

CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE ET PHYSIOLOGIQUE DES GRAINES DE 40 GENOTYPES DE *Milicia spp.* ISSUS DU SUD ET DU NORD DE LA CÔTE D'IVOIRE

E. L. BOMISSO, D. KONE et S. AKE

Laboratoire de physiologie Végétale, UFR Biosciences, Université de Cocody Abidjan
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire. E-mail : lebomisso@yahoo.fr

RESUME

L'Iroko (*Milicia spp.*) est une essence végétale soumise à des pressions parasitaire et anthropique qui menacent son existence. La présente étude, qui s'inscrit dans le cadre des efforts entrepris pour préserver cette espèce, vise l'identification de la meilleure zone pour la collecte de semences et les génotypes les plus prometteurs pour un reboisement efficient. Les graines de 40 génotypes de savane et de forêt ont donc fait l'objet de caractérisations morphologique et physiologique. Les graines évaluées ont présenté des dimensions moyennes de 2,67 mm de long, 1,73 mm de large et 0,97 mm d'épaisseur. Elles contenaient 8 à 10 % d'eau et avaient des poids de 1000 graines fluctuant entre 1 et 3 g. Dans un gramme de semences produit par les arbres étudiés, 510,96 graines en moyenne ont été dénombrées. Concernant les sites de collecte, la zone de savane s'est révélée plus intéressante que celle de forêt pour la quantité de graines produite (555,5 graines/g) et la proportion d'individus (50 %) qui en condition de photopériode naturelle ont donné des graines qui germent. Toutefois, le génotype de forêt CI. MD-13 s'est distingué par des taux de germination 2 à 3 fois supérieurs à ceux des 39 autres arbres évalués. Ce travail constitue une contribution pour une meilleure connaissance des graines de *Milicia spp.*

Mots clés : *Milicia*, Iroko, graines, caractérisation, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF 40 *Milicia spp* GENOTYPE SEEDS FROM SOUTHERN AND NORTHERN CÔTE D'IVOIRE

*Iroko is a tree species often subject to human pressure and parasites attack. This threatens its growth and development characteristics. In order to contribute to a better understanding of *Milicia spp.*, seeds characteristics were evaluated with the aim of selecting the best germplasm and areas most appropriate for the domestication of this tree species. Seeds from 40 tree species obtained from both forest and savannah areas were collected and morphological and physiological characteristics assessed. Average seed size were 2.67 x 1.17 x 0.97 mm. One thousand seeds weighed between 1 and 3 g and their percent water contents ranged between 8 - 10 %. One gram of seeds used produced, on average, about 510 g of new seeds. Trees from the savannah areas produced more new seeds (555 seeds/g) than their forest counterparts. Fifty percent of individuals under natural photoperiods produced seeds with higher germination rates. Furthermore, forest genotypes (CI-MD-13) exhibited germination rates 2 to 3 times higher than 39 tree species.*

Key words : *Milicia*, Iroko, seeds, characterization, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

L'Iroko (*Milicia spp.* C.C.Berg) est une espèce ligneuse répandue en Afrique de l'Ouest et particulièrement en Côte d'Ivoire. Du fait de ses propriétés proches de celle du teck, de sa bonne durabilité naturelle et de sa haute valeur commerciale, *Milicia* est l'objet d'une surexploitation. Alder (1989) estime à 172,983 m³/an son taux d'extraction pour un taux de régénération de 28,650 m³/an.

Outre les actions anthropiques, cette espèce vulnérable (Hawthorne, 1995) subit en forêt de même qu'en plantation les attaques de *Phytolyma lata*, un insecte gallicole. Fohaom (2002) rapporte que les dégâts causés par ce ravageur seraient les principales raisons des échecs en matière de création de parcelles de reboisement et de régénération naturelle de *Milicia spp.* en Afrique de l'Ouest.

Face à la pression exercée par l'ensemble de ces facteurs qui conduira, sans aucun doute à l'extinction de l'Iroko, Hawthorne (1995) préconise la protection de l'espèce et la limitation de son exploitation pour une production durable. Très tôt, de nombreux pays exportateurs de cette essence ont pris des lois pour protéger *Milicia* et plus récemment pour limiter son exportation. Toutefois, ces mesures qui reposent sur des dispositions légales et sur la répression ont montré peu ou presque pas d'effets à ce jour. Aussi, le reboisement à partir de génotypes améliorés s'avère l'ultime recours pour pérenniser la production d'Iroko. L'obtention de génotypes améliorés nécessite une meilleure connaissance des sources de graines et la mise en place d'un programme d'amélioration des arbres. Jusqu'à ces dernières années seules les espèces exotiques dominantes dans les plantations forestières des régions tropicales ont fait l'objet d'investigations. *Tectona grandis* et *Gmelina arborea*, très utilisées au Ghana, constituent des exemples d'espèces introduites pour lesquels des données relatives aux provenances sont disponibles (Appiha, 2003). La cristallisation de la recherche autour de ces espèces exotiques surtout celles à usage industriel (Sagar *et al.*, 1997 ; Luukkanen, 1998) a été préjudiciable à la domestication des

espèces locales. Les travaux sur l'Iroko sont embryonnaires au Ghana (Appiha, 2003) et manquants en Côte d'Ivoire. L'insuffisance voire l'absence de données, rend inefficace les efforts entrepris pour préserver l'Iroko.

