalisé en utilisant la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet [16]. Sur les planches des terrains ayant reçu les traitements codés TNNND et TNNND, toutes les espèces d'adventices ont été répertoriées et leur recouvrement a été visuellement noté. Pour ce qui concerne le recouvrement, l'échelle d'abondance-dominance [17] a été utilisée (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Abondance-dominance et recouvrement (R %) moyen des espèces

Abondance-dominance	Classe de R %	R % moyen
5	75 - 100	87,5
4	50 - 75	62,5
3	25 - 50	37,5
2	5 - 25	15
1	1 - 5	2,5
+	<1	0,5

L'étude de la composition floristique reste qualitative tant qu'on utilise uniquement le critère présence-absence [17, 18]. Cependant, elle devient semi-quantitative dès qu'on travaille en abondance-dominance ou en taux de recouvrement. Les herbiers confectionnés pour chaque adventice ont été traités et identifiés selon les indications de l'herbier national du Bénin avec les experts botanistes.

2-5. Divers paramètres enregistrés sur la germination des graines de baobab

Les paramètres étudiés ont concerné la croissance en hauteur et le diamètre au collet de chaque plantule. La hauteur totale de croissance a été mesurée grâce à un double décimètre alors que le diamètre au collet de chaque plantule a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse. Les données ont été ensuite enregistrées chaque jour jusqu'au 79^{ème} jour après les semis.

2-6. Analyse des données

L'analyse des diverses données ont été faites en considérant les paramètres étudiés.

2-6-1. Détermination de la diversité floristique et types biologiques des adventices spontanées du site d'expérimentation

La diversité floristique des adventices a été déterminée avec les indices de diversité tels que la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon et d'équitabilité de Pielou [19]. Ces indices ont été calculés pour chaque répétition de chacun des deux (02) traitements codés TNNND et TNNND. La moyenne de chacun des indices ainsi que la couverture moyenne de chaque espèce d'adventices ont été calculées. Les types biologiques de chaque espèce ont été identifiés. Un positionnement multidimensionnel non-métrique a été réalisé pour déterminer la similarité des répétitions de chaque traitement du point de vue de la composition floristique en espèces d'adventices présentes. Les ellipses de confiance à 95 % ont été construites pour tester la significativité d'éventuels chevauchements. Le positionnement multidimensionnel a été appliqué avec les modules MASS [20] et Vegan [21] du logiciel R version 3.2.2.

2-6-2. Effet des adventices sur la dynamique du taux de germination, la croissance en hauteur et le diamètre au collet des plantules de baobab

Le taux de germination à une date quelconque i pour les vingt-cinq (25) poquets centraux des douze (12) terrains pris en compte dans cette étude a été calculé en utilisant la formule suivante (*Équation 1*):

$$T_i = \frac{N_i}{N} \times 100 \quad (1)$$

T_i = taux de germination à la date i ; n_i = nombre de poquet avec graine germée; N = nombre total de poquets.

Un pas de trois jours à compter du jour de la première levée a été considéré. Ainsi, quatorze dates ont été retenues et le taux de germination a été calculé pour chacune de ces dates. L'effet des traitements sur la dynamique de germination a été testé en utilisant les modèles linéaires à effets mixtes [22] dans le module *nlme* [23] du logiciel R. Le traitement et le temps sont considérés comme des facteurs fixes et le bloc comme un facteur aléatoire. Du fait que les données ont été répétées, il existe une certaine corrélation entre les données de la variable réponse. De ce fait, les différentes structures d'autocorrélation ont été testées et la structure qui s'ajuste le mieux aux données a été sélectionnée. Cette sélection est basée sur les considérations des valeurs du *Akaike Information Criterion* (AIC) et du *Bayesian Information Criterion* (BIC) [24]. Les moyennes ajustées et les erreurs types du taux de germination ont été calculées à chaque date pour chaque traitement dans le module *lsmmeans* [25] du logiciel R. Il a été alors possible de représenter graphiquement l'évolution du taux de germination dans le temps pour chaque traitement. Les données liées à la hauteur totale et au diamètre au collet des plantules de baobab ont subi les mêmes analyses que celles de la germination, en considérant une périodicité de 5 jours à partir du 10^{ème} jour après les semis, ce qui correspond à un total de 14 dates. Tous les paramètres ont été mesurés au 79^{ème} jour après les semis. Ces différents paramètres ont été comparés entre les traitements en utilisant les modèles linéaires à effets mixtes dans le module *lmerTest* [26] du logiciel R. Par ailleurs, les résultats obtenus ont été discutés en comparant les stratégies d'adaptation des espèces à stratégie K et celles à stratégie R en présence des adventices.

3. Résultats

3-1. États des différents terrains

Au terme du 75^{ème} jour de semis et d'observance des trois (03) traitements adoptés au cours de cette étude, l'état des différents terrains est photographié (*Figure 2*). Une variation en hauteur des plantules de baobab a été observée au profit des adventices surtout sur le terrain TNNND. Les racines de baobab sont plus enfoncées dans la terre sur les terrains codés TNNND contrairement à ceux des terrains codés TND et TNND.



