

Caractérisation de la banque de graines du sol des reliques forestières du littoral, République du Congo

Aimé Patrick MISSAMBA-LOLA^{1,2*}, Divine BAZEBI MITOUKOUENDILA² et Jean Joël LOUMETO²

¹ *Centre de Recherche sur la Durabilité et la Productivité des Plantations Industrielles (CRDPI), BP 1291, Pointe-Noire, République du Congo*

² *Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Biodiversité, de Gestion des Ecosystèmes et de l'Environnement (LBGE), BP 69, Brazzaville, République du Congo*

(Reçu le 04 Mai 2021 ; Accepté le 29 Juillet 2021)

* Correspondance, courriel : mpatrilola@gmail.com

Résumé

L'objectif de cet article est d'analyser les caractéristiques de la banque de graines du sol, à savoir la densité, l'abondance et la diversité afin d'apprécier leur dynamique. Deux sites des reliques forestières ont été retenus et sont situés dans la zone péri-urbaine (site de Dounga) et extra urbaine (site de Mfinda) de la ville de Pointe-Noire. Chaque site comprend trois types d'occupation de sol suivant un gradient d'anthropisation croissant : brulis, jachères de 4-5 ans et jachères de 7-8 ans. Dans chacune d'elle, les prélèvements des échantillons de sols ont été faits dans 18 placettes de 400 m² (20 m x 20 m) de surface unitaire dans la litière et à trois niveaux de profondeurs différents : 0-5 cm, 5-10 cm et 10-15 cm. Les résultats montrent que la densité et l'abondance varient significativement entre les différentes occupations de sol, avec les plus fortes valeurs dans les jachères de 4-5 ans à Mfinda. Par contre, ces paramètres ne varient pas significativement en fonction des profondeurs de sol entre les deux sites, avec les plus fortes valeurs dans les trois premiers horizons. De cette étude, il ressort que l'intensité de l'action anthropique est l'un des facteurs déterminants de la banque de graines du sol des deux sites. Des mesures de protection s'appuyant sur ces résultats devraient être envisagées en faveur des reliques forestières du littoral congolais.

Mots-clés : *relique forestière, jachère, graines, sol, litière.*

Abstract

Characterization of the soil seed bank from forest relics, Republic of Congo

The aim of this study is to analyze the characteristics of the soil seed bank, including the density, abundance and diversity in order to assess their dynamics. Two forest relic sites were selected and located in the peri-urban (Dounga site) and extra-urban (Mfinda site) area in Pointe-Noire. Each site includes three types of land use following an increasing anthropization gradient: burns, fallows of 4-5 years and fallows of 7-8 years. In each fallow type, soil samples were taken in 18 plots of 400 m² (20 mx 20 m) in the litter and at three levels of different depths: 0-5 cm, 5-10 cm and 10-15 cm. The results showed that the density and abundance vary

significantly among different land uses, with the highest values in 4-5 year old fallows in Mfinda. On the other hand, these parameters do not vary significantly as a function of the soil depths between the two sites, with the highest values in the first three depths. From this study, it appears that the intensity of anthropogenic action is one of the determining factors of the soil seed bank at both sites. Protective measures based on these results should be considered in favour of the forest relics of the Congolese coast.

Keywords : *forest relic, fallow, seeds, soil, litter.*

1. Introduction

La banque de graines du sol est un indicateur important de réponses de plantes aux changements d'utilisation des terres [1, 2]. Elle est définie comme le stock de graines qui arrivent sur le sol à un moment donné à la suite de leur dispersion [3]. Ainsi, une espèce peut être absente en surface mais présente dans le sol sous forme de graines en dormance [4, 5]. De ce fait, la banque de graines peut constituer une « mémoire » à long terme de la végétation antérieure [6] ; Elle joue un rôle important dans le maintien de la diversité naturelle des écosystèmes forestiers [7]. Les reliques forestières sont le résultat des activités humaines protohistoriques et des modifications paléoclimatiques [8]. Il s'agit d'une période de sécheresse ayant engendré un recul généralisé des forêts, marquée par l'apparition d'une série d'îlots de végétation forestière résiduelle entourés de savane. Selon la définition de la FAO [9], la forêt correspond à un couvert arboré de plus de 10 % sur une superficie de plus de 0,5 ha avec des arbres atteignant une hauteur supérieure à 5 m. Un îlot forestier est une relique forestière entre 0,5 et 500 ha, entouré d'états d'occupation du sol non forestiers et créés par l'homme, qui a été déconnecté de la matrice forestière et dont la surface se réduit au cours du temps au travers des diverses pratiques paysannes [10]. Au sens local du terme, les reliques forestières désignent des espaces ruraux homogènes dont les fonctions de production agricole et de fourniture d'autres biens et services aux populations sont dominantes. Dans ces reliques forestières, des activités anthropiques persistantes induisent des effets différents sur la banque de graines du sol, et par conséquent, des réponses différentes sur la végétation [11, 12]. Les pratiques paysannes correspondent aux techniques actuelles de gestion basées sur l'agriculture vivrière qui repose sur des champs associant diverses plantes comestibles annuelles et pluriannuelles en rotation avec des jachères plus ou moins longues [13]. L'enjeu est de concilier les pratiques d'exploitation et le maintien de la biodiversité forestière [14].

Malgré leur importance pour les populations riveraines, les actions anthropiques telles que la coupe du bois, l'agriculture, la cueillette des produits forestiers non ligneux et l'urbanisation menacent la survie des reliques forestières en République du Congo. Ce phénomène est particulièrement observé en périphérie de la ville de Pointe-Noire sur une ceinture urbaine de plus de 50 km [8, 11]. C'est dans les aires protégées qu'on rencontre les reliques forestières peu perturbées. Dans ces reliques forestières, à l'abri de la pression anthropique, un fort pourcentage de régénération des espèces à courte durée de vie assurent une dynamique forestière [13]. A cet effet, la banque de graines apparaît comme une propriété écologique intrinsèque de chaque écosystème, dont l'expression dépend de l'intensité de la perturbation, de la biodiversité de l'écosystème avant perturbation et des perturbations additionnelles subies [15, 16]. La conservation de la biodiversité est essentielle pour appuyer les mécanismes de remise en état des forêts et présente des principes écologiques applicables à la gestion forestière [16]. Ainsi, la connaissance des banques de graines du sol est essentielle pour comprendre la dynamique des communautés végétales afin de formuler des stratégies appropriées pour restaurer la végétation [10]. La restauration des sites dégradés peut être difficile et coûteuse, car nécessitant souvent la réintroduction de la végétation souhaitable par semis direct ou plantation de semis. Cependant, il peut être possible d'éviter de tels moyens coûteux si suffisamment de graines d'espèces endémiques

souhaitables sont présentes dans la banque de graines [17]. Au Congo, très peu d'étude se sont focalisées sur le rôle écologique des reliques forestières et encore moins sur leur banque de graines du sol. Les travaux déjà menés ont permis d'avoir une connaissance de la flore des formations relictuelles du littoral congolais et leur répartition en fonction des secteurs phytogéographiques [13]. D'autres études ont permis de caractériser des formations relictuelles mais à des échelles très réduites [8, 14]. L'objectif de cette étude est d'analyser les caractéristiques de la banque de graines du sol des reliques forestières, à savoir la densité, l'abondance et la diversité. La densité et la diversité des banques de graines du sol influencent fortement la composition de la végétation qui s'y développe ainsi que son rythme de développement [18]. Une relation est-elle établie entre les caractéristiques de la banque de graines du sol et les types d'occupation de sol, les profondeurs du sol et la situation des sites ? Notre hypothèse est que la densité, l'abondance et la diversité de graines de la banque du sol varient en fonction des types d'occupation de sol, de profondeurs du sol et des caractéristiques géographiques des deux sites.