La présente étude concerne deux sources de graines de *Milicia spp.* en Côte d'Ivoire. Elle vise à caractériser et à évaluer les semences disponibles afin d'identifier la meilleure source de graines et les génotypes les plus performants pour entreprendre des reboisements.

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL VEGETAL

Il est constitué de graines, provenant des fruits de 12 génotypes (arbres) de savane et 28 de forêt de *Milicia spp.* (Figure 1). Les espèces sont réparties en Côte d'Ivoire suivant la direction Nord-Sud, avec *M. regia* au Nord et *M. excelsa* au Sud (Dieter, 1998). Le Nord qui est une zone de savane (1200-1500 mm de pluies), présente une pluviosité moins abondante que le sud (2000 mm de pluies) essentiellement forestier.

METHODES

Extraction des graines

Les graines de *Milicia spp.* ont été extraites par trituration des fruits ramollis après un séjour de 48 à 72 h dans l'eau. Les semences obtenues ont été séchées à l'ombre puis conservées à 4 °C. Pour les différents tests de caractérisation, un échantillon de 10 g a été constitué par génotype et a servi de source de prélèvement de semences.

Caractérisation morphologique

Elle a consisté à rechercher les dissemblances entre les graines des génotypes de savane et de forêt. Les mensurations à savoir la longueur, la largeur et l'épaisseur de 30 graines par génotype, ont été déterminées à l'aide d'un pied à coulisse (Mutitoyo) d'une précision de 0,02 mm.

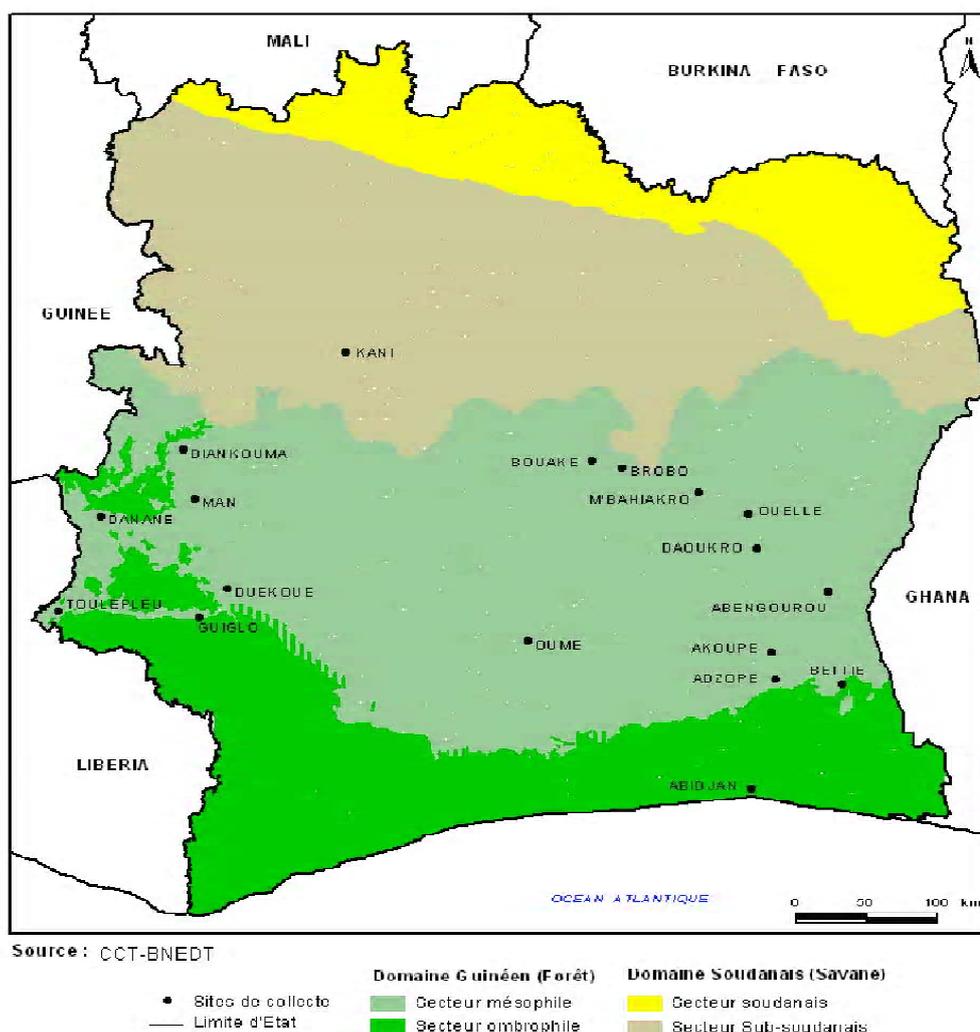


Figure 1 : Carte de la Côte d'Ivoire présentant les sites de collecte des fruits de *Milicia* spp.