Figure 2 : Photos illustrant l'état du terrain non nettoyé non désherbé (a- TNNND); du terrain nettoyé et non désherbé (b - TNND); du terrain nettoyé et désherbé (c - TND) pour le bloc 1

3-2. Diversité floristique, types biologiques et familles des adventices du dispositif expérimental

Au total, trente (30) espèces ont été inventoriées sur l'ensemble des huit (08) terrains. Ces diverses espèces appartiennent à quinze (15) familles botaniques. Les familles les plus représentées avec les espèces sont les Asteraceae (5 espèces), les Euphorbiaceae (4 espèces), les Poaceae (4 espèces), les Rubiaceae (4 espèces), les Cyperaceae (2 espèces) et les Malvaceae (2 espèces) (*Figure 3a*). Toutes les autres familles sont représentées par une seule espèce. Pour les types biologiques (*Figure 3b*), la majorité des espèces rencontrées sont des Thérophytes (43,48 %) suivies des Nanophanérophytes (30,43 %) et des Hémicryptophytes (13,04 %).

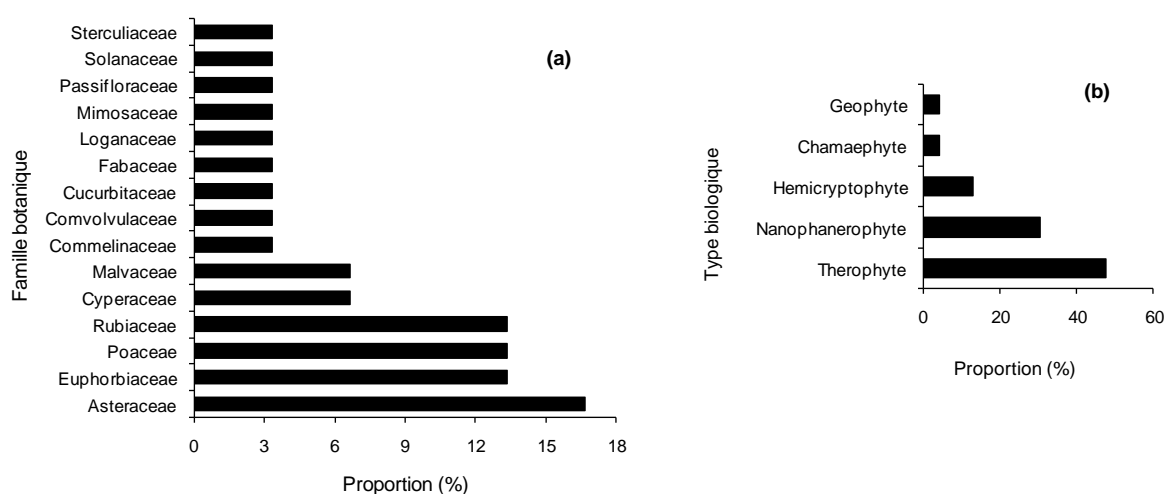


Figure 3 : Proportions des familles botaniques des espèces d'adventices spontanées du dispositif expérimental (a) et proportions de leurs types biologiques (b)

La diversité floristique et les recouvrements moyens des espèces d'adventices pour les traitements TNND et TNNND sont récapitulés (**Tableau 2**). Le recouvrement total moyen des adventices est relativement plus élevé sur les terrains non nettoyés non désherbés (TNNND) que sur les terrains nettoyés non désherbés (TNND). L'adventice *Tridax procumbens* (81,25 %) est la plus dominante sur les terrains TNNND alors que sur les terrains TNND, cette espèce présente une fréquence de 43,75 % ; mais, *Tragia benthami* a 22,50 %. Les autres adventices ont des recouvrements moyennement faibles (<3 %). En définitif, la couverture des adventices est dominée par les thérophytes et les nanophanérophytes (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Récapitulatif des adventices à germination spontanée au sein du dispositif expérimental

Paramètres			TNND		TNNND	
			m	es	m	es
Paramètres de diversité floristique						
$S_{\text{Espèce}}$			9,25	1,25	10,00	1,08
Indice de Shannon			1,07	0,22	0,57	0,11
Equitabilité de Pielou			0,35	0,08	0,17	0,02
Recouvrement (%)						
Recouvrement total moyen			75,12	6,55	87,25	5,61
<i>Familles</i>	<i>Espèces</i>	<i>Types biologiques</i>				
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i>	Thérophyte	43,75	6,25	81,25	6,25
Euphorbiaceae	<i>Tragia benthami</i>	Nanophanérophyte	22,50	9,19	0,88	0,55
Euphorbiaceae	<i>Croton lobatus</i>	Thérophyte	2,69	1,77	0,00	0,00
Solanaceae	<i>Physalis angulata</i>	Thérophyte	0,88	0,55	0,13	0,13
Fabaceae	<i>Pseudovigna argentea</i>	Nanophanérophyte	0,00	0,00	0,88	0,55
Poaceae	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	Hémicryptophyte	0,75	0,60	0,13	0,13
Commelinaceae	<i>Commelina bengalensis</i>	Hémicryptophyte	0,38	0,13	0,75	0,60
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Géophyte	0,50	0,00	0,38	0,13
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus amarus</i>	Thérophyte	0,50	0,00	0,38	0,13

Notes : $S_{\text{Espèce}}$ = richesse spécifique ; TNND = terrain nettoyé non désherbé ; TNNND = terrain non nettoyé et non désherbé ; m = moyenne ; es = erreur type

Le positionnement multidimensionnel des (08) huit parcelles d'expérimentation portant des adventices sur la base de la composition floristique est illustré (**Figure 4**). Ainsi, au seuil de 95 %, la composition floristique des espèces d'adventices est similaire pour un même traitement. Toutefois, il existe une plus grande dissemblance entre les répétitions du TNNND et celles du TNND (**Figure 4**).

