

CONDITIONS DE LA MULTIPLICATION SEXUÉE CHEZ DES COMBRETACEAE DU BURKINA FASO

Adjima THIOMBIANO¹, Rüdiger WITTIG² & Sita GUINKO¹

SUMMARY

Field studies have shown that some Combretaceae regenerate with difficulty by sexual way. Many species of this family are often used as medicine or fuel in sahelian countries. The present study is based on four *Combretum* species (*C. aculeatum*, *C. glutinosum*, *C. micranthum*, and *C. nigricans*) the natural sexual regeneration of which was indeed difficult. It tries to find solutions through laboratory, seedbed and field experiments on different aspects of sexual multiplication. Studies conducted from 1997 to 1999 show that these species have a variable rate of regeneration: in the field some show a high germination rate and a low seedling survival rate whereas others have a low germination rate but a high seedling survival rate. *C. glutinosum* was proved to have the highest survival rate of its seedlings, while *C. aculeatum* has a great number of seedlings at the beginning of the rain season and a high rate of death afterwards. In order to understand these phenomena observed in the field, we studied the conservation and germination of the fruits and seeds of these Combretaceae. After two years of conservation the seeds of the four selected *Combretum* species presented a germination rate of more than 50%. In general, seeds are better conserved in cooler than ambient conditions and they retain more viability than fruits. Nursery experiments showed that *C. aculeatum* and *C. glutinosum* are better produced than the other two species the production of which is more fastidious. Three months after the nursery work, only *C. aculeatum* had reached the height to be planted. Plantation results of the 3-year study show that these four *Combretum* species can be used to restore the vegetation in degraded landscapes. The survival rates of most of the plant species were rather good with some protection measures and management but unprotected sowings in the field revealed difficulties in the germination of all species.

RÉSUMÉ

Des observations de terrain ont montré que certaines espèces de Combretaceae régénèrent difficilement par voie sexuée. Pourtant ces espèces font l'objet d'une importante utilisation en pharmacopée et en énergie dans les pays sahéliens. La présente étude qui porte

¹ Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales, UFR/SVT, Université de Ouagadougou, 06 BP 9442, Ouagadougou 06, Burkina Faso. Tél. (00226) 36 42 77, Fax (00226) 30 72 42 ; E-mail : adjima_thiombiano@univ-ouaga.bf

² Geobotanik und Pflanzenökologie, Botanisches Institut, J.W.G. — Universität, Siesmayerstr. 70, D-60054 Frankfurt am Main, Allemagne.

sur quatre espèces du genre *Combretum* (*C. aculeatum*, *C. glutinosum*, *C. micranthum* et *C. nigricans*) se base sur un constat de difficultés de régénération naturelle sur le terrain pour trouver des solutions à travers des expériences en laboratoire, en pépinière et au champ. Des études menées de 1997 à 1999 sur la régénération naturelle non assistée révèlent que certaines espèces présentent de forts taux de germination sur le terrain mais de faibles taux de survie d'une année à l'autre alors que d'autres ont un faible taux de germination sur le terrain et des taux de survie assez élevés. Le suivi régulier des plantules montre à cet effet que *C. glutinosum* possède un faible taux de germination mais un fort taux de survie. A l'opposé, *C. aculeatum* a un fort taux de germination marqué par un nombre important de plantules en début de chaque saison pluvieuse mais accuse une forte mortalité au cours du temps. Dans le souci de mieux comprendre le phénomène, nous avons également entrepris des travaux sur la conservation et la germination des fruits et des graines de ces espèces. Les résultats obtenus après deux années de conservation révèlent que les graines des 4 espèces ont un taux de germination supérieur à 50 %. D'une manière générale, les semences sont mieux conservées en chambre froide que dans les conditions ambiantes et les graines maintiennent mieux leur viabilité que les fruits. *C. aculeatum* et *C. glutinosum* sont plus aptes aux conditions de production en pépinière, la première étant la meilleure avec une hauteur plantable après 3 mois d'essai. Les résultats des essais de plantation obtenus après 3 années indiquent qu'il est possible d'utiliser les 4 espèces de *Combretum* pour des opérations de récupération des sites dégradés. Les taux de survie sont assez bons pour la plupart des espèces lorsque certaines mesures de protection et d'aménagement sont prises. En revanche, les semis directs effectués sur le terrain font ressortir des difficultés de germination des différentes espèces.