Map of Côte d'Ivoire with location where *Milicia* spp. seed where collected.

Caractérisation physiologique

Les caractéristiques recherchées ont été la teneur en eau, le poids de 1000 graines, le nombre de graines par gramme de semences et le taux de germination.

Teneur en eau des graines

Elle a été déterminée suivant la méthode dite en étuve à température stabilisée à 100 °C développée par l'International Seed Testing Association (ISTA) (Anonyme, 1995). Deux lots de 0,5 g de semences ont été constitués par génotype et repartis dans 2 piluliers de masses (Mp) connues. Les piluliers sont fermés et pesés

afin de déterminer les masses fraîches (Mf) des lots. Les lots de semences sont ensuite déshydratés dans une étuve maintenue à 105 °C. Avant la mise à l'étuve, les piluliers sont ouverts pour permettre un meilleur dessèchement des graines. Cette opération, qui a duré 17 h, a été suivie par le refroidissement des récipients dans un dessiccateur pendant 45 min. Les masses sèches (Ms) ainsi obtenues ont été déterminées en pesant les piluliers refroidis sur une balance de précision. La formule $Mf - Ms / Mf - Mp \times 100$ a permis de calculer le contenu en eau d'un lot. La moyenne des valeurs obtenues à partir des lots d'un génotype a donné sa teneur en eau.

Poids de 1000 graines et nombre de graines par gramme de semences

Ces deux paramètres ont été déterminés simultanément. Un lot de 2 g de semences a été constitué par génotype. Les débris végétaux, les grains de sable et les fractions de graines de chaque lot ont été éliminés à l'aide d'une pince fine. Après le tri, la masse de 1000 graines a été déterminée à partir du lot pur obtenu (Anonyme, 1992). Pour les lots purs qui contenaient moins de 1000 graines, 8 lots de 100 graines ont été pesés et la masse moyenne rapportée à celle de 1000 graines (Anonyme, 1992). Le nombre de graines par gramme de semences d'un génotype donné a été obtenu en faisant le rapport 1000 sur la masse de 1000 graines.

Germination des graines

Deux types de substrats ont été utilisés pour tester l'aptitude à germer des graines. Il s'agit de la terre et du papier filtre stériles. La germination sur chacun des substrats a été réalisée dans les conditions d'obscurité continue (COC) et de photopériode naturelle (CPN) pendant 3 semaines. Le laboratoire a servi de cadre à la conduite de la germination sur papier comme support. Des rondelles de papiers humectés d'eau distillée ont été disposées au fond de boîtes de Pétri de 90 mm de diamètre. Quant à la germination en terre, elle a été réalisée en pépinière.

Pour toutes les conditions d'évaluation, 200 graines réparties à raison de 50 par répétition, ont été utilisées. Avant le semis, les graines ont été désinfectées à l'hypochlorite de sodium (8° chlorométrique) à 10 % pendant 15 min.

Analyse des données

Les données morphométriques ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) puis à une analyse en composante principale (ACP) en vue de confirmer le résultat de l'ANOVA. La comparaison des moyennes des caractéristiques des graines, obtenues pour les deux zones de collecte a été faite par le test de Tukey

pour échantillons inégaux. Les génotypes ont été comparés entre eux grâce au test de Newman-Keuls. Le test non paramétrique de X^2 a permis de classer les sources de graines pour l'aptitude à germer.

RESULTATS

COLORATION ET CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES GRAINES

Les graines extraites des fruits étaient jaunâtres ou brunes. Les proportions d'arbres du nord et du sud qui ont présenté l'une ou l'autre des colorations sont les mêmes (Tableau 1).

Les mensurations effectuées révèlent qu'une graine de *Milicia* mesure $2,67 \pm 0,17$ mm de long, $1,73 \pm 0,18$ mm de large et a une épaisseur de $0,97 \pm 0,1$ mm. Les graines produites par les arbres localisés en zone de forêt sont plus larges que celles d'arbres de savane (Tableau 1). L'exploitation des données morphométriques dans une ACP a permis de répartir les graines des différents génotypes en 5 groupes (I à V) dans le plan des composantes principales 1 et 2 (Figure 2). Les axes 1 et 2 représentent 82,90 % de la variance totale exprimée. Les variables longueur et largeur sont fortement et négativement corrélées à la première composante. La variable épaisseur est fortement et positivement corrélée à la seconde composante. Les groupes II, III et IV sont constitués à la fois de graines de savane et de forêt. Les graines des groupes II et III sont caractérisées par leur épaisseur. Elles sont grandes pour le groupe II et petites pour le groupe III. Celles du groupe IV possèdent des valeurs moyennes pour les variables étudiées. Quant aux groupes I et V, ils sont opposés pour les paramètres longueur et largeur de leurs graines. Ces groupes sont composés de 2 génotypes de forêt et 3 de savane, séparés de manière très nette par les caractéristiques de leurs graines.