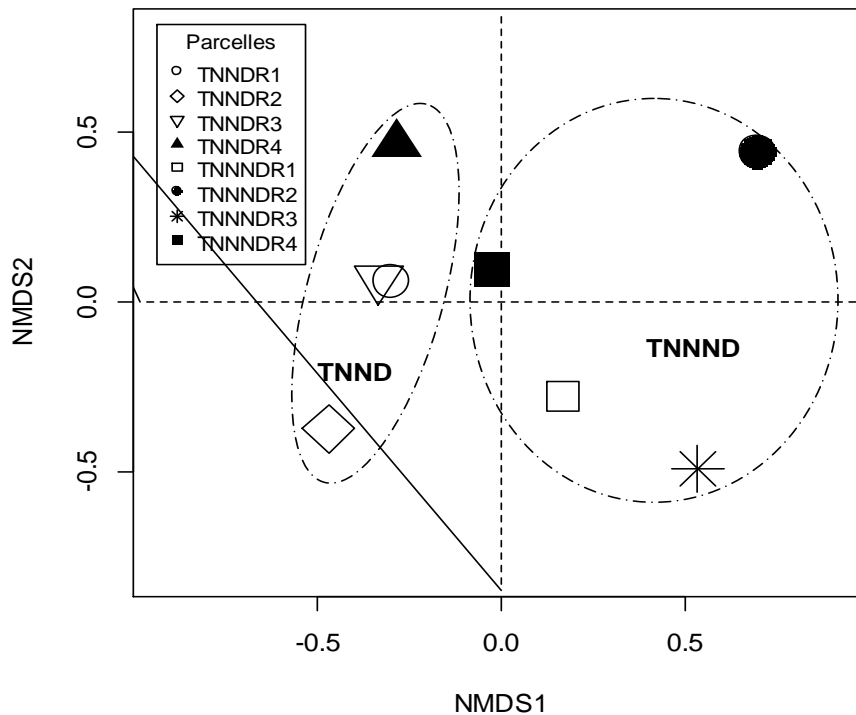


Figure 4 : Positionnement multidimensionnel des terrains d'expérimentation portant des adventices sur la base de la composition floristique en espèces d'adventices

Stress = 0,08 ; $R^2=99,5\%$, $TNNDR_i$ = Terrain nettoyé et non désherbé de la répétition i ;
 $TNNNDR_i$ = Terrain non nettoyé et non désherbé de la répétition i .

3-3. Effet des adventices sur le taux de germination et la dynamique de germination des graines de baobab

Les résultats du modèle linéaire à effets mixtes appliqués sur les données relatives au taux de germination des graines de baobab sont présentés (**Tableau 3**). Le taux de germination varie significativement dans le temps (Prob. < 0,05). En revanche, la variation du taux de germination n'est pas fonction du type de traitement adopté (Prob.> 0,05), ni du type de bloc. En considérant la variance résiduelle, la variance due au facteur bloc est négligeable.

Tableau 3 : Effet des traitements sur le taux de germination des graines de baobab : résultat du modèle linéaire à effets mixtes

Source de variation	numDF	DenDF	F-value	Prob.
Intercept	1	159	216,69	< 0,001
Temps	1	159	590,39	< 0,001
Traitement	2	159	0,82	0,441
Temps: Traitement	2	159	1,09	0,340
Variance due au facteur aléatoire – Bloc			0,00	
Variance résiduelle			0,04	

Notes : numDF : degré de liberté du numérateur ; denDF : degré de liberté du dénominateur ; F-value : statistique de Fisher ; Prob. : probabilité du test

La dynamique évolutive du taux de germination entre les traitements est représentée (**Figure 5**). La première levée est intervenue au 5^{ème} jour pour chacun des traitements. La moitié des poquets avaient déjà au moins une graine germée au 10^{ème} jour après les semis. 80 % des poquets avaient déjà une graine germée au 15^{ème} jour pour le TND et le TNND, mais pour le TNNND, ces derniers ont été obtenus avec un peu plus de retard à partir du 23^{ème} jour.