INTRODUCTION

L'aménagement des formations végétales revêt une importance particulière pour les pays sahéliens où le phénomène de désertification est de plus en plus accentué. De nombreux signes indiquent en effet une dégradation sérieuse en termes de diversité et de densité des ligneux surtout dans les zones sahélo-soudanaises. On enregistre de plus en plus une mortalité accrue des vieux sujets et une faible régénération de la majorité des espèces en zone sahélienne (Gijsbers *et al.*, 1994). Les populations locales constatent également cette baisse de la flore et de la densité des pieds depuis quelques années (Lykke, 1998). La sécheresse, caractérisée par une baisse graduelle de la pluviométrie, est la cause généralement évoquée pour expliquer le vieillissement des peuplements des espèces ligneuses. De nombreux auteurs identifient également les actions de l'Homme et du pâturage comme étant les principales causes de dégradation de la végétation et de la flore (Lindqvist & Tengberg, 1993 ; Hiernaux & Gérard, 1999 ; Wickens, 1997). Cette dégradation de la végétation est accentuée par une absence quasi-totale de plantules de certaines espèces dans les zones sèches du pays. Ces obstacles à la multiplication sexuée des espèces ont conduit certains chercheurs à explorer les voies d'une multiplication végétative (Belem, 1994 ; Bellefontaine & Ichaou, 1999 ; Bellefontaine *et al.*, 2000). Les adeptes de cette voie de multiplication estiment que les contraintes liées aux semis directs et aux plantations sont nombreuses et que les résultats sont rarement satisfaisants. Si ces constats sont quelquefois révélateurs, très peu de travaux ont réellement avancé des données quantitatives sur la multiplication sexuée mettant ainsi en évidence les contraintes qui militent en faveur de la multiplication végétative (Kessler & Boni, 1991). Les études généralement entreprises sur la multiplication sexuée reposent pour la plupart du temps sur les espèces exotiques jugées souvent à croissance rapide mais sans tenir compte de leurs aptitudes à se développer dans de nouvelles conditions écologiques. Pourtant une forte adéquation existe toujours entre les ligneux et la plupart des conditions écologiques dont surtout les conditions

hydriques du sol (Bationo *et al.*, 2001). Ce constat révèle l'importance d'une identification des obstacles à une multiplication sexuée des espèces autochtones et la recherche des conditions favorables pour assurer leur diversité génétique.

Les formations généralement rencontrées au Burkina Faso et dans les autres pays sahéliens étant des steppes arbustives, des savanes arbustives ou arborées et quelques forêts claires, la flore est essentiellement marquée par certaines familles comme les Légumineuses (Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Papilionaceae) et les Combretaceae (Guinko, 1984 ; Fontès & Guinko, 1995 ; Thiombiano, 1996). En plus de leur fréquence assez remarquable dans la plupart des formations, ces familles renferment de nombreuses espèces utilitaires. Les Combretaceae occupent pratiquement le premier rang à l'est du Burkina Faso, surtout dans le domaine de l'énergie et de la médecine traditionnelle (Thiombiano *et al.*, 2002). Certaines espèces de cette famille sont constamment exploitées tout au long de l'année à des fins diverses (bois de chauffe ou charbon de bois, pharmacopée, outils ménagers, construction, etc.) ce qui réduit considérablement les peuplements (Bognounou, 1975 ; Thiombiano, 1992, 1996). Par ailleurs, le constat de terrain fait ressortir clairement la menace qui pèse sur la pérennité de certaines de ces espèces surtout dans la partie nord du pays où la régénération est quasiment nulle. Si de nombreux auteurs avancent généralement des raisons climatiques pour expliquer cette absence de régénération (surtout par voie sexuée), il est cependant nécessaire d'étudier en outre les autres facteurs exogènes (le sol, les feux, le pâturage) et les facteurs endogènes (la biologie des espèces) qui peuvent avoir un rôle déterminant dans la structure des peuplements. Ouédraogo (1990), Lompo-Yonli (1990), Gampiné (1992), Kambou (1997), Nikiéma & Ouédraogo (1998) ont déjà abordé la question relative aux obstacles liés à la multiplication sexuée de certaines espèces de Combretaceae. Les résultats de telles recherches se sont pour la plupart limités soit au laboratoire soit en pépinière et très peu ont connu une application directe sur le terrain. Très peu d'espèces locales ayant fait l'objet d'un intérêt particulier dans les précédentes études d'une part et au regard de l'importance des Combretaceae pour les différents groupes ethniques du Burkina Faso d'autre part, le présent travail se donne pour principal objectif la recherche de solutions pour une meilleure régénération des espèces de cette famille dans les formations végétales du pays à travers des essais en laboratoire, en pépinière et au champ.

MÉTHODOLOGIE

Le matériel végétal se compose de 4 espèces du genre *Combretum* qui sont *Combretum aculeatum*, *C. glutinosum*, *C. micranthum* et *C. nigricans*. Le choix de ces espèces se justifie par le fait qu'elles sont très sollicitées par les populations rurales et qu'elles ont déjà fait l'objet d'études biologiques, phytosociologiques et ethnobotaniques (Thiombiano, 1992, 1996 ; Thiombiano *et al.*, 1999, 2000, 2002).