Tableau 1 : Caractères morphométriques des graines selon leur provenance.

Morphometric Characteristics of seeds according to their source.

	Morphologie			Teneur en eau (%)	Poids de 1000 graines (g)	Ng/g	coloration	
	Longueur	Largeur	épaisseur				Jaunâtre	Brune
savane	2,71 a	1,57 a	0,95 a	8,87 a	1,85 a	555,75 b	91,66 a	8,34 a
forêt	2,60 a	1,80 b	0,98 a	9,24 a	2,2 b	466,18 a	77,42 a	22,58 a

Les valeurs d'une même colonne indexées par la même lettre ne son pas significativement différentes. (P > 0,05) test HSD de tukey pour les caractères morphologie, teneur en eau poids de 1000 graines et Ng/g et X² (X² < 3,84, ddl = 1) pour la coloration.
Ng /g = nombre de graines par gramme de semences

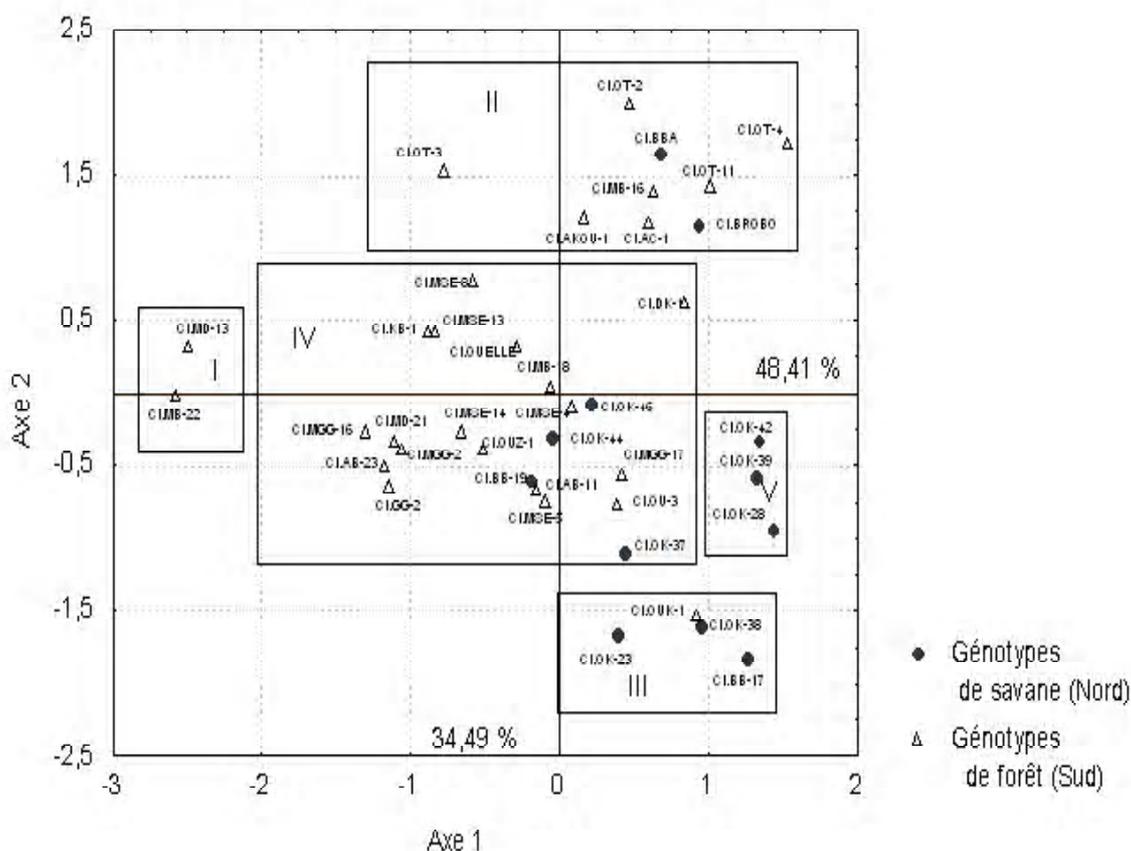


Figure 2 : Projection des semences dans le plan des composantes principales 1 et 2.

Projection of seeds in the principal components plan 1 and 2.