2. Matériel et méthodes

2-1. Sites d'étude

Les reliques forestières étudiées sont localisées dans la région de Pointe-Noire située au Sud de la République du Congo, entre les parallèles 4° et 5° Sud et les méridiens 11°30 et 12° Est (**Figure 1**). Cette région couvre une superficie de 13 694 Km² et appartient à la forêt ombrophile guinéo-congolaise semi-sempervirente [19] et possède des sols ferrallitiques développés sur les dépôts sableux de la « série des cirques » [20]. Son climat est principalement de type équatorial de transition appelé "bas congolais", avec des précipitations annuelles moyennes d'environ 1200 mm et une température annuelle moyenne de 25°C [21]. La région a deux saisons principales nettement marquées : la saison des pluies qui va d'octobre à mai et la saison sèche de juin en septembre. Les forêts et les savanes sont soumises aux activités humaines et ont été réduites en fragments [8, 14]. Le principal groupe ethnique, les Vilis, utilise intensivement les forêts pour sa principale culture commerciale, le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) [23].

Deux reliques forestières ont été retenues pour cette étude. Elles sont localisées dans deux sites situés en périphérie de la ville de Pointe-Noire, à savoir :

- ▶ relique de Dounga (500 ha), en zone péri-urbaine, à 10 km de Pointe-Noire (village Mengo/Nsinga) ;
- ▶ relique de Mfinda (450 ha), en zone extra-urbaine, à 40 km de Pointe-Noire (village Mpili) dans le sanctuaire de Tchimpounga (aire protégée).



Figure 1 : Localisation géographique de la zone d'étude et des sites retenus (Fabing, 2001)

2-2. Méthodes d'étude

2-2-1 Dispositif expérimental

Les sites retenus présentent des signes visibles des perturbations de la végétation par la population locale, notamment les brûlis et les jachères dont l'âge est déterminé sur la base d'une enquête auprès des acteurs locaux. Cette variabilité a permis d'apprécier les effets de trois types d'occupation de sol, à savoir : brûlis, jachères de 4-5 ans et jachères de 7-8 ans. Les paramètres étudiés sont : la densité, l'abondance et la diversité de la banque de graines du sol pour l'expérimentation. Le dispositif expérimental est constitué de six (6) transects, soit trois (03) transects par relique forestière. Ces transects sont espacés de 250 m. Ils sont orientés suivant un azimut de 30° nord correspondant à l'orientation générale des reliques forestières dominantes. La longueur de chaque transect est définie au contact de la savane et de la plantation industrielle d'eucalyptus (environ 2 km pour la relique de Dounga à Mengo/Nsinga) ou d'un grand marécage (1,8 km pour la relique de Mfinda à Mpili). Au total, 18 placettes de 20 m x 20 m (soit 400 m²) de surface unitaire ont été sélectionnées à raison de 6 placettes dans chaque type d'occupation de sol.

2-2-2. Echantillonnage de la banque de graines du sol

Dans chaque placette, des échantillons de sol ont été prélevés en cinq points ou quadrats comme illustré par la Figure 2 aux quatre coins et au centre. Dans chaque point quadrat, les prélèvements ont été pris à des niveaux

de profondeurs différents : litière ; 0-5 cm ; 5-10 cm et 10-15 cm. Quatre échantillons composites de sol provenant du mélange de prélèvements unitaires sur les sommets d'un triangle équilatéral de 1 m de côté ont été constitués par quadrat. Au total, 360 échantillons composites de sol ont été obtenus, soit 20 échantillons par placette. L'emporte-pièce métallique parallélépipédique de dimensions 15 cm de long, 5 cm de hauteur et 10 cm de large, soit un volume de 2250 cm³, a été utilisé pour le prélèvement du sol.

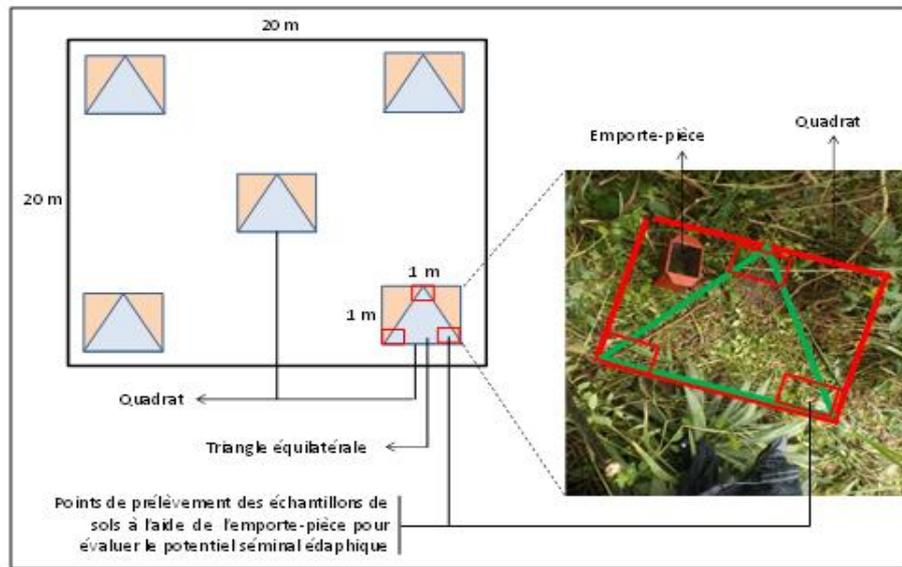


Figure 2 : *Modalités de prélèvement des échantillons de sols dans les placettes*

2-2-3. Dispositif de mise en germination

Le dispositif de mise en germination était constitué des bacs subdivisés en trois compartiments par des morceaux de bambou (**Figure 3**). Ces bacs en plastique sont posés sur des filets afin d'éviter un contact direct avec le sol. Chaque lot de bacs, ayant deux répétitions, comportait quatre échantillons de sol de chaque relique forestière. De la terre noire préalablement stérilisée par chauffage au bois de feu pendant 8 heures a été placée dans les bacs remplis au tiers (**Figure 4**). Cette terre noire a servi de support aux échantillons de sols. Chaque échantillon installé dans les bacs a été suivi pendant 12 semaines. Une étiquette était posée devant chaque compartiment des bacs et un code unique, précisant la provenance et le numéro du lot, était attribué à chaque échantillon.



Figure 3 : *Dispositif expérimental constitué des bacs remplis au tiers*



Figure 4 : *Stérilisation du substrat*



Figure 5 : *Germination de la banque de graines du sol*

L'abondance des plantules et les espèces ayant germé ont été comptées (**Figure 5**). Deux copies de chaque espèce germée étaient transplantées dans des pots pour les laisser croître jusqu'à leur identification botanique suivant la provenance du plant.

2-2-3. Analyse des données

L'indice de Sorensen a été calculé à l'aide de la formule suivante :

- *Indice de Sorensen*

$$K(\%) = \frac{2C}{A+B} \times 100 \quad (1)$$

Avec A : Nombre total d'espèces pour la première communauté, B : Nombre total d'espèces pour la deuxième communauté et C : Nombre d'espèces communes aux deux communautés. Il varie de 0 à 1 suivant le nombre d'espèces communes (C). Plus l'indice est proche de 1 et plus il y a d'espèces communes.

Le test non paramétrique de Kruskal Wallis a été utilisé pour tester les effets des différents types d'occupation de sol et des différents niveaux de profondeurs des sols sur la densité et l'abondance de graines du sol. Les comparaisons multiples des moyennes ont été effectuées en utilisant le test post hoc non paramétrique de Dunn. Une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été réalisée afin d'apprécier la corrélation entre diversité, différents types d'occupation de sol et niveaux de profondeur des sols. Les tests ainsi que l'analyse multivariée ont été effectués à l'aide du logiciel R (version 4.0.2).