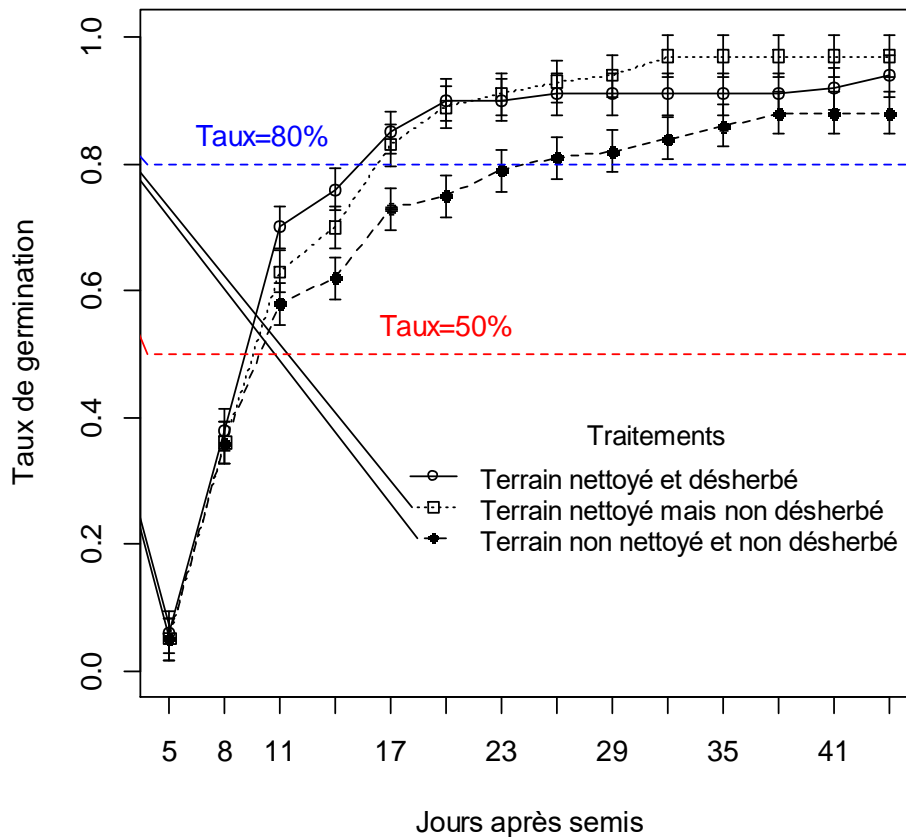


Figure 5 : Dynamique évolutive du taux de germination des graines de baobab en fonction des traitements

3-4. Effet des adventices sur la croissance en hauteur et en diamètre des plantules de baobab

Les résultats de l'effet de croissance en hauteur et du diamètre au collet sont présentés (**Tableau 4**). Il s'agit du modèle linéaire à effets mixtes appliqués sur les données de croissance en hauteur et du diamètre au collet des plantules de baobab. Les effets principaux du temps et du traitement ainsi que leur interaction sont significatifs (Prob. < 0,05). Le diamètre au collet et la hauteur totale varient significativement en fonction du temps et cette variation dans le temps varie aussi significativement entre les traitements. Comparée à la variance résiduelle, la variance due au facteur bloc est négligeable. Elle indique une faible variation due aux blocs.

Tableau 4 : Effet des traitements sur la croissance en hauteur et du diamètre au collet des plantules de baobab avec les résultats du modèle linéaire à effets mixtes

Source of variation	numDF	denDF	Hauteur totale		Diamètre	
			F-value	Prob.	F-value	Prob.
Intercept	1	3146	2016,30	< 0,001	3981,66	< 0,001
Temps	1	3146	4535,11	< 0,001	8067,49	< 0,001
Traitement	2	3146	81,72	< 0,001	86,39	< 0,001
Temps : Traitement	2	3146	655,04	< 0,001	447,96	< 0,001
Variance due au bloc			0,00		0,00	
Variance résiduelle			18,23		1,58	

Notes : numDF : degré de liberté du numérateur ; denDF : degré de liberté du dénominateur ; F-value : statistique de Fisher ; Prob.: probabilité du test

La dynamique évolutive de la hauteur et du diamètre au collet des plantules en fonction des traitements est représentée (**Figure 6**). La croissance en hauteur et en diamètre au collet des plantules de baobab est relativement plus faible au niveau du TNNND comparativement au TND et au TNND durant toute la période d'expérimentation. La croissance en hauteur et en diamètre au collet des plantules de baobab est en moyenne plus grande sur les terrains nettoyés désherbés (TND) que sur les terrains nettoyés non désherbés (TNND) et les terrains non nettoyés non désherbés (TNNND). La croissance en hauteur et en diamètre au collet des plantules est relativement similaire pour les TND et les TNND en particulier la hauteur totale jusqu'au 40^{ème} jour après lequel les divergences de croissance deviennent plus remarquables entre les 40-45^{ème} jours.