TENEUR EN EAU DES GRAINES

Elle est de $9,12 \pm 0,55$ % en moyenne pour l'ensemble des géotypes étudiés. Les graines de savane contiennent autant d'eau que celles de forêt (Tableau 1). Les arbres pris individuellement ne diffèrent pas les uns des autres pour la teneur en eau de leurs graines (Tableau 2).

POIDS DE 1000 GRAINES ET NOMBRE DE GRAINES PAR GRAMME DE SEMENCES

Le poids moyen de 1000 graines chez les géotypes évalués est de $2,10 \pm 0,4$ g. Le tableau 1 montre que le poids de 1000 graines est plus important chez les géotypes de savane que chez ceux de forêt. Concernant les arbres, CI MD-13 suivi de CI MB-22 et CI OT-3 ont les poids de 1000 graines les plus élevés (Tableau 2).

Un gramme de semences de *Milicia* est formé en moyenne de 510,96 graines. Si l'on tient compte de la provenance, un gramme de semences produit par un arbre en savane renferme plus de graines qu'un autre localisé en zone de forêt (Tableau 1). Au niveau des arbres, CI OK-28 et CI OK-42 ont donné des nombres de graines élevés de l'ordre de 700 graines par gramme de semences (Tableau 2).

GERMINATION DES GRAINES

Sur l'ensemble des géotypes testés, 25 % ont présentés des graines qui ont germé dans les conditions d'étude, sauf en pépinière et en CPN où on note une germination pour 20 % des arbres étudiés. Sur le substrat terre, la proportion d'individus de forêt dont les graines ont germés ne diffèrent pas de celle de savane quelque soit la condition d'éclaircissement (COC et CPN) (Tableau 3). Toutefois, les graines de certains géotypes germent mieux en CPN et d'autres COC (Figure 3). L'analyse des données confirme un effet géotypes mais pas d'interaction géotypes conditions. Le géotype CI MD-13 donne le taux de germination le plus élevé (25 %) sur le substrat terre. Il est suivi par CI MD-21 (5 %).

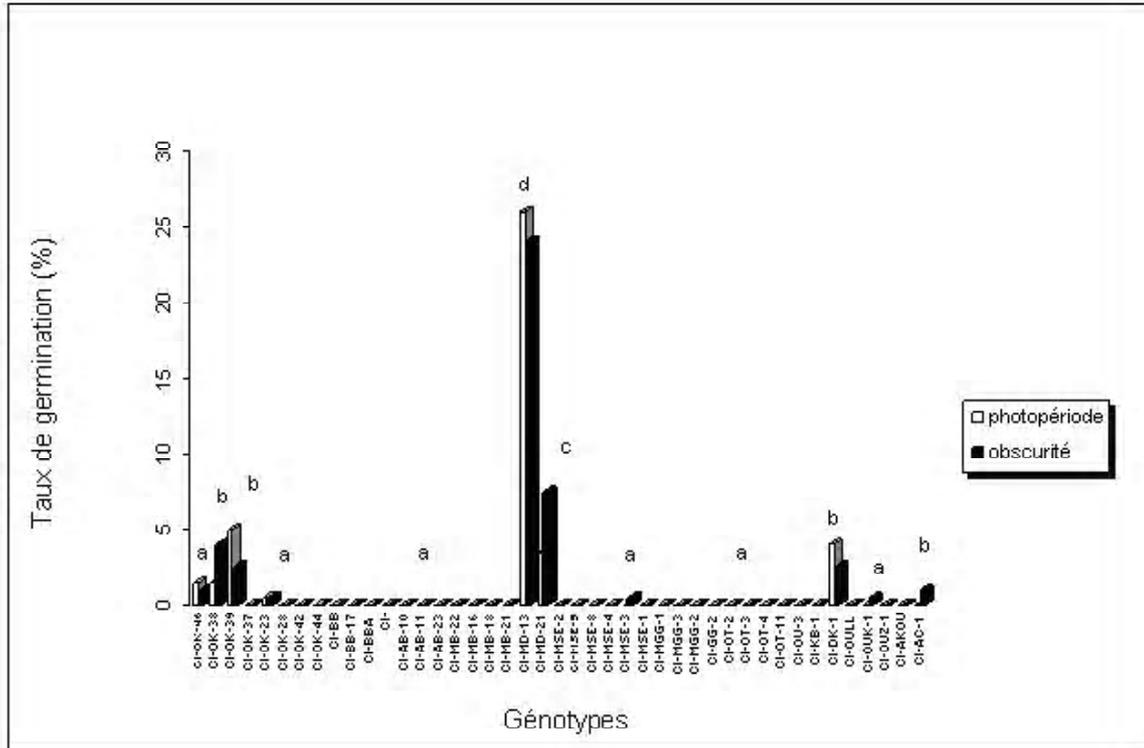
Sur papier et en CPN, le nombre de géotypes de savane dont les graines ont germé est supérieur à celui des géotypes de forêt (Tableau 3). La différence observée entre ces deux provenances en COC n'est pas significative (Tableau 3). Contrairement à la germination en terre, les géotypes dont les graines ont germé sur papier, exception faite de CI OK-46 et CI AC-1, se comportent mieux en CPN. On relève des effets conditions et géotypes significatifs au seuil de 5 %. Sur le substrat papier, CI MD-13 a encore présenté les meilleurs taux de germination. Il est suivi de CI OK-38 et CI DK-1 dont les taux de germination avoisinent 10 % (Figure 4).