3. Résultats

3-1. Composition floristique

Au total, 7631 graines ont germé à partir des échantillons de sol prélevés sur les deux sites. Elles représentent 20 familles, 34 genres et 43 espèces à Dounga, et 16 familles, 30 genres et 37 espèces à Mfinda (**Tableau 1**). A Dounga, les Poaceae qui ont le plus grand nombre d'espèces (11 espèces), suivi des Rubiaceae (6 espèces), tandis qu'à Mfinda ce sont les Malvaceae et les Poaceae qui dominent avec respectivement 7 et 6 espèces.

Tableau 1 : Nombre de graines germées en fonction d'espèces et des sites

Espèces	Famille	Nombre d'individus par espèce et par site		Total individus
		Dounga	Mfinda	
<i>Ageratum conizoides</i> L.	Asteraceae	2		2
<i>Bulbostylis cioniona</i> (Savi.) Lye.	Cyperaceae	2		2
<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	1		1
<i>Celosia loandensis</i> Bak.	Amaranthaceae	12		12
<i>Celosia trigyna</i> L.	Amaranthaceae	5	55	60
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King et H.Rob.	Asteraceae	113	643	756
<i>Cleome rutidosperma</i> DC	Cleomaceae	3		3
<i>Coniza albida</i> Spreng.	Asteraceae		4	4
<i>Corchorus tridens</i> L.	Malvaceae		2	2
<i>Cyathula prostrata</i> L.	Amaranthaceae		2	2
<i>Cyperus cyperoides</i> (L.) Kuntze	Cyperaceae	677	31	708
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	170	114	284
<i>Cyperus sp</i>	Cyperaceae	3		3
<i>Digitaria horizontalis</i> Wild.	Poaceae	35		35
<i>Digitaria sp</i>	Poaceae	118	2	120
<i>Diodia sarmentosa</i> (SW.) Bacigalupo & E.L.Cabral	Rubiaceae	85	38	123
<i>Eleais guineensis</i> Jacq.	Arecaceae	5		5
<i>Eleusine indica</i> L.	Poaceae	13		13
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.)R.Br.	Poaceae		1	1
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae	50		50
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	Euphorbiaceae	9		9
<i>Euphorbia sp</i>	Euphorbiaceae	608		608
<i>Faux brevifolium</i>	Poaceae	14		14
<i>Heterotis decumbens</i> P. Beauv.	Melastomataceae	4	13	17
<i>Hibiscus noldea</i> Bak. F	Malvaceae		1	1
<i>Ind 12</i>			87	87
<i>Ind 29</i>		6		6
<i>Ipomoea involucreta</i> P.Beauv	Convolvulaceae		2	2
<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew.	Urticaceae	2	35	37
<i>Leptochloa uniflora</i> (Hochst) A.Rich.	Poaceae	10		10
<i>Lindernia diffusa</i> L.	Linderniaceae		1	1
<i>Macaranga monandra</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae		15	15
<i>Megastachya mucronata</i> (Poir.) P.beauv.	Phyllanthaceae	316	79	395
<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae		1	1
<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.	Rubiaceae	114	17	131
<i>Oldenlandia lancifolia</i> Schum.	Rubiaceae		2	2
<i>Oldenlandia nervosa</i> Hiern.	Rubiaceae	1737	1212	2949
<i>Oldenlandia sp</i>	Rubiaceae	2	23	25
<i>Otomeria guinensis</i> Benth.	Rubiaceae	220		220
<i>Otomeria sp</i>	Rubiaceae	6		6
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidaceae	102		102
<i>Panicum glandulopaniculatum</i> Renvoize (1989)	Poaceae	51	69	120
<i>Panicum sp</i>	Poaceae	8	86	94
<i>Peperomia pellucida</i> (L.)H.B et K.	Piperaceae	15		15
<i>Phaulopsis sp</i>	Acanthaceae	1		1
<i>Phyllanthus amarus</i> (Schumach. et Thonn)	Phyllanthaceae	10	4	14
<i>Phyllantus niruroides</i> Müll. Arg.	Phyllanthaceae	189	243	432
<i>Physalis lagascae</i> Roem et Schult	Solanaceae	1		1
<i>Platostoma africanum</i> P. Beauv.	Solanaceae	17		17
<i>Platostoma denticulatum</i> Robyns.	Solanaceae		3	3
<i>Ind 15</i>	Poaceae		4	4
<i>Sida acuta</i> Burm. F	Malvaceae		4	4
<i>Sida alba</i> L.	Malvaceae		14	14
<i>Sida cordifolia</i> L.	Malvaceae		2	2
<i>Solenostemon monostachyus</i> P. Beauv	Lamiaceae		16	16
<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Loganiaceae	2		2
<i>Sporobolus sp</i>	Poaceae	4		4
<i>Talinum triangulare</i> Will D.	Talinaceae	31	20	51
<i>Tristemma sp</i>	Melastomataceae		3	3
<i>Triumfetta cordifolia</i> A. Rich.	Malvaceae		4	4
<i>Urena lobata</i> L.	Malvaceae	3	2	5
<i>Zehneria thwaitesii</i> Shweinf.	Cucurbitaceae	1		1
Total		4777	2854	7631

3-2. Densité de germination

La densité de graines germées varie entre les types d'occupation de sol et les profondeurs de sols. En effet à Mfinda, la densité de germination est élevée dans les jachères de 4-5 ans et 7-8 ans, avec respectivement 44,6 graines/m² et 40,6 graines/m², tandis qu'elle est faible dans les placettes de brûlis (15,6 graines/m²). En revanche, à Dounga, les jachères de 7-8 ans ont une densité de germination plus élevée (19,3 graines/m²) que celles de 4-5 ans (11,6 graines/m²). Les résultats de l'analyse montrent que la litière et les deux premiers horizons (0-5 cm et 5-10 cm) possèdent une densité plus élevée de graines germées dans les deux sites (**Figure 6**).

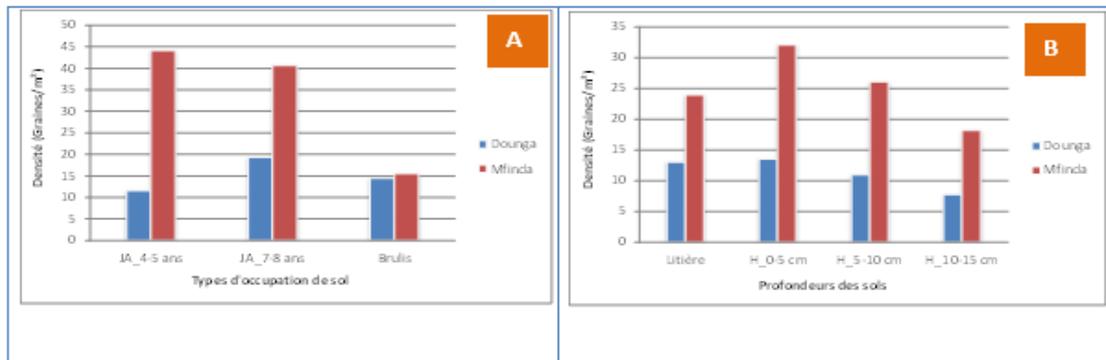


Figure 6 : Densité de germination en fonction des divers types d'occupation de sol (A) et des profondeurs de prélèvements de sols (B) à Dounga et à Mfinda

3-3. Abondance de germination

La **Figure 7** présente les abondances de germination des types d'occupation de sol, de la litière et des sols des sites étudiés. Une différence significative a été observée dans l'ensemble des occupations de sol à Mfinda où les sols des jachères de 7-8 ans et 4-5 ans ont les abondances de germination les plus élevées, avec des pourcentages moyens respectifs de 43,9 % et 40,5 %. En revanche, une différence non significative s'observe dans les sols des jachères de Dounga où le pourcentage moyen de germination est de 42,6 % dans les placettes des jachères de 7-8 ans et 25,5 % dans celles de 4-5 ans. A Mfinda, le taux moyen d'abondance de germination des sols de brûlis n'est pas significativement différent de celui des sols des jachères de 7-8 ans. Une différence non significative est aussi observée à Dounga entre les sols des deux jachères. Concernant les abondances de germination en fonction des profondeurs, aucune différence significative n'a été observée entre les deux sites (test de Kruskal et Wallis, p-value = 0,06282 pour Dounga et p-value = 0,06008 pour Mfinda). Cependant, il y a une différence significative entre les profondeurs des sols du site de Mfinda. En effet, le sol prélevé de l'horizon 0-5 cm a un pourcentage moyen plus élevé (32 %) que celui de l'horizon 10-15 cm (17,6 %). En revanche à Dounga, la différence n'est pas significative entre les abondances de germination des différents horizons du sol.