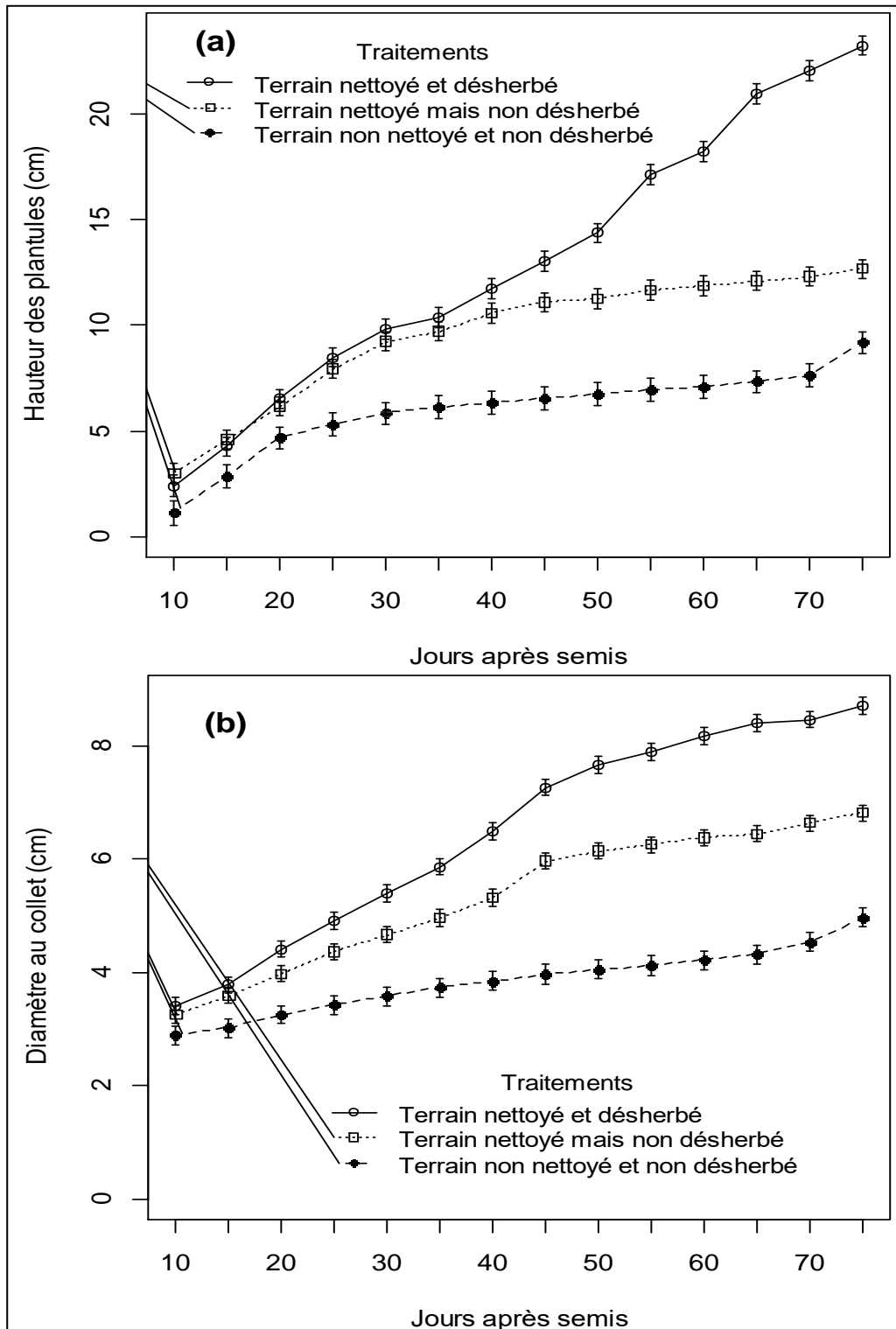


Figure 6 : Dynamique de croissance de la hauteur (a) et du diamètre au collet (b) des plantules de baobab en fonction des trois traitements testés

4. Discussion

4-1. État des trois (03) terrains d'expérimentation

Les résultats obtenus par rapport à l'état végétatif des plantules sur les terrains non nettoyés et non désherbés (TNNND) et ceux nettoyés et non désherbés (TNND) reflètent la compétition des espèces indésirables que sont les adventices avec les jeunes plants de baobab. Par contre, lorsque les terrains sont bien entretenus la différence de croissance idéale des plants de baobab est nette avec des performances de croissance (**Figure 2 c-TND**). L'état de l'enfoncement des racines au niveau des terrains codés TNNND contrairement à ceux des terrains codés TND et TNND indique que le seul moyen pour le baobab de subvenir à ses besoins en cas de lutte intense avec les adventices est de développer des racines capables d'aller puiser des éléments nutritifs dans le sol. Cependant, l'arrosage régulier des terrains TND permet une production foliaire plus importante. En définitif, le respect du calendrier de nettoyage des terrains sur lesquels on procède à une domestication du baobab africain (*A. digitata* L) voire de toute autre espèce constitue une alternative pour mieux contrôler leur état végétatif et contribuer à l'amélioration de leur croissance en présence des adventices sur un sol ferrallitique.

4-2. Diversité floristique, types biologiques et familles des adventices à germination spontanée du dispositif expérimental