Tableau 2 : Caractéristiques des graines des génotypes de *Milicia* spp. des différentes provenances.*Characteristics of seeds of the genotypes from different areas.*

Provenances	Génotypes	Teneur en eau (%)	Poids de 1000 graines	Ng/g	
Savane	CI-OK-46	8,971	2,2375	447	
	CI-OK-38	9,2336	1,6526	605	
	CI-OK-39	9,2684	1,661	602	
	CI-OK-37	8,9788	1,904	525	
	CI-OK-23	9,3047	1,84	543	
	CI-OK-28	8,6183	1,4403	694	
	CI-OK-42	8,6836	1,39	719	
	CI-OK-44	9,4526	1,925	522	
	CI-BB-17	8,7594	1,466	682	
	CI-BBA	9,3525	2,49	402	
	CI-BROBO	9,1145	2,0546	487	
	Forêt	CI-AB-11	9,3328	1,596	627
		CI-AB-23	9,4601	2,181	459
CI-MB-22		9,3287	2,88	347	
CI-MB-16		9,5838	2,3231	430	
CI-MB-18		9,0237	1,9193	522	
CI-MD-13		9,8206	3,073	325	
CI-MD-21		9,4762	2,4727	404	
CI-MSE-5		8,7616	1,9384	516	
CI-MSE-8		9,9693	2,5687	384	
CI-MSE-4		8,2747	2,3263	431	
CI-MSE-14		8,7362	2,2794	439	
CI-MSE-13		9,3079	1,932	517	
CI-MGG17		8,1364	1,8715	532	
CI-MGG-2		8,9926	2,1416	467	
CI-GG-2		9,0454	1,9637	509	
CI-OT-2		9,4171	2,5336	394	
CI-OT-3		9,4334	2,839	352	
CI-OT-4		8,6116	2,0737	494	
CI-OT-11		9,9266	2,3688	422	
CI-OU-3		9,2312	2,135	468	
CI-KB-1		8,4861	1,9255	519	
CI-DK-1		9,9673	2,12	472	
CI-OULL		9,2351	2,4255	412	
CI-OUK-1	9,811	1,236	654		
CI-OUZ-1	9,7327	1,7232	580		
CI-AKOU	9,5374	2,224	450		
CI-AC-1	9,588	2,3036	441		

Tableau 3 : Comparaison des proportions de génotypes par provenances dont les graines ont germé dans les différentes conditions.*Comparison by sources of the proportions of genotype whose seeds have germinated under the various conditions.*

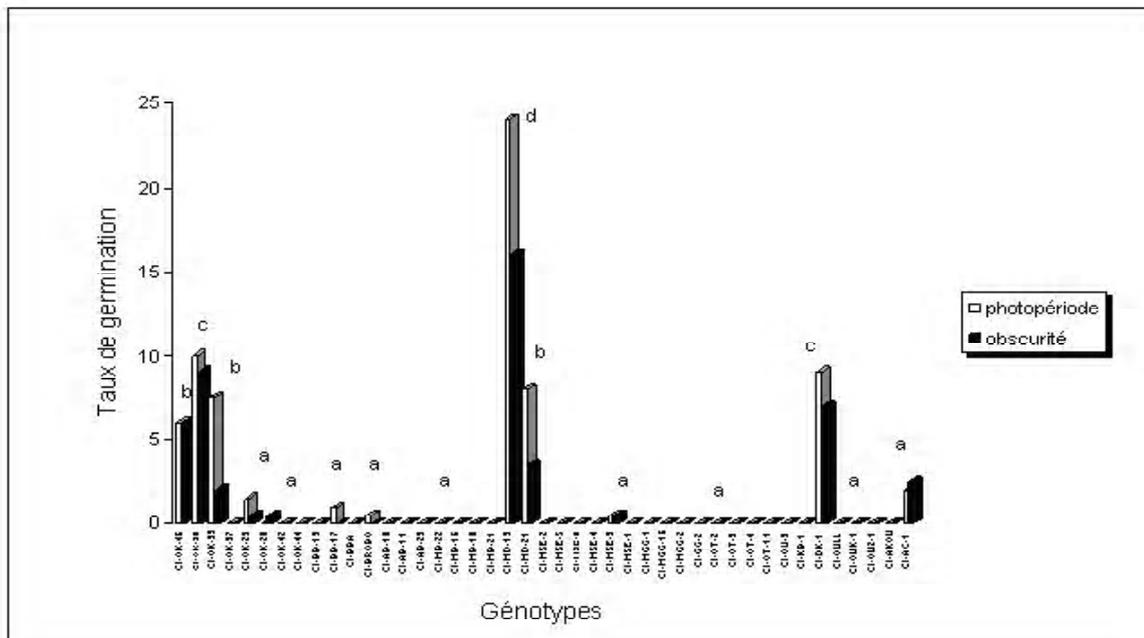
Provenance semences	Germination (%)			
	Terre		Papier	
	Obscurité	Photopériode	Obscurité	Photopériode
savane	33,33	33,33	41,66	50
forêt	21,4	10,71	17,86	17,86
X ²	2,98	0,63	2,54	4,35