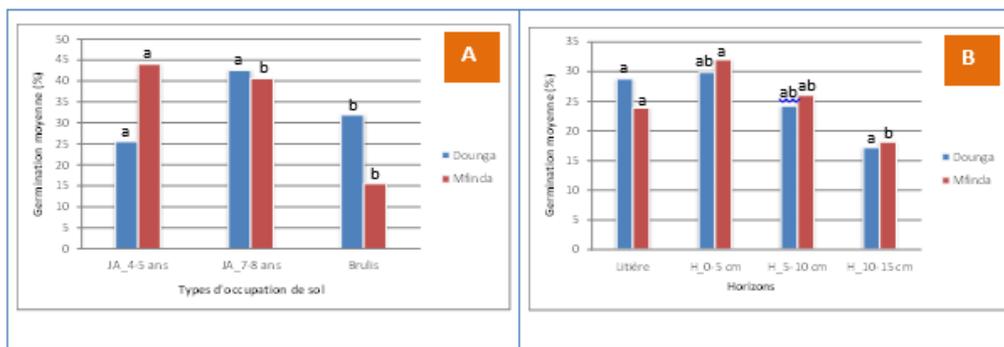


Figure 7 : Abondance moyenne de germination en fonction des divers types d'occupation (A), de la litière de sol et des horizons du sol (B) par site
 Les moyennes non significativement différentes sont suivies par la même lettre

Les effets « type d'occupation de sol » et « profondeur de sol » sur l'abondance de germination sont significatifs entre les deux sites (**Figure 8**). En effet, aucune différence significative d'abondance de germination n'a été observée en fonction des profondeurs de sols. Par contre, il y a une différence significative d'abondance de germination des sols de l'horizon 10-15 cm et des litières des jachères de 4-5 ans du site de Dounga. Cependant, une différence significative a été relevée entre les différents types d'occupation de sol, notamment au niveau des brulis (test de Kruskal et Wallis, p-value = 0,7727 pour Dounga et p-value = 0,2449 pour Mfinda).

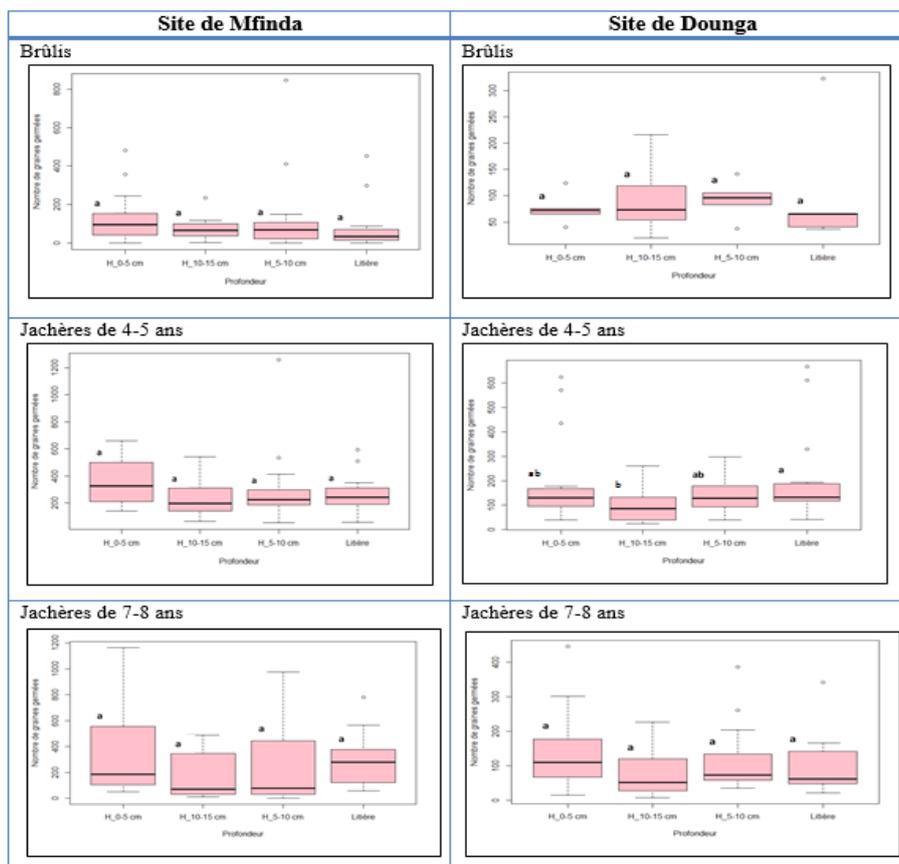


Figure 8 : Nombre de graines germées en fonction des types d'occupation de sol et par profondeurs de prélèvement de sol dans les sites de Mfinda et Dounga
 Les nombres non significativement différents sont suivis par la même lettre

3-4. Diversité floristique

L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) montre que la somme des deux axes constitue 100 % de l'inertie (variance) totale de l'ensemble du jeu de données pour chaque site (**Figure 9**). Pour Mfinda (Mpili), l'axe 1 qui explique 55,8 %, représente l'axe de germination en *Momordica charantia* L. très présente dans les sols des jachères de 4-5 ans, opposant ainsi *Sida cordifolia* L. et *Corchorus tridens* (L.) moins présentes dans les sols des brûlis. Cependant, l'axe 2, représentant 44,2 %, constitue l'axe de germination abondante et très diverse dans les sols des jachères de 7-8 ans caractérisée par les espèces comme *Oldenlandia nervosa* Hiern., *Ipomoea involucreta* P. Beauv., et *Hibiscus noldea* Bak. F. Pour Dounga, l'axe 1 qui représente 74,9 %, est l'axe de germination abondante. Il oppose ainsi les sols des jachères de 4-5 ans, très divers, caractérisés par une forte présence des espèces telles que *Zehneria thwaitesii* (Shweinf.) C. Jeffrey, *Leptochloa uniflora* (Hochst) A.Rich. *Euphorbia hirta* L. etc. avec les brûlis qui se singularisent par la diversité des espèces moins présentes. L'axe 2 représentant 25,1 % se caractérise par la présence de trois espèces *Elaeis guineensis* Jacq., *Celosia loandensis* Bak. et *Ageratum conyzoides* L. dans les sols des jachères de 7-8 ans, avec d'espèces diverses et moins présentes.