La population d'adventices spontanées sur chaque terrain est fonction des traitements appliqués. Les résultats montrent que les monocotylédones sont moins représentés que les dicotylédones. De l'analyse des résultats obtenus en tenant compte de la présence des espèces dans le temps et dans l'espace, il est vraisemblable que *Tragia benthami* disparaissent progressivement au profit de *T. procumbens*, espèce la plus dominante sur les terrains nettoyés et non désherbés (TNND). Des travaux sur l'influence de l'azote en rapport avec la compétition entre les adventices et le sorgho sous les tropiques ont révélé que *T. procumbens* est compté parmi les adventices dominantes du dispositif expérimental [27]. En effet, *T. procumbens* est connue comme l'une des mauvaises herbes pour les agriculteurs car elle influence la survie et la croissance des cultures [10]. Cette espèce originaire de l'Amérique tropicale a été introduite dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées du monde entier. Elle est répandue en Afrique, dans les champs cultivés, les terrains abandonnés, sur les pelouses et le long des routes [10]. Les études phytosociologiques déjà rapportées, sur les mauvaises herbes de trois terres agricoles abandonnées au sein de la zone d'Owo du gouvernement local de l'Etat d'Ondo au Nigéria ont montré que le *T. procumbens* figure parmi les espèces d'adventices les plus dominantes [28]. D'autres études antérieures ont permis d'identifier plus d'une trentaine d'adventices [29 - 31]. Ainsi, 234 espèces d'adventices en culture cannière dans la zone soudanaise ont été inventoriées [29]; 227 en riziculture dans le district de Yamoussoukro [30] et 161 dans deux zones de production de bananiers en Côte d'Ivoire [31]. Le faible nombre d'espèces d'adventices recensées dans cette étude s'explique par le fait que les abords des 12 terrains expérimentaux sont périodiquement sarclés, ce qui peut avoir une certaine influence sur la population d'adventices surtout celle des terrains TNND. Soulignons que les familles botaniques d'adventices telles que les Asteraceae, les Euphorbiaceae, les Poaceae, les Rubiaceae et les Cyperaceae sont également rapportées par d'autres chercheurs [31 - 35]. Les résultats d'autres études ont révélé que les adventices appartenant à la famille des Asteraceae (espèces anémochores) étant majoritaires sur l'ensemble des terrains enherbés peuvent ensemençer rapidement les champs de culture [36]. En ce qui concerne le type biologique, les Thérophytes étant en proportions plus élevées dans cette étude, cette observation révèle leurs caractéristiques d'espèces héliophiles dont le développement conditionne un milieu bien éclairé. Dans la majorité des cas, les premiers travaux de préparation des terrains à cultiver favorisent le développement des Thérophytes [37]. Les résultats de cette partie du travail mettent en évidence les types biologiques d'adventices, contre lesquels il faut lutter sur un sol ferrallitique pour la domestication du baobab ou pour d'autres espèces d'intérêts.

4-3. Taux de germination et dynamique de germination des graines de baobab

Le taux de germination étant similaire entre les différents traitements et atteignant déjà les 50 % au 10^{ème} jour et avoisinant les 95 % le 45^{ème} jour indique que la levée de la dormance des graines à l'eau chaude et en semant trois (03) graines par poquet contribue à maximiser la germination. Cependant, la germination des graines de baobab ne démarre pas sans l'intervention de l'agriculteur. La levée de la dormance des graines de bonne qualité suivie de l'arrosage régulier et, du désherbage contribuent à leur germination. En plus de tout ceci, précisons qu'un bon taux de germination d'une semence est lié également à sa maturité, à sa teneur en eau, à sa pureté génétique, à l'absence des microorganismes nuisibles et aux conditions de conservation [38] sans occulter l'épaisseur de l'enveloppe protectrice. Le fait qu'au 15^{ème} jour de germination des graines sur les terrains codés TND et TNND, 80 % des poquets avaient déjà une graine germée contrairement à celles des terrains codés TNNND s'explique par les difficultés d'hydratation desdites graines à absorber les quantités d'eau nécessaire au démarrage des processus de germination [39]. Au total, les résultats obtenus indiquent que le taux de germination et la dynamique de germination ne sont pas influencés par la présence d'adventices.

4-4. Effet des adventices sur la croissance des plantules de baobab

Les résultats ont révélé que les performances de croissance des jeunes plants de baobab sont réduites sur les terrains codés TNNND (**Figure 2 a_ TNNND**) contrairement à ceux des terrains nettoyés avant le semis suivis d'arrosage planifié. Par la suite, les divergences de croissance des plants étant plus perceptibles entre les 40-45^{ème} jours sur les terrains codés TND et TNND indiquent que la compétition avec les adventices est fonction dans le temps des traitements appliqués. Par ailleurs, la croissance en hauteur totale en fonction du diamètre au collet étant significativement ralentie révèle que l'ensemble de la flore présente sur lesdits terrains est en compétition effective pour les conditions nécessaires à leur croissance. Ainsi, lorsque les plants sont en compétition pour une même ressource, des modifications sont observées au niveau de leur hauteur, de la densité des feuilles ou encore des diminutions en teneur de chlorophylle [40]. Ces résultats doivent être également liés au type d'écosystème sur lequel la végétation s'est installée. Il a été rapporté que pour des sols riches en matières minérales, c'est la lumière qui devient la ressource critique [41]. D'autres chercheurs [42] avaient fait les mêmes constats sur le blé en France et sur le poivron en Haïti [43]. La réaction à une compétition intense des espèces de culture en présence des adventices nuisibles dominantes est également fonction de la stratégie de l'espèce testée. Des études antérieures [27] ont révélé que les plantes de sorgho sous contrainte concurrentielle étaient significativement plus grandes que celles exemptes d'adventices, probablement en raison de la concurrence sévère avec les adventices pour la lumière solaire. C'est la seule manière pour le sorgho (espèce de stratégie R) de résister à une concurrence en présence des adventices dominantes comme le *T. procumbens*; contrairement aux plantules de baobab (espèce de stratégie K) qui développent des racines très fines et très longues afin de résister à la compétition avec les adventices. En présence des adventices, les espèces de stratégie K préfèrent donc compétitionner surtout pour l'eau et les sels minéraux tandis que les espèces héliophiles de stratégie R développent des stratégies d'évitement d'ombres afin de compétitionner pour la lumière. En définitif, le baobab est une espèce de savane dont la croissance nécessite beaucoup de nutriments et d'eaux au début de sa croissance afin que son système racinaire ne s'installe en profondeur [44]. En tenant compte de la variation des résultats au niveau des (03) terrains des (04) blocs par rapport à la croissance des plants de baobab en face des adventices, il faut retenir que pour éviter la compétition avec les adventices et avoir un bon développement des plants, des nettoyages corrects et réguliers des parcelles avec un arrosage à raison d'au moins 11 L d'eau/planche/jour s'avèrent nécessaires.