Les quatre espèces choisies pour cette étude sont généralement des arbustes à feuilles opposées et à pubescence variable. Les inflorescences sont en racèmes spiciformes et les fleurs généralement hermaphrodites. Les fruits à 4 ailes (jaunâtres pour *C. glutinosum*, rougeâtres ou brunâtres pour *C. micranthum* et *C. nigricans*) ou à 5 ailes (*C. aculeatum*) renferment des graines fusiformes. A l'exception de *C. aculeatum*, ces espèces sont assez résistantes aux feux. *C. glutinosum* est une

espèce particulièrement stimulée par les feux à faible intensité qui induisent la floraison et la feuillaison des individus.

Les travaux de terrain se sont déroulés essentiellement dans deux localités (Gonsé et Fada N'Gourma) du secteur nord soudanien à pluviosité variant entre 750 et 900 mm par an ; elles se trouvent respectivement à 20 et 220 km à l'est de Ouagadougou.

ETUDE DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE (NON ASSISTÉE)

La régénération naturelle est (selon Rollet, 1969 *in* Pendjé, 1994) l'ensemble des processus par lesquels la forêt se reproduit naturellement ; elle dépend de la production des fruits, de la dissémination des graines, de leur germination, de l'établissement, la survie et la croissance des plantules.

Cette étude a consisté à la mise en place et au suivi de placettes permanentes (carrées ou rectangulaires), de superficie variant entre 1 et 9 m², sous les différents semenciers pour le comptage régulier des plantules issues de la germination des graines. L'étude s'est effectuée dans la forêt classée de Gonsé (*C. aculeatum*, *C. glutinosum* et *C. micranthum*) et à Fada N'Gourma (*C. nigricans* car cette espèce a complètement disparu de Gonsé en raison de sa surexploitation). Au total 20 placettes (5 par espèce) ont fait l'objet d'un suivi hebdomadaire pendant la saison pluvieuse. Sur chaque placette le comptage prend en compte les plantules de moins de 20 cm de haut ; elles ont été marquées à la peinture au début des essais, ce qui a facilité leur suivi d'une saison pluvieuse à l'autre. La différence entre le nombre de plantules vivantes au début et en fin d'essai donne le taux de survie. Les essais se sont déroulés de juillet 1997 à août 1999.

ESSAIS DE CONSERVATION DES SEMENCES

L'objectif de ce volet est la détermination de méthodes simples de maintien de la viabilité des graines des différentes espèces par le contrôle des attaques des fruits stockés, soit par le froid soit par l'utilisation de plantes insectifuges comme *Azadirachta indica* et *Hyptis spicigera*. Pour chaque espèce, un premier lot est constitué de fruits intacts et un second lot de graines seules. Chacun de ces lots comporte un témoin qui est directement placé dans une armoire à une température comprise entre 25 et 30 °C. En outre, l'autre partie du lot de fruits intacts est subdivisée en 2 sous-lots : le premier est placé dans l'armoire avec des plantes insectifuges et le second dans la chambre froide (à température comprise entre 3 et 5 °C) sans plantes insectifuges. Le second lot de graines est simplement conservé dans la chambre froide sans plantes insectifuges. Tous les fruits proviennent de la zone soudanienne : Gonsé pour *C. aculeatum* et *C. micranthum*, Fada N'Gourma pour *C. nigricans* et *C. glutinosum*.

Aussi bien pour les graines que pour les fruits, des tests de germination périodiques sont effectués tous les deux mois en vue d'apprécier la viabilité des semences. Les tests de viabilité ont été effectués pendant une année, sauf pour *C. glutinosum* où ils n'ont concerné qu'une période de 8 mois, en raison de la récolte tardive des fruits. Cette espèce présente en effet une phénologie différente des autres car la période de fructification se situe en pleine saison sèche (mars), celle des autres intervenant en fin de saison pluvieuse (septembre-octobre).

ESSAIS DE GERMINATION

Ils se sont déroulés en laboratoire et ont permis de comparer non seulement les taux de germination entre les espèces mais aussi, pour la même espèce, entre différentes durées de conservation. Les tests de germination ont porté sur 4 répétitions de 50 semences et se sont déroulés sur une période de 28 jours. Les fruits et les graines sont semés sans pré-traitement dans un substrat constitué de sable de rivière.

CULTURE EN PÉPINIÈRE

Cette étude vise à déterminer les techniques appropriées à la production de plants en pot des 4 espèces. Elle porte sur la détermination des substrats appropriés pour chacune des espèces et des doses d'eau pour l'arrosage quotidien.