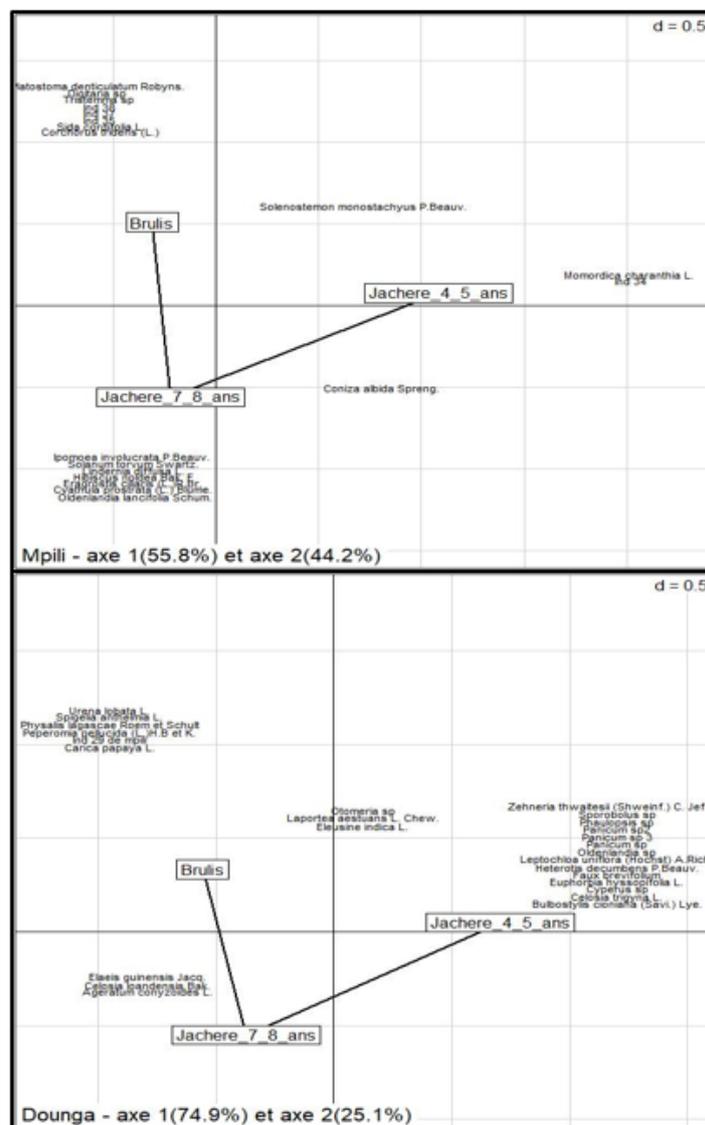


Figure 9 : Structuration des espèces à partir de deux axes de l'AFC sur les différents types d'occupation de sol à Mfinda (Mpili) et Dounga

Pour ce qui est de la diversité entre les trois profondeurs d'échantillonnage, de la même façon que pour l'abondance, il n'y a pas de tendance notable qui ressort de la **Figure 10**.

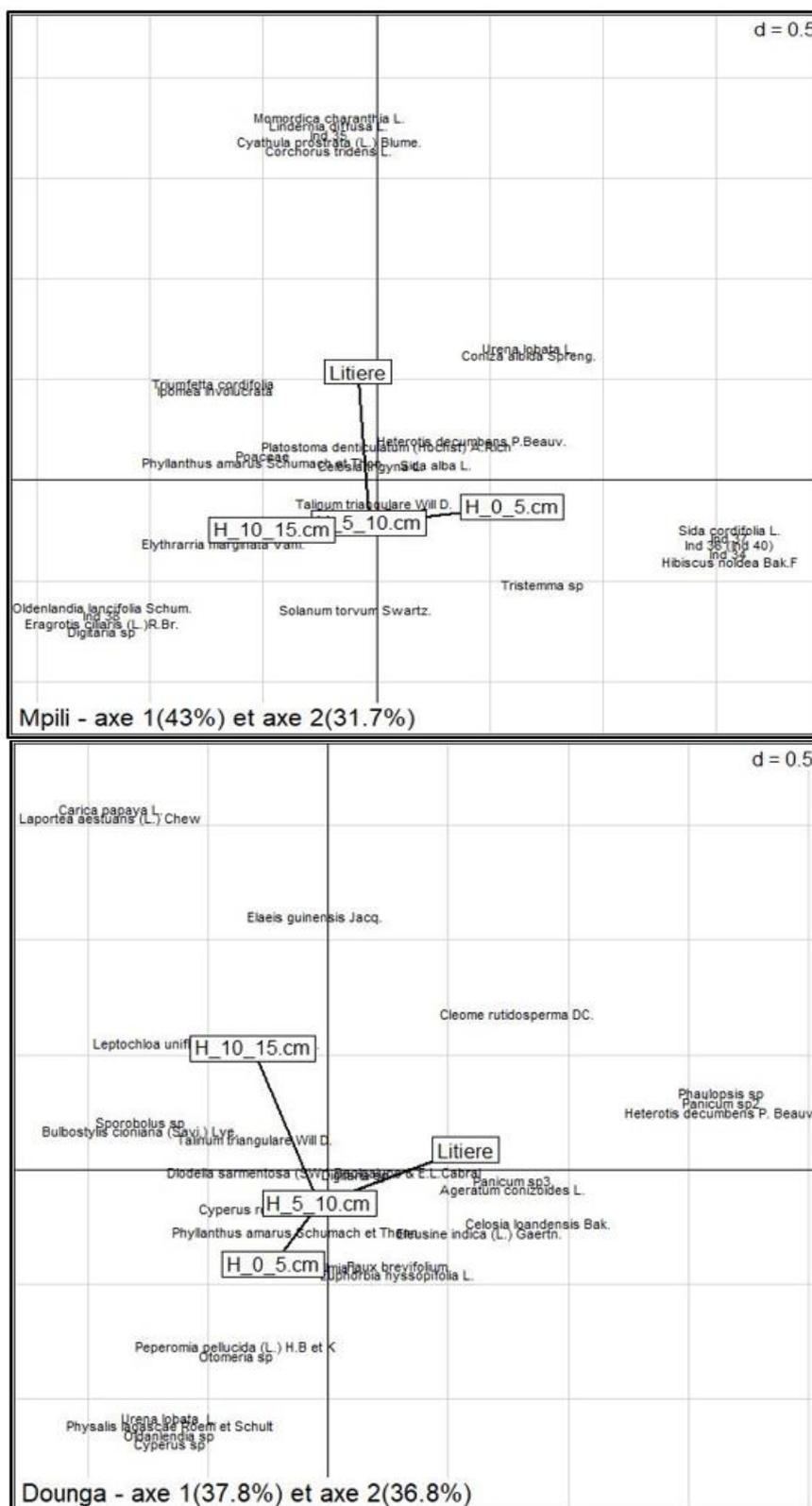


Figure 10 : Structuration des espèces à partir de deux axes de l'AFC sur les différentes profondeurs de sols et la litière à Mfinda et Dounga

Cependant, pour Mfinda, les deux premiers axes restituant respectivement 43 et 31,7 % de l'inertie totale permettent de faire la distinction entre les groupements des espèces du premier axe et ceux du deuxième axe, moins présentes dans tous les horizons. En revanche, une tendance similaire a été observée pour Dounga dont les deux premiers axes expriment 74,6 % de l'inertie totale du nuage des points. Par contre, le premier axe oppose les espèces plus présentes et diversifiées dans les litières à celles de l'horizon 10-15 cm, peu présentes et moins diversifiées. Le deuxième axe distingue les groupements des espèces de l'horizon 0-5 cm, plus présentes et diversifiées, à celles de l'horizon 5-10 cm, peu présentes et diversifiées.

3-5. Similarité des espèces en fonction des sites

L'indice de Sorensen a permis de comparer la diversité floristique en fonction des types d'occupation et des niveaux de profondeurs des sols. Ainsi, les espèces d'un type d'occupation de sol pour les deux sites étudiés ont été comparées aux espèces des autres types d'occupation de sol d'un même site en distinguant les profondeurs de prélèvements de sols.

3-5-1. Comparaison entre les brûlis et les autres types d'occupation de sol

Une démarcation plus grande apparaît avec les jachères de 4-5 ans et 7-8 ans aussi bien à Dounga qu'à Mfinda (**Figure 11**). En effet, il y a moins de similitudes entre les espèces trouvées dans les sols des jachères à celles observées dans les sols des brûlis. Une grande différence apparaît également avec les profondeurs de prélèvements de sols des jachères. Plus de la moitié des espèces sont semblables à celles des brûlis, notamment dans les horizons 5-10 cm des jachères de 7-8 ans à Dounga (61 %), alors que c'est dans les litières des jachères de 7-8 ans à Mfinda où on a plus de similitude (83 %). Cependant, il n'apparaît pas de grandes différences entre les différents niveaux de profondeurs dans les jachères de 4-5 ans à Mfinda. Contrairement aux jachères de 4-5 ans à Dounga, il y a plus de ressemblance, avec 40 %, pour les espèces se trouvant dans l'horizon 0-5 cm qu'avec les espèces des litières et celles des horizons 5-10 cm et 10-15 cm atteignant 50 %.