Les génotypes indexés par les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % (test de Student-Newman-Keuls)

Figure 3 : Taux de germination des semences des différents génotypes de *Milicia spp* en condition de photopériode naturelle et d'obscurité sur le substrat terre.

Germination Rate of seeds of Milicia spp genotypes in condition of Natural photoperiod and darkness on the ground as substrate.



Les génotypes indexés par les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % (test de Student Newman Keuls)

Figure 4 : Taux de germination des semences des différents génotypes de *Milicia spp* en condition de photopériode naturelle et d'obscurité sur le substrat papier filtre.

Germination Rate of seeds of Milicia spp genotypes in conditions of natural photoperiod and darkness on filter paper as substrate.

DISCUSSION

CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE

Les analyses statistiques effectuées, ACP et ANOVA, montrent que la ségrégation entre les graines du Sud et du Nord à partir du paramètre longueur n'est vérifiée que pour certains individus. Ce résultat pourrait s'expliquer par le faible nombre de variables impliquées dans l'analyse. Toutefois, si l'on tient compte à la fois des résultats de l'ANOVA et de la répartition géographique des espèces selon Dieter (1992), on pourrait dire que les graines de *M. excelsa* sont plus larges que celles de *M. regia*. L'interprétation est contraire, si l'on se réfère à la répartition climatique de Ofori *et al.* (2001) qui montre que les graines de *M. regia* sont plus larges que celles de *M. excelsa*. Cette ségrégation des espèces semble plus fiable car elle est fondée sur l'étude de l'ADN. La répartition de Dieter (1992) s'appuie sur une observation générale. La discrimination des graines sur la base des caractères morphologiques ainsi montrée dans ce travail, pourrait constitué un nouveau critère de distinction entre les espèces de *Milicia*. Par ailleurs, elle montre l'influence de la position géographique des arbres sur la morphologie des graines d'Iroko.

TENEUR EN EAU

Les teneurs en eau de 8,87 % et de 9,24 % obtenues respectivement pour les graines de savane et de forêt sont un peu plus élevées que la teneur de 8 % signalée par Dorthe (2002) et Anonyme (2005). A ce seuil, à basse température la viabilité des graines peut être maintenue pendant au moins un an.

NOMBRE DE GRAINES PAR GRAMME DE SEMENCES

Le nombre de graines par gramme calculé pour l'ensemble des provenances confirme les résultats de Dorthe (2002). Cependant, seuls les nombres obtenus pour les géotypes de savane sont en accord avec ceux de Anonyme (2005). Les résultats obtenus dans cette étude montrent que plus un géotype a un poids de 1000 graines élevé moins il a de graines par

gramme de semences. Pour les arbres de savane, on note une tendance à produire beaucoup de graines mais de petite taille.

GERMINATION DES GRAINES

Le résultat de la germination sur papier et en CPN a permis d'identifier la zone de savane comme la meilleure provenance. La CPN semblerait plus favorable à l'expression du pouvoir germinatif des graines lorsqu'il est associé au papier filtre.

Malgré les faibles taux de germination enregistrés en COC et CNP, ceux des géotypes CI MD-13, CI OK-38 et CI DK-1 en CPN qui sont les meilleurs obtenus après 3 semaines sont acceptables au regard des 45 % signalés par Anonyme (2005) pour 40 à 60 jours de germination. Dorthe (2002) a obtenu 30 % après 2 semaines et 90 % après 4 semaines. Comparés aux taux obtenus par cet auteur ceux des géotypes CI MD-13, CI OK-38 et CI DK-1 sont faibles.

Pour améliorer la germination des graines de *Milicia*, Mapongmetsen *et al.* (1999) proposent la scarification mécanique. Taylor *et al.* (2005) ont montré que le passage des graines d'Iroko à travers le tube digestif des chauves souris ou des oiseaux permet d'améliorer leur pouvoir germinatif. Par contre, certains auteurs tel que Dorthe (2002) affirment que les graines d'Iroko ne sont pas dormantes et ne partagent pas l'idée de les prétraiter. Ce serait plutôt le nombre de graines vides présentes dans les stocks utilisés qui influencerait les taux de germination. Cependant, la méthode d'extraction des graines par trempage utilisée ici et pratiquée par de nombreux forestiers ne serait pas adaptée. Les graines flottantes, supposées vides, éliminées par cette technique seraient viables (Dorthe, 2002). L'utilisation de dépulpeurs est donc préconisée.