Pour la détermination du substrat approprié, le dispositif expérimental consiste en un bloc complet randomisé à un facteur avec 49 plants par plateau. Trois types de substrats ont été testés en utilisant comme référence la terre (t) et en faisant varier le volume de sable (s) et de fumier (f) : S1 : 3t + 1s + 1f ; S2 : 3t + 1s + 2f ; S3 : 3t + 2s + 1f. La terre a été directement prélevée dans l'enceinte de la pépinière sur les premiers horizons du sol. Les graines sont semées sans pré-traitement et les relevés de germination sont effectués tous les 2 jours jusqu'au 30^e jour afin d'évaluer le taux de germination. Des mensurations sont ensuite effectuées tous les mois et portent sur la hauteur du plant. Les taux de survie sont appréciés après 3 mois d'essai avec un arrosage quotidien de 2 fois 20 litres pour 1 000 pots.

Les doses d'eau sont étudiées sur la base de 4 traitements selon les normes préconisées par le CNSF (Centre National de Semences Forestières de Ouagadougou) :

D1 : 0,84 litres pour 42 pots × 2 fois/jour (20 litres × 2 fois/jour pour 1 000 pots).

D2 : 1,68 litres pour 42 pots × 2 fois/jour (40 litres × 2 fois/jour pour 1 000 pots).

D3 : 2,94 litres pour 42 pots × 2 fois/jour (70 litres × 2 fois/jour pour 1 000 pots).

D4 : 3,78 litres pour 42 pots × 2 fois/jour (90 litres × 2 fois/jour pour 1 000 pots).

Le dispositif est un bloc complet randomisé avec 4 répétitions de 20 plants par plateau à raison de 2 graines semées par pot. Le substrat utilisé pour l'essai est constitué de 3 volumes de terre, 2 volumes de sable et un volume de fumier. Les relevés de germination sont effectués tous les 2 jours jusqu'au 20^e jour.

ESSAIS DE PLANTATIONS

Ils se sont déroulés à Gonsé où 2 sites ont été retenus : un site fortement dégradé, constitué d'une plage nue à sol argileux plus ou moins imperméable avec une absence quasi-totale de végétation et un autre site servant de témoin avec un sol argilo-sableux assez bien drainé, à fertilité et tapis végétal moyens. Sur chacun des sites il y a une parcelle protégée et une autre non protégée. La parcelle protégée bénéficie de certains soins comme la mise en place de cuvettes pour la rétention en eau de pluie, l'épandage de paillage ou débris végétaux pour limiter l'évaporation. Chaque parcelle comporte 25 individus par espèce avec une distance de 3 m entre eux. Les plants utilisés proviennent des essais en pépinière avec une priorité accor-

dée aux individus plus vigoureux et plus grands. Les plantations ont été effectuées le 7 août 1998. Le suivi a consisté à noter d'abord toutes les semaines (pendant les 3 premiers mois), puis toutes les 2 semaines, le nombre d'individus vivants ainsi que leur croissance pendant 3 années.

ESSAIS DE SEMIS DIRECTS

Tout comme les essais de plantation, les semis directs ont eu lieu à Gonsé, sur 2 sites également, conformément au protocole défini pour les plantations.

ANALYSE DES DONNÉES

Les données collectées sont traitées à l'aide d'Excel 97 et les analyses de variance ont été faites en suivant la procédure DUNCAN par la méthode one-way au seuil de 5 % ; pour les blocs randomisés nous avons utilisé one-way et two-way ANOVA au seuil de 5 %. Selon la procédure DUNCAN, si $F \text{ ratio} (0,05) > \text{probabilité } F (Fpr)$, il existe une différence significative.

RÉSULTATS

RÉGÉNÉRATION NATURELLE (NON ASSISTÉE)

Le nombre de plantules issues de la germination des graines sur le terrain augmente chaque année de juillet à septembre et décroît vers la fin de la saison pluvieuse qui se situe généralement vers le mois d'octobre (Fig. 1). La mortalité des plantules se poursuit en saison sèche, atteignant l'optimum vers le mois d'avril. A la reprise de la saison pluvieuse, on observe le même phénomène d'augmentation et de baisse du nombre de plantules, entraînant ainsi au fil des années une baisse graduelle du taux de survie ; ce taux reste assez variable d'une espèce à l'autre.