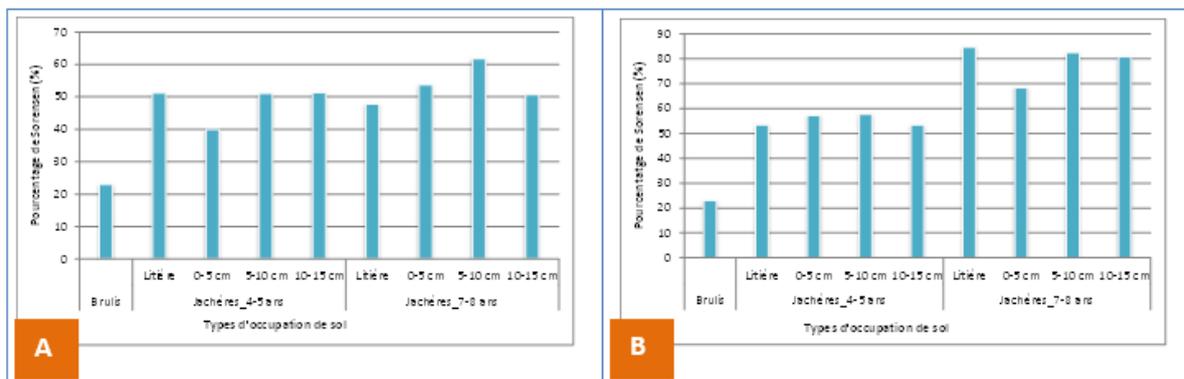


Figure 11 : Pourcentage de l'indice de Sorensen des Brûlis avec les autres types d'occupation de sol à Dounga (A) et Mfinda (B)

3-5-2. Comparaison entre les jachères de 4-5 ans et les autres types d'occupation de sol

Bien qu'il y ait moins de similitude avec les autres types d'occupation de sol (16,1 %), les espèces restent identiques entre les brûlis aussi bien à Dounga qu'à Mfinda (**Figure 12**). La similitude est toutefois plus basse pour les brûlis et les jachères de 7-8 ans à Dounga. En effet, la ressemblance entre les types d'occupation de sol est d'environ 46 % à Dounga et 60 % à Mfinda. De même, pour les brûlis et les jachères de 7-8 ans à Dounga, il n'y a pas de différence pour les espèces des horizons 5-10 cm et 10-15 cm même si les espèces

communes sont légèrement plus élevées. Toutefois, une différence a été observée entre profondeurs des sols du site de Mfinda pour les espèces issues des litières et de l'horizon 0-5 cm. Un faible taux de ressemblance a été observé pour les brûlis entre les espèces de l'horizon 0-5 cm à Dounga et celles des litières de Mfinda.

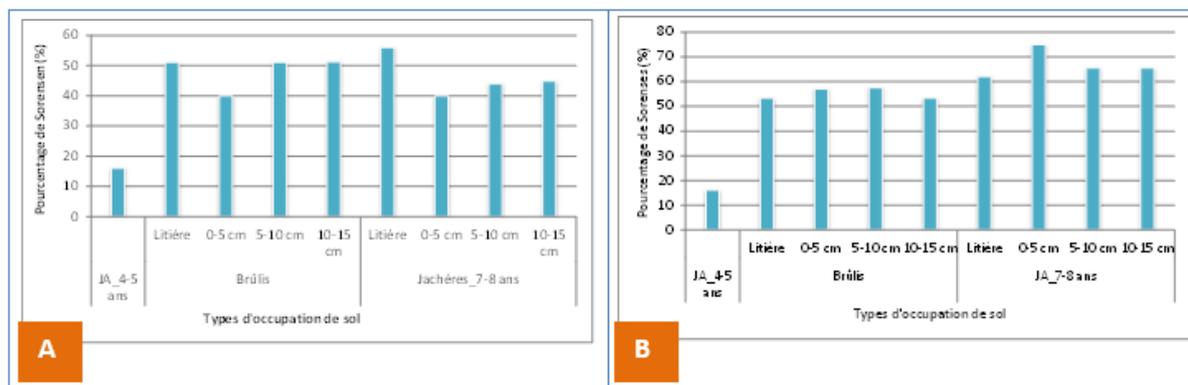


Figure 12 : Pourcentage de l'indice de Sorensen des jachères de 4-5 ans avec les autres types d'occupation de sol à Dounga (A) et Mfinda (B)

3-5-3. Comparaison entre les jachères de 7-8 ans et les autres types d'occupation de sol

Les espèces végétales des sols des jachères de 7-8 ans ont moins de ressemblance avec celles des brûlis et des jachères de 4-5 ans aussi bien à Dounga qu'à Mfinda (Figure 13). Il y a, toutefois, des différences significatives entre les espèces des différentes profondeurs de sols. Concernant les sols des brûlis à Dounga, la similitude est plus prononcée pour les plantules trouvées de l'horizon 5-10 cm avec 61,8 % que celles des litières où 31,4 % sont similaires. Pour Mfinda, la similitude est plus nette entre les végétaux des litières et des horizons 5-10 cm et 10-15 cm dans les brûlis soit un pourcentage respectif de 84,6 %, 82,4 % et 80,8 %.

Pour les végétaux des sols des jachères de 4-5 ans, l'écart est un peu plus marqué entre les horizons 5-10 cm et 10-15 cm sur les deux sites.

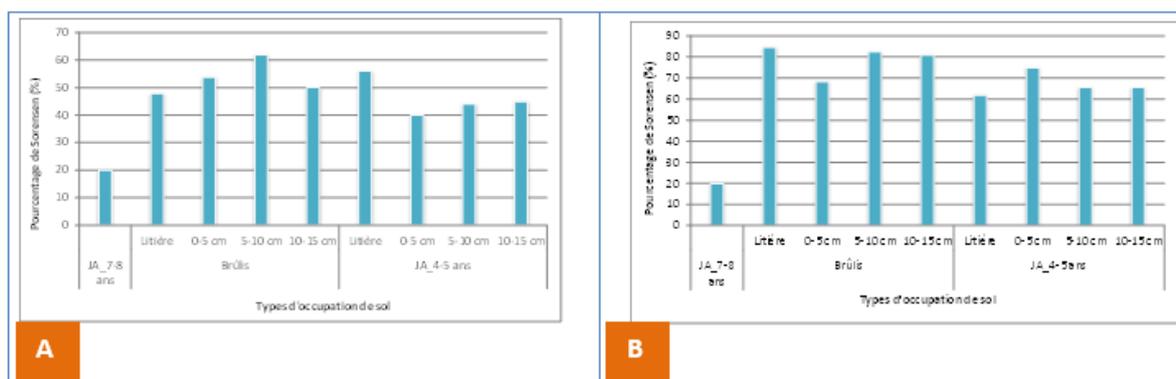


Figure 13 : Pourcentage de l'indice de Sorensen des jachères de 7-8 ans avec les autres types d'occupation de sol à Dounga (A) et Mfinda (B)