5. Conclusion

Cette étude réalisée sur trois (03) types de terrains : terrain non nettoyé et non désherbé (TNNND : témoin) ; terrain nettoyé et désherbé (TND) ; terrain nettoyé et non désherbé (TNND) a permis d'identifier les adventices en compétition avec la croissance des plantules de baobab. *Tridax procumbens* (81,25 %) et *Tragia benthami* (22,50 %) sont les adventices dominantes. Cependant, leur présence n'empêche pas la germination des graines. Par contre, la croissance en hauteur et en diamètre au collet des plants a été réduite par la compétition avec les adventices surtout sur les terrains non nettoyés et non désherbés (TNNND). Sur les terrains nettoyés et désherbés (TND) avant le semis, les paramètres mesurés, tels que la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon et d'équitabilité de Pielou, le taux de germination, la hauteur totale et le diamètre au collet présentent des performances de croissances supérieures à celles des terrains nettoyés et non désherbés (TNND). Il ressort de l'analyse des résultats que sous une contrainte concurrentielle, le baobab qui est une espèce à stratégie K, préfère compétition pour les ressources du sol avec les adventices. Cette observation constitue une piste pour mieux orienter les chercheurs, les agriculteurs et les producteurs de plants et semences pour la préculture et la domestication du baobab quant aux dispositions préalables à prendre pour avoir un meilleur rendement. En perspectives, des études complémentaires sont envisagées en considérant d'autres paramètres et mécanismes pouvant contribuer à la bonne sauvegarde de cette espèce importante et menacée.

Références

- [1] - M. SIDIBÉ et J. T. WILLIAMS, Baobab - *Adansonia digitata* L., Fruits for the future, International Center for Underutilized Crops (ICUC), Univ. Southampton UK, (2002)
- [2] - A. E. ASSOGBADJO, B. SINSIN, J. T. C. CODJIA and P. VAN DAMME, *Belgian Journal of Botany*, (2005) 47 - 56
- [3] - FAO et ONU, La situation des forêts dans le monde : Forêts, biodiversité et activité humaine. Convention sur la diversité biologique (CDB), (2020)
- [4] - S. M. VENTER and E. T. F. WITKOWSKI, *Forest Ecology and Management*, 261 (3) (2011) 630 - 639
- [5] - O. MASAHIRO, Manuel sur la lutte contre les feux de végétation : Compilation du savoir-faire actuel, (2003) 12 p.
- [6] - A. E. ASSOGBADJO, R. GLELE KAKAÏ, S. EDON, T. KYNDT and B. SINSIN, *New Forests*, 41 (1) (2011) 113 - 125
- [7] - Z. H. N. BOUDA, J. BAYALA, J. S. JENSEN, B. MARKUSSEN and A. RÆBILD, *An International Journal incorporating Agroforestry Forum*, 201489:9746, (2014) 1 - 5
- [8] - J. RAZANAMEHARIZAKA, M. GROUZIS, D. RAVELOMANANA and P. DANTHU, *Seed Science Research*, 16 (1) (2006) 83 - 88
- [9] - N. SHAMA, L. SAMATHATA, B. MAHITHA, K. SRIKANTH and S. N. RAMA, *Journal of Biotechnology and Biochemistry (IOSR-JBB)*, 3 (5) (2017) 45 - 52
- [10] - I. O. AKOBUNDU et C. W. AGYAKWA, *Guide des adventices de l'Afrique de l'Ouest*. IITA, Ibadan, Nigéria, (1989) 522 p.
- [11] - L. G. FIRBANK, The ecology of temperate cereal fields : the 32nd Symposium of the British Ecological Society with the Association of Applied Biologists, University of Cambridge. Oxford, Boston Blackwell Scientific Publications, (1991) 469 p.
- [12] - K. H. C. KONE, N. K. M. BORAUD, A. ISSALIE et K. A. KAMANZI, *Agronomie Africaine*, 22 (3) (2010) 237 - 246
- [13] - O. BAUDRY, B. HAUVILLE, H. BREISCH et M. M. BARRALIS, Memento désherbage, arbres fruitiers et petits fruits. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, (1988) 132 p.
- [14] - P. JAUZEIN, Flore des champs cultivés, Enrichissement floristique. Edition Quae, Paris, France, (1995) 898 p.