Les faibles taux de germination obtenus pourraient aussi s'expliquer par le trempage prolongé (72 h) des fruits. Ces derniers présenteraient des risques élevés de fermentation préjudiciable à la viabilité des graines (Anonyme, 1992). Par ailleurs des champignons appartenant aux genres *Penicillium*, *Phoma* et *Fusarium* isolés des graines pourraient être mis en cause.

CONCLUSION

L'étude réalisée a permis d'établir une carte de collecte qui informe sur la localisation de *Milicia spp.* et de semenciers en Côte d'Ivoire. Les résultats des caractérisations morphologique et physiologique permettront aux forestiers de reboiser désormais à partir de graines dont on connaît les caractéristiques morphologiques et physiologiques.

Des deux zones de collecte évaluées, celle de savane s'est révélée plus intéressante pour la quantité de graines produite par gramme et pour la proportion de géotypes locaux ayant présenté des graines qui germent.

Le géotype CI MD-13 dont les graines ont bien germé s'est avéré le plus performant dans ce travail. On pourrait donc l'utiliser pour le reboisement. Vu la quantité de graines produite par gramme de semences de *Milicia*, une amélioration du pouvoir germinatif permettra d'entreprendre des opérations de reboisement d'envergure. D'autres tests de germination intégrant les graines flottantes et des tests de viabilité indirecte devront encore être réalisés pour mieux cerner les difficultés de germination. Par ailleurs, une étude des variabilités morphologique et génétique des arbres permettra d'approfondir l'étude sur les provenances de *Milicia* de Côte d'Ivoire et d'envisager la conservation des graines dans une banque de gènes.

REFERENCES

- Alder (D.). 1989. Natural forest increment, growth, and yield in Ghana forest inventory proceedings. overseas Dev. Agency/ Ghana for Dep., Accra, 47-52
- Anonyme. 1992. Guide de manipulation des semences forestières. 20/2, FAO, 444 p.
- Anonyme. 1995. Méthodes de gestion des graines dans les banques de gènes. IPGRI, 115p.
- Anonyme. 2005. *Milicia excelsa*, A tree species references and selection guide. Worde Agroforestry Center, 3p
- Appiha (M.). 2003. Domestication of indigenous tropical forest tree : silviculture and socio-economic studies on Iroko (*Milicia excelsa*) in Ghana Academic dissertation university of Helsinki main bulding, unioninkatu 34, 104p.
- Dieter (S.). 1998. Bois de côte d'Ivoire, Précis de reconnaissance des arbres commercialisés CEDA, 387 p.
- Dorthe (J.) 2002. *Milicia excelsa*. Seed leaflet. Danida Forest Seed Center. 2p.
- Foahom (B.). 2002. Insect pest incidence on timber tree species in natural forest in south Cameroon. The Tropenbos-Cameroon Documents 12. The Tropenbos-Cameroon Programme, kribi, Cameroon, 54 p.
- Hawthorne (W. D.). 1995. Ecological profiles of Ghanaian forest tree. Oxford forestry Institute, 345p.
- Luukkanen (O.). 1998. Seedling biotechnology of tropical trees: a forester's view. In : international foundation of sciences (IFS) recent advances in biotechnology for tree conservation and management. Proceedings of an IFS workshop 15-19 septembre 1997, floriantopolis, brazil-IFS, Stockholm, 203-213
- Mapongmetsem (P. M.), (B.) Duguma, (B. A.) Nkongmeneck, (E.) Selegny. 1999. The effect of various seeds pretreatment to improve germination in eight indigenous tree species in the forest of Cameroon, Annals of forest sciences. (8): 679-684.
- Ofori (D. A.), (M. D.) Swaine, (C.) Leifert, (J. R.) Cobbinah et (A. H.) Price. 2001. Population genetic structure of *Milicia* species characterised by using RAPD and nucleotide sequencing (48) : 637 - 647.
- Sayer (J. A.), (J. K.) Vancley and (N.) Byron. 1997. Technology for sustainable management: challenges for the 21st century. Commonwealth forestry congress Victoria falls, Zimbabwe, may 1997 cifor occasional paper 12, 11p
- Taylor (A. R. D), (B. O.) Kankam et (M. R.) Wagner. 2005. The role of the fruit bat, *Eidolon helvum*, in seed dispersal, and germination in *Milicia excelsa*, a threatened West African hardwood. Fruit Bat seed dispersal. Research institute of Ghana, 15p