4. Discussion

4-1. Variation de la densité de graines du sol

La densité de graines du sol est globalement plus faible à Dounga qu'à Mfinda. Cependant, les populations riveraines ont rapporté, qu'en l'absence d'immigrants, la relique de Dounga était conservée, jusqu'à un passé relativement récent, selon les connaissances traditionnelles des communautés, tandis qu'à Mfinda, il n'y a pas eu des pratiques de conservation des forêts jusqu'à présent. Des études menées dans d'autres régions d'Afrique appuient également que les communautés autochtones ont possédé des stratégies durables et des systèmes de gestion des ressources naturelles à travers leurs expériences culturelles [23]. Toutefois, il est improbable que l'état actuel de la banque de graines du sol de la relique de Mfinda devienne un jour comparable au stade accompli de celle de Dounga. Les forêts peu perturbées ou vieilles ont une banque de graines relativement faible contrairement aux forêts fréquemment perturbées dont la banque de graines persistante résulte des espèces intolérantes à l'ombre [17, 24]. Par conséquent, la germination des graines des espèces tolérantes à l'ombre est faible du fait que ces espèces produisent des graines éphémères [1, 25]. Paradoxalement, Dounga qui dispose encore d'une meilleure banque de graines présente de moins bonnes perspectives [11-13]. Par ailleurs, les faibles densités de graines observées à Dounga pourraient être dues à la phénologie des principaux arbres et à la taille des échantillons [26]. Les conditions de germination (la température due à l'ensoleillement, l'humidité due aux pluies à répétitions), lors de l'expérimentation, auraient également pu conduire à des mortalités élevées. S'agissant de la répartition de graines en fonction des profondeurs, il apparaît une diminution du nombre de graines de la litière vers les horizons supérieurs. Certains auteurs ont montré que, pour tout type de forêts perturbées ou non, la grande majorité de la banque de graines du sol est concentrée dans les 25 premiers centimètres du sol, avec une meilleure abondance dans les 5 ou 10 premiers centimètres [27].

4-2. Variation de l'abondance de germination

L'analyse des résultats a permis de constater qu'il n'y avait pas de différences significatives entre les différents niveaux de sols (0-5 cm, 5-10 cm et 10-15 cm). Cela peut être dû à une différence de niveaux de prélèvement de sols pas assez importante. Cependant, les graines peuvent difficilement atteindre des profondeurs de sol importantes, sauf si un labour profond était réalisé. Un agriculteur traditionnel ne pratique pas un labour important et vise la reconstitution la plus rapide d'une forêt au cours d'une jachère d'assez longue durée [28]. Cependant, le labour parfois effectué lors de la confection des buttes de manioc aurait fait remonter les graines des horizons supérieurs du sol et enfouir celle de surface, ce qui aurait provoqué une homogénéisation des abondances de germination entre les différents horizons. Ce mélange peut donc annuler les différences entre les différents horizons. Les conditions édaphiques pourraient également jouer un rôle sur la présence des graines. En effet, la fertilité du sol pourrait influencer le stockage de graines dans le sol [29]. Par conséquent, le stockage de graines dans le sol pourrait différer entre les différents horizons, compte tenu des caractéristiques différentes des sols. Concernant l'abondance entre les types d'occupation de sol, une différence significative a été observée. Ainsi, une abondance significativement plus élevée dans les jachères de 7-8 ans est notable. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les parcelles des jachères de 7-8 ans n'ont pas été assez désherbées. Une absence de désherbage entraîne des abondances plus fortes d'adventices sur les parcelles de culture et donc un stock de graines plus important dans le sol (sauf si l'élimination des adventices se fait avant la mise à graine de ces dernières). Cependant, cette hypothèse n'est pas cohérente avec l'abondance des plantules du sol des brûlis, car les pratiques paysannes semblent les mêmes sur les deux sites. Néanmoins, un désherbage précoce et fréquent sur les cultures peut expliquer une abondance de graines moins forte pour les brûlis et les jachères de 4-5 ans par une destruction précoce des espèces mères

avant leur mise en graines et par conséquent empêche leur enfouissement dans le sol. Cette faible abondance de plantules dans les sols de brûlis et des jachères de 4-5 ans pourrait-être lié au fait que les espèces présentes dans les parcelles avaient déjà entamé leur germination, ce qui réduit donc le stock de graines prêtes à germer. Par ailleurs, la durée nécessaire pour la germination des graines est variable selon les espèces, alors que d'autres mettent de nombreuses semaines, voire une ou plusieurs années [16, 30].

4-3. Diversité de la banque de graines du sol

Une corrélation a été observée entre les diversités de plantules et les types d'occupation de sol. A Dounga, les jachères de 4-5 ans possèdent une diversité plus importante de graines du sol que tous les autres types d'occupations de sol. Cela peut s'expliquer par l'importance de la végétation environnante des parcelles de prélèvements de sols ou à la nature de l'utilisation du terrain. D'après certains auteurs [2], les essences principales de l'inventaire du peuplement environnant sont également présentes dans la banque de graines. Ainsi, de nombreux reliquats de graines semées non germées se seraient accumulés dans la banque de graines donnant une plus forte diversité en l'absence de végétation environnante importante. En effet, la banque de graines du sol des forêts tropicales n'est que proportionnellement le reflet de la végétation environnante. En général, moins de 20 % d'espèces arborescentes sont communes aux deux compartiments [27]. Par ailleurs, le mode d'agriculture pratiquée sur les parcelles de culture serait aussi à prendre en compte. Une pratique moins importante de labour pourrait favoriser la diversité de la banque de graine. De manière générale, les différences des similitudes sont plus marquantes pour les comparaisons faites entre les types d'occupation de sol quelle que soit la profondeur du sol. Il n'y a pas plus de la moitié des espèces végétales qui sont semblables. Ceci peut être dû à la différence des pratiques sur certaines parcelles de culture [31]. Il y a peu d'espèces communes qui peuvent être retrouvées de par le manque de diversité végétale. La différence que l'on retrouve à chaque fois pour les graines des différentes profondeurs du sol peut être surprenante. Aucune différence n'est retrouvée au niveau de l'abondance, quelle que soit la profondeur. Il en est de même pour la diversité végétale, aucune corrélation n'est trouvée quelle que soit la profondeur. Les seules différences étaient au niveau des types d'occupation de sol. Mais, elles ne pourraient justifier la différence entre les profondeurs. L'échantillonnage, l'identification et le dénombrement pourraient engendrer des biais. Le manque de différences significatives sur les tests précédents devrait être suivi ici d'un faible écart entre les graines trouvées en surface et en profondeur. Le labour ne peut être en cause, car même en enfouissant les graines il a tendance à homogénéiser les différents types de florule qu'on pourrait avoir dans le sol [32].

5. Conclusion

Les deux sites étudiés illustrent des états différents de la banque de graines du sol des reliques forestières du littoral congolais. Tous les deux sites ont des enjeux différents : celui de Mfinda, situé à l'intérieur d'une aire protégée peut jouer un rôle tampon, et celui de Dounga, à proximité de la ville de Pointe-Noire pouvant voir accroître l'intensité de l'action anthropique. Les résultats ont montré que la densité et l'abondance de la banque des graines du sol varient significativement entre les différentes occupations de sol, avec les plus fortes valeurs à Mfinda, traduisant une forêt fréquemment perturbées. En revanche, en fonction des profondeurs du sol, la variation de ces deux paramètres n'est pas notable pour les deux sites. En termes de diversité spécifique, l'indice de Sorensen a montré une dissemblance entre les espèces. Ainsi, il se dégage que la banque de graines du sol à Dounga, bien que disposant encore de meilleures conditions fonctionnelles, semble de plus en plus menacée. Pour protéger ces reliques forestières, les études devraient se poursuivre dans d'autres habitats locaux pour mieux comprendre le rôle de la banque de graines du sol dans la recolonisation des zones dégradées afin d'éveiller l'intérêt des riverains et des décideurs sur les contraintes de leur régénération naturelle.