- [15] - T. LE BOURGEOIS et H. MERLIER, Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne, Montpellier, CIRAD-CA, 639 (1995) 211 - 222
- [16] - R. MEDDOUR, La Méthode phytosociologie stigmatiste de Braun-Blanquet. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques, Algérie, (2011) 40 p.
- [17] - B. DE FOUCAULT, Les prairies permanentes du Bocage virois (Basse-Normandie, France). Typologie phytosociologique et essai de reconstitution des séries évolutives herbagères. *Documents phytosociologiques*, 5 (1980) 1 - 109
- [18] - F. GILLET, B. DE FOUCAULT and P. H. JULVE, *Candollea*, 46 (1991) 315 - 340
- [19] - A. E. MAGURRAN, *Ecological diversity and its measurement*. Springer Dordrecht, (2004) 256 p.
- [20] - W. N. VENABLES and B. D. RIPLEY, Modern applied statistics with S. Originally Published by Springer-Verlag New York, Inc, 4^{ème} édition, (2002) 495 p.
- [21] - J. F. G. OKSANEN, R. P. BLANCHETKINDT, P. R. LEGENDRE, R. MINCHIN, G. L. O'HARA, P. SIMPSON, M. SOLYMOS, H. STEVENS and WAGNER, *Package 'Vegan'. R Packag ver*, 254 (2013) 20 - 28
- [22] - J. C. PINHEIRO and D. M. BATES, Mixed-effects Models in S and SPLUS. Springer, New York, NY, US, (2000)
- [23] - J. C. PINHEIRO, D. BATES, DEBROY, S. SARKAR and D. R. CORE TEAM, Nlme : Linear and Nonlinear Mixed Effects Models_. R package version, 3 (2016) 1 - 128
- [24] - L. ROUVIERE, Sélection-"validation" de modèles, (2015)
- [25] - V. L. RUSSELL, Least-Squares Means : The R Package lsmeans. *Journal of Statistical Software*, 69 (1) (2016) 1 - 33
- [26] - A. KUZNETSOVA, P. B. BROCKHOFF and B. R. H. CHRISTENSEN, lmerTest : Tests in Linear Mixed Effects Models, Rpackage version 2.0-32, (2016)
- [27] - L. I. OKAFOR and C. ZITTA, *Tropical Pest Management*, 37 (2) (1991) 138 - 143
- [28] - E. OLUGBENGA, V. OLUGBENGA and O. OLUBUNMI, *Journal Weed Sci. Res.*, 14 (1-2) (2008) 81 - 89
- [29] - N. K. M. BORAUD, Etude floristique et phytoécologique des adventices des complexes sucriers de Côte d'Ivoire de Ferké I et Ferké II, de Borotou-koro et de Zuénoula. Thèse de Doctorat 3ème cycle, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, (2000) 157 p.
- [30] - K. F. KOUAME, Biologie et écologie des adventices majeures de la riziculture dans la région du Bélier au Centre de la Côte d'Ivoire. Thèse unique de Doctorat à l'Université F. H. B. Abidjan, (2014) 157 p.
- [31] - E. J. TANO, Y. P. KOUADIO, G. P. GNONHOUY et K. E. N'GUESSAN, *Agronomie Africaine*, 28 (3) (2016) 53 - 67
- [32] - O. F. TIALOU, F. A. YAPI, K. KLA and K. N. T. M. BORAUD, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15 (2) (2021) 594 - 608
- [33] - P. Y. KOUADIO, M. S. J. TIEBRE KASSI et E. K. N'GUESSAN, *Journal of Applied Biosciences*, 68 (2013) 5404 - 5416
- [34] - G. LEBRETON, Effet de l'époque de coupe de la canne à sucre sur l'enherbement et le cycle biologique des Adventices à la Réunion, Mémoire de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, CIRAD, (2010) 8 - 87 p.
- [35] - B. A. AHONON, H. TRAORE and I. J. IPOU, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12 (1) (2018) 310 - 321
- [36] - A. F. YAPI, Mauvaises herbes majeures et itinéraires techniques de désherbage des cultures vivrières de la Région de la Mé au sud-est de la Côte d'Ivoire : Cas du bananier plantain et du manioc. Thèse de doctorat, UFR Biosciences, Université Felix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire, (2017) 143 p.
- [37] - N. KOUAKOU, Étude floristique des adventices et effets de *Rottboellia cochinchinensis* (Loureio) W. Clayton sur les caractères agronomiques du maïs, *Zea mays* L. (Poaceae) en culture dans le département de M'bahiakro (Centre-Est de la Côte d'Ivoire), Thèse de Doctorat, Université Felix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, (2016) 137 p.

- [38] - A. KPEDZROKU et A. DIDJEIRA, Guide de production des semences certifiées : maïs, sorgho, riz et niébé. Collection brochures et fiches techniques 1. Lomé : ITRA/ICAT/CTA, (2008)
- [39] - D. BEN MILED, M. BOUSAID et A. ADBLKEFFI, Tolérance au sel d'espèces annuelles du genre *Medicago* au cours de germination in : Actes du Colloque sur les végétaux en milieu aride, Djerba Faculté des Sciences de la Tunisie, ACCTT, (1986) 586 - 593 p.
- [40] - R. L. ZIMDAHL, Weed-crop competition, *A review. Blackwell publishing*, (2004) 334 p.
- [41] - D. TILMAN, Plant Strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities, Princeton University Press, Princeton, (1988) 360 p.
- [42] - T. DUTOIT, E. GERBAUD, J-M. OURCIVAL, M. ROUX and D. ALARD, A Prospective research on the duality between morphological traits and plant competitive abilities : the case of weed species and wheat. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, *Série III Science de la vie*, 324 (3) (2001) 261 - 272
- [43] - J. CANDY, Effet de la durée de compétition des mauvaises herbes sur la culture du poivron (*Capsicum annuum*), Mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, option : Production Agricole et Transformation des denrées, Université Notre Dame d'Haïti, (2006) 55 p.
- [44] - V. SAVARD, A. OLIVIER, S. FRANZEL, Technique de production maraîchère de feuilles de baobab : potentiel d'adoption. *Bois et Forêts Des Tropiques*, 287 (2006) 21 - 34