Ces résultats mettent en évidence un phénomène de compensation des espèces traduisant ainsi l'adaptation de chacune d'elles aux différents aléas. On remarque en effet, qu'en dépit de la forte mortalité enregistrée pour *C. aculeatum*, le nombre de plantules restant en fin de saison est plus important que celui des autres espèces (33 plantules pour *C. aculeatum*, 25 pour *C. nigricans*, 20 pour *C. micranthum* et 19 pour *C. glutinosum*). La forte mortalité des plantules de *C. aculeatum* est compensée par une très bonne germination des semences en début de saison pluvieuse. Par contre, la faible germination de *C. glutinosum* est compensée par un très bon taux de survie des plantules. Il en est de même pour *C. micranthum* ; *C. nigricans* occupe une position intermédiaire avec des taux de germination et de survie moyens (Tableau I).

Les plantules de *C. aculeatum* qui ne sont pas suffisamment lignifiées en début de saison sèche, présentent une certaine vulnérabilité à la sécheresse, aux feux de brousse et au pâturage. Par contre, celles de *C. glutinosum* et de *C. micranthum* qui se lignifient assez vite, sont beaucoup plus résistantes aux différents aléas.

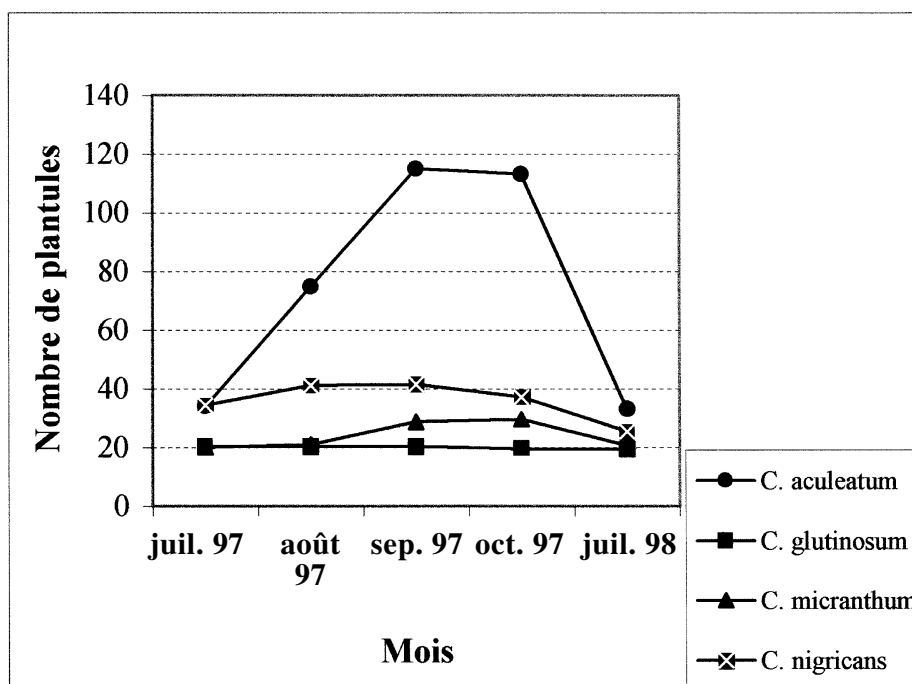


Figure 1. — Evolution du nombre moyen de plantules sur le terrain en une année.

TABLEAU I

Appréciation de la régénération naturelle après 15 mois de suivi des plantules

	Nombre moyen de plantules		Taux de survie après 15 mois (%)
	Septembre 1997	Août 1999	
<i>Combretum aculeatum</i>	115	43	37,4 ± 3,7
<i>Combretum glutinosum</i>	21	20	95,2 ± 5,8
<i>Combretum micranthum</i>	29	21	72,4 ± 5,1
<i>Combretum nigricans</i>	42	30	71,4 ± 1,4

Nombre de placettes par espèce : 5.

ESSAIS DE CONSERVATION DES SEMENCES

Les taux de germination enregistrés au niveau des graines au début des essais de conservation sont très bons pour la plupart des espèces. Ils atteignent 97 % pour *C. aculeatum* et *C. glutinosum*, 91 % pour *C. nigricans*, 77 % pour *C. micranthum*

(Tableau II). Ces taux de germination baissent avec le temps de conservation et les résultats obtenus indiquent généralement de meilleurs taux pour les semences maintenues au froid que celles conservées dans l'armoire. La viabilité est cependant mieux conservée chez les graines que chez les fruits surtout pour une conservation à moyen ou long terme (plus d'une année).

TABLEAU II

Evolution du taux de germination en fonction des techniques de conservation des graines

Temps de conservation	<i>C. aculeatum</i>		<i>C. glutinosum</i>		<i>C. micranthum</i>		<i>C. nigricans</i>	
	TG Arm (%)	TG Fr (%)	TG Arm (%)	TG Fr (%)	TG Arm (%)	TG Fr (%)	TG Arm (%)	TG Fr (%)
0 mois	97,5 ± 1,3	97,5 ± 1,3	97,0 ± 1,9	97,0 ± 1,9	77,0 ± 0,4	77,0 ± 0,4	91,0 ± 1,1	91,0 ± 1,1
2 mois	97,5 ± 3,2	94,5 ± 1,0	97,5 ± 1,1	96,5 ± 1,4	63,5 ± 1,9	79,0 ± 0,9	86,5 ± 1,8	82,0 ± 2,1
4 mois	98,0 ± 2,5	96,5 ± 1,7	90,5 ± 3,4	94,5 ± 1,9	78,0 ± 1,1	81,0 ± 2,4	92,5 ± 1,0	93,0 ± 2,3
6 mois	97,5 ± 2,7	97,0 ± 1,2	62,5 ± 1,3	96,0 ± 2,5	70,5 ± 2,7	65,5 ± 0,4	92,0 ± 3,9	88,5 ± 1,5
8 mois	98,5 ± 4,3	96,5 ± 1,7	83 ± 1,45	82,5 ± 2,7	71,5 ± 0,8	71,5 ± 0,3	86,5 ± 2,5	89,0 ± 1,7
10 mois	95,5 ± 3,3	98,5 ± 0,9			65,0 ± 2,7	68,0 ± 1,8	35,0 ± 1,1	66,0 ± 2,0
12 mois	60,0 ± 4,8	90,5 ± 3,0			53,5 ± 3,3	55,0 ± 0,8	40,5 ± 2,2	77,5 ± 1,9

TG = Taux de germination ; Arm = conservation dans l'armoire (entre 25 et 30 °C) ; Fr = conservation dans la chambre froide (entre 3 et 5 °C) ; nombre de graines par espèce et par traitement : 50 ; nombre de répétitions : 4.

Après une année de conservation des graines au froid, 3 espèces (*C. aculeatum*, *C. glutinosum* et *C. nigricans*) présentent encore de très bons taux de germination dépassant 75 %. La conservation en milieu ambiant fait baisser considérablement la viabilité chez toutes les espèces mais particulièrement chez *C. nigricans* et *C. aculeatum* (Fig. 2). Par contre, les résultats obtenus avec *C. glutinosum* et *C. micranthum* montrent qu'au seuil de 5 % de probabilité il n'existe pas de différence significative entre les 2 types de conservation après une année (Fpr = 0,130 > 0,05 pour la première espèce et Fpr = 0,286 > 0,05 pour la seconde).

La conservation des fruits intacts est délicate au regard du faible taux de germination enregistré après une année chez la plupart des espèces sauf chez *C. aculeatum* (Tableau III). Ce taux est même faible au début de l'essai pour ces 3 espèces. Ces résultats s'expliquent par le degré de parasitisme assez élevé des fruits chez les 3 autres espèces. En effet, il est courant de noter la présence de larves

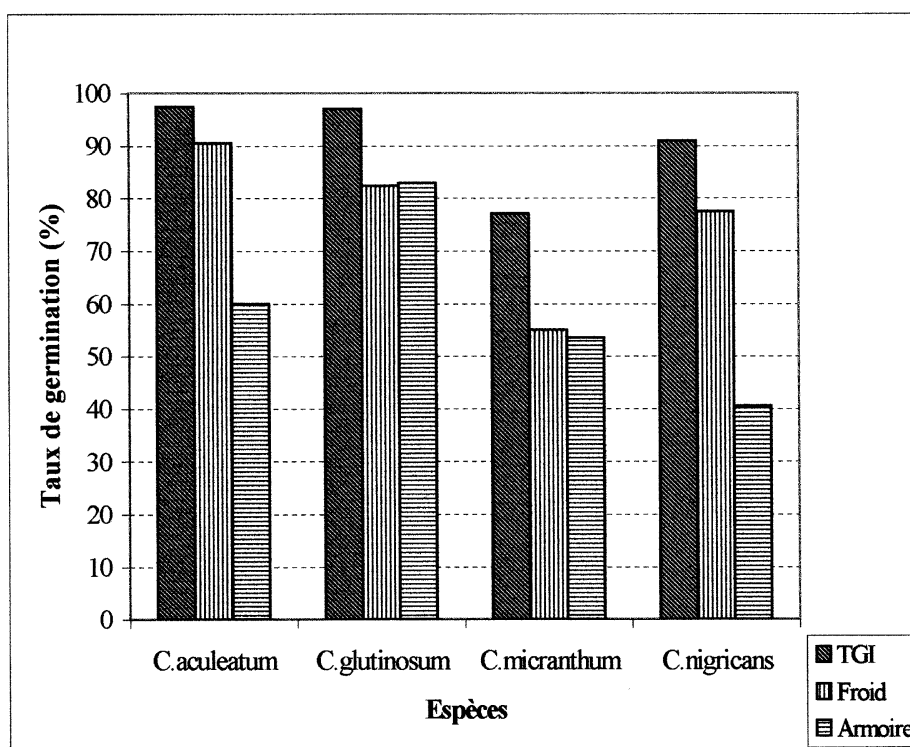


Figure 2.— Appréciation de la viabilité des graines en fonction des techniques de conservation. TGI = taux de germination initial au laboratoire ; Armoire = conservation dans l'armoire (entre 25 et 30 °C) en association avec les plantes insectifuges ; Froid = conservation au froid entre 3 et 5 °C.

d'insectes dans les fruits avant même leur maturité complète ; le décortilage s'impose pour sauver les graines lorsqu'on veut les conserver à moyen ou long terme (4 à 6 mois) et en milieu ambiant. L'association des plantes insectifuges dans la conservation de 3 espèces (*C. glutinosum*, *C. micranthum* et *C. nigricans*) en milieu ambiant n'est pas significativement meilleure au seuil de 5 % par rapport au témoin (les probabilités Fpr sont toutes > 0,05). Par contre, le test est significatif au seuil de 5 % en associant *Hyptis spicigera* dans la conservation de *Combretum aculeatum* en milieu ambiant (Fpr = 0,03 < 0,05). La conservation au froid qui limite les attaques parasitaires donne des taux de germination significativement meilleurs pour *C. aculeatum*, *C. glutinosum* et *C. micranthum* au seuil de 5 % (les probabilités Fpr étant toutes < 0,05). La différence entre la conservation dans l'armoire et au froid n'est pas significative au seuil de 5 % pour les fruits de *C. nigricans* non traités et ceux traités avec *A. indica* (avec respectivement des probabilités Fpr = 0,07 > 0,05 et Fpr = 0,06 > 0,05). Le traitement des fruits de la même espèce avec *H. spicigera* est significatif au seuil de 5 % avec une probabilité Fpr = 0,03 < 0,05 indiquant ainsi des résultats moins bons au froid.

TABLEAU III

Appréciation de la viabilité des fruits en fonction des techniques de conservation

	TGI	Fruits non traités		Fruits traités avec <i>A. indica</i>		Fruits traités avec <i>H. spicigera</i>	
		Arm.	Froid	Arm.	Froid	Arm.	Froid
<i>C. aculeatum</i>	66,5 ± 1,3	74,5 ± 0,9	80,0 ± 0,5	75,0 ± 1,1	91,5 ± 1,3	84,5 ± 2,2	87,0 ± 2,4
<i>C. glutinosum</i>	27,0 ± 1,4	2,0 ± 1,2	8,5 ± 1,2	2,5 ± 0,9	0,5 ± 0,9	0,5 ± 0,1	1,0 ± 0,0
<i>C. micranthum</i>	0,5 ± 1,0	5,5 ± 0,4	23,0 ± 0,2	2,5 ± 0,3	14,5 ± 0,7	0	38,5 ± 1,1
<i>C. nigricans</i>	0,5 ± 0,8	9,0 ± 0,6	11,5 ± 0,1	2,5 ± 0,3	4,0 ± 0,1	9,0 ± 1,1	5,5 ± 0,1

TGI = taux de germination initial au laboratoire ; Arm = conservation dans l'armoire (entre 25 et 30 °C) ; Froid = conservation dans la chambre froide (entre 3 et 5 °C) ; nombre de fruits par espèce et par traitement : 50 ; nombre de répétitions : 4.

CULTURE EN PÉPINIÈRE

Essais de substrat

Quel que soit le substrat utilisé les taux de germination de *C. aculeatum* et de *C. glutinosum* sont plus élevés (85 à 97 %) que ceux de *C. micranthum* (38 à 63 %) et de *C. nigricans* (16 à 23 %). La différence n'est pas significative au seuil de 5 % entre les traitements pour les 4 espèces (toutes les probabilités $F_{pr} > 0,05$) indiquant ainsi que le substrat n'est pas un facteur important dans la germination. Toutefois, le traitement S3 donne le meilleur taux de germination pour *C. aculeatum* (avec 95,4 %), alors que S1 est le meilleur pour *C. glutinosum* (97,44%) et S2 pour les 2 autres espèces avec 63,26 % pour *C. micranthum* et 23,46 % pour *C. nigricans*.

Les taux de germination enregistrés en pépinière sont ainsi assez proches de ceux obtenus en laboratoire à l'exception de *C. nigricans* dont les taux baissent de façon considérable en pépinière (Tableau IV).

La figure 3 montre un taux de survie des plantules très bon chez *C. aculeatum* et *C. glutinosum* (83 à 95 %), moyen chez *C. micranthum* (36 à 60 %) et faible chez *C. nigricans* (25 à 31 %). Ces essais révèlent de légères préférences des espèces pour les substrats surtout pour les stades de croissance. Le traitement S2 présente une bonne performance chez toutes les espèces qu'il s'agisse de leur germination ou de leur survie.

Essais doses d'eau

Pour toutes les doses d'eau utilisées, les meilleurs taux de survie sont observés chez *C. aculeatum*, *C. glutinosum* et dans une moindre mesure chez *C. micranthum* (Fig.4). La différence n'est pas significative au seuil de 5 % entre les traitements d'eau appliqués au niveau de toutes les espèces (toutes les probabilités $F_{pr} > 0,05$).

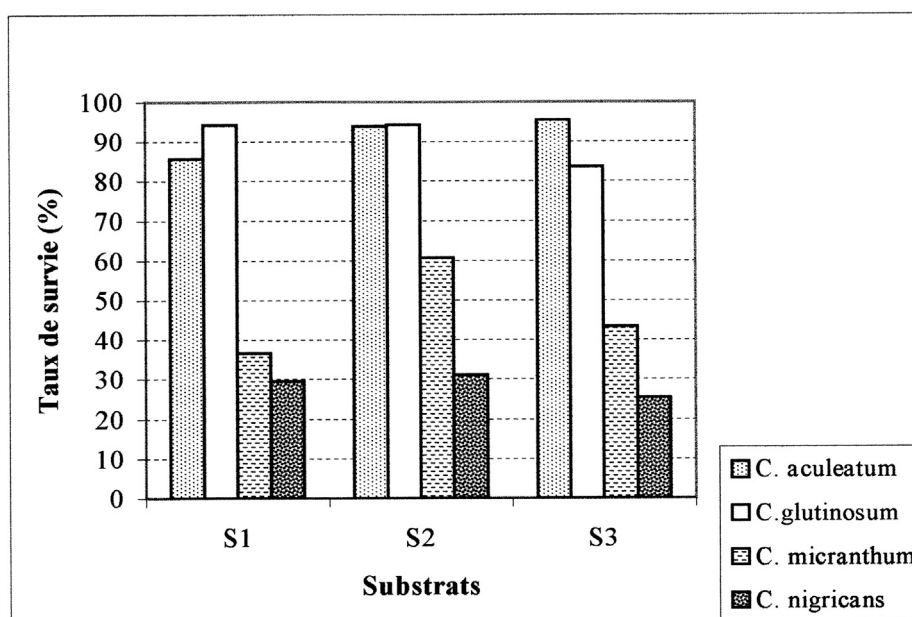


Figure 3. — Taux de survie des plantules en fonction du substrat utilisé en pépinière. S1 = 3t + 1s + 1f ; S2 = 3t + 1s + 2f ; S3 = 3t + 2s + 1f ; avec f = fumier, s = sable, t = terre.

TABLEAU IV

Taux de germination et de survie des plantules en fonction du substrat utilisé en pépinière

Substrats	S1		S2		S3	
	TG (%)	TS (%)	TG (%)	TS (%)	TG (%)	TS (%)
<i>C. aculeatum</i>	85,7 ± 0,1	86,0 ± 1,3	94,4 ± 1,3	93,9 ± 0,4	95,4 ± 1,0	95,5 ± 0,7
<i>C. glutinosum</i>	97,4 ± 1,8	94,4 ± 0,9	96,9 ± 1,1	94,4 ± 1,0	88,8 ± 1,0	83,7 ± 0,8
<i>C. micranthum</i>	38,3 ± 1,9	36,7 ± 0,7	63,3 ± 0,8	60,7 ± 0,5	46,4 ± 0,7	43,4 ± 0,7
<i>C. nigricans</i>	19,9 ± 1,3	29,6 ± 1,0	23,5 ± 1,2	31,1 ± 0,2	16,8 ± 1,0	25,5 ± 1,0

S1 = 3t + 1s + 1f ; S2 = 3t + 1s + 2f ; S3 = 3t + 2s + 1f ; avec t = terre, s = sable, f = fumier ; TG = taux de germination ; TS = taux de survie après 3 mois ; nombre de graines par espèce et par traitement : 49 ; nombre de répétitions : 4.

Les taux de survie de *C. nigricans* sont les plus faibles (Tableau V). A partir d'une dose de 20 litres 2 fois par jour pour 1 000 pots, on n'observe pas d'amélioration significative avec l'augmentation de la quantité d'eau.