Références

- [1] - K. THOMPSON et J. P. GRIME, Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67, (1979) 893 - 921
- [2] - P. SAVADOGO, L. SANOU, S. D. DAYAMBA, F. BOGNOUNOU, A. THIOMBIANO, Relationships between soil seed banks and above-ground vegetation along a disturbance gradient in the W Park trans-boundary biosphere reserve, West Africa. *Journal of Plant Ecology Advance Access published April 1*, (2016) 1 - 36
- [3] - S. T. A. PICKETT et M. J. MCDONNELL, Seed bank dynamics in temperate deciduous forest. In: Leck M.A., Parker V.L. & Simpson R.L., eds. Ecology of soil seed banks. San Diego, CA, USA: *Academic Press*, (1989) 123 - 147
- [4] - T. DUTOIT et D. ALARD, Biodiversité actuelle et potentielle des écosystèmes prairiaux calcicoles: influence de la gestion sur les phytocénoses et les banques de graines. *Acta bot. Gallica*, 143 (415) (1995) 431 - 440
- [5] - M. D DIAZ-VILLA, T. MARAÑÓN, J ARROYO et B. GARRIDO, Soil seed bank and floristic diversity in a forest-grassland mosaic in southern Spain. *J. Veg. Sci.* 14, (2003) 701 - 709
- [6] - O. CHABRERIE, D. ALARD D. et B. TOUZARD, Diversité de la végétation et du réservoir de graines du sol dans une pelouse calcicole du nord-ouest de la France. *Can. J. Bot.* 80, (2002) 827 - 840
- [7] - C. DOUH, A.P. GOREL, K. DAINOU, D. FONTEYN, E. BUSTILLO, L. OBSOMER, A. BOURDOUXHE, J. MORIN-RIVAT, E. FORNI, S. GOURLET-FLEURY, J.J. LOUMETO, J.L. DOUCET, Banque de graines du sol et déterminants de la germination du tali, *Erythrophleum suaveolens* (Guill. & Perr.) Brenan. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 338, (2018) 43 - 55
- [8] - A. FABING, Bilan spatial et structurel de l'antagonisme « Pression Anthropique /Dynamique forestière naturelle » en zone de forte croissance urbaine. Le cas de Pointe-Noire et de sa région (République du Congo). Apport de l'approche régionale à la gestion durable de la forêt dans les pays en développement. Thèse de doctorat de l'Université de Strasbourg I, (2001) 319 p.
- [9] - FAO, Évaluation des ressources forestières mondiales 2010. Rapport principal. Rome, Italie, FAO, Étude FAO : Forêts 163, (2010) 348 p.
- [10] - D. HERVÉ, H. RANDRIAMBANONA, H. R. RAVONJIMALALA, H. RAMANANKIERANA, N. S. RASOANAIVO, R. BAOHANTA, S. M. CARRIÈRE, Perceptions des fragments forestiers par les habitants des forêts tropicales humides malgaches. *Bois et Forêts des Tropiques*, 345 (3) (2020) 43 - 62
- [11] - A. P. MISSAMBA-LOLA, Etat des lieux des reliques forestières de Dounga à Nsinga et de Tchichiefou à Tchissoko. Rapport interne. UR GSE-CRDPI, (2012) 37 p.
- [12] - J. PANSU, Impacts des activités anthropiques sur la biodiversité : une approche spatiale et temporelle par analyse de l'ADN environnemental. Thèse de doctorat, Université de Grenoble, France, (2014) 258 p.
- [13] - A. P. MISSAMBA-LOLA, R. NDALLA KOTONOU et J.J. LOUMETO, Déterminants écologiques de la résilience des reliques forestières du littoral congolais. *Revue de l'Environnement et de la Biodiversité - PASRES* 4(2) (2019) 52 - 63
- [14] - M. REDON, J.P SARTHOU et L. LARRIEU, Expertise écologique d'un peuplement forestier : étude de la complémentarité de deux indicateurs de biodiversité. *Revue Forestière Française*, LXI, (6), (2009) 611-628
- [15] - D. VALLAURI, Si la forêt s'écroule... quelle gestion forestière française après les tempêtes. *Revue Forestière Française*, LIV (1), (2002) 43 - 54
- [16] - N. C. GARWOOD, Tropical Soil Seed Banks : A Review. In M. A. LECK, V. T. PARKER, & R. L. SIMPSON (Eds.), Ecology of Soil Seed Banks (pp. 9-21). San Diego, CA : *Academic Press Inc* (1989)
- [17] - S. COHEN, R BRAHAM, F SANCHEZ, Seed bank viability in disturbed longleaf pine sites. *Restoration Ecology* 12(2004) 503 - 515
- [18] - K. THOMPSON, R.M CERIANI, J.P BAKKER, R.M BEKKER, Are seed dormancy and persistence in soil related? *Journal of Ecology* 91 (2003) 97 - 100

- [19] - P. VENNETIER, Pointe-Noire et la façade maritime du Congo-Brazzaville. *Mémoire ORSTOM*, n°26, (1968) 458 p.
- [20] - L. SITOU, Les cirques d'érosion dans la région de Pointe-Noire (Congo) : étude géomorphologique. Thèse Université Louis Pasteur, Strasbourg, (1994) 225
- [21] - M. J. SAMBA-KIMBATA, Précipitations et bilans de l'eau dans le bassin forestier du Congo et ses marges. Thèse de Doctorat d'Etat ès-lettres et Sciences Humaines. Dijon, Paris, (1991) 242p + figures
- [22] - J. C. NGUINGUIRI et E. KATZ, Clans, ethnies et Etat : Partage et conflit dans l'appropriation de l'espace au Kouilou (Congo). Colloque : *Le territoire lien ou frontière ?* Paris, ORSTOM- Univ. Paris IV, (1995) 80 p.
- [23] - S. T. AGIDEW and A. H. MEZGEBE, Woody Species Composition Analysis of Shawo Sacred Forest, Ethiopia, *Int. J. Appl. Sci. Biotechnol*, Vol 7(1), (2019) 12 - 21
- [24] - M. MA, X. ZHOU, G. DU. Role of soil seed bank along a disturbance gradient in an alpine meadow on the tibet plateau. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 205 (2010) 128 - 134
- [25] - J. B. HALL et M. D. SWAINE, Seed stocks on Ghanaian Forest Soils. *Biotropica* 12 (4), (1980) 256 - 263
- [26] - C. DOUH, K. DAÏNOU, J. J. LOUMETO, A. FAYOLLE, J. L. DOUCET, Explorer la banque de graines du sol pour mieux comprendre la dynamique de régénération des forêts tropicales africaines (synthèse bibliographique). *Biotechnologie. Agron. Soc. Environ.* 18(4) (2014) 558 - 565
- [27] - M. C DIKÉ et L. C. NWOSU, Variations in soil seed banks of abandoned farmlands of various ages *in* Umukabia Umuagbom, Abia State, Nigeria. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7(1), (2013) 338 - 343
- [28] - A. FOURNIER, C. FLORET, G. M. GNAHOUA, Végétation des jachères et succession post-culturale en Afrique tropicale. Ch. Floret, R. Pontanier, John Libbey Eurotext, Paris, (2001) 123 - 168
- [29] - F. C. G. CARDOSO, R. MARQUES, P. C. BOTOSSO, M. C. M MARQUES, Stem growth and phenology of two tropical trees in contrasting soil conditions. *Plant Soil*, 354, (2012) 269 - 281
- [30] - C. BARALOTO, Régénération forestière naturelle : de la graine à la jeune tige. Dynamique des milieux forestiers, *Rev. For. Fr. LV*- numéro spécial, (2003) 179 - 187
- [31] - D. A PENAFLOL, Déterminants du développement de systèmes de culture à base d'association avec *Acacia sp.* dans les plantations d'Eucalyptus de la région du Kouilou, Congo. Mémoire de fin d'études - Synthèse. Master en Agronomie et Agroalimentaires. M2-SAT - RESAD, (2011) 21 p.
- [32] - A. DEMPSEY, N. MARTIN et B. POSS, Adventices et banques de graines. *Institut Universitaire de Technologie d'Avignon. Rapport de Production Végétal*, (2018) 24 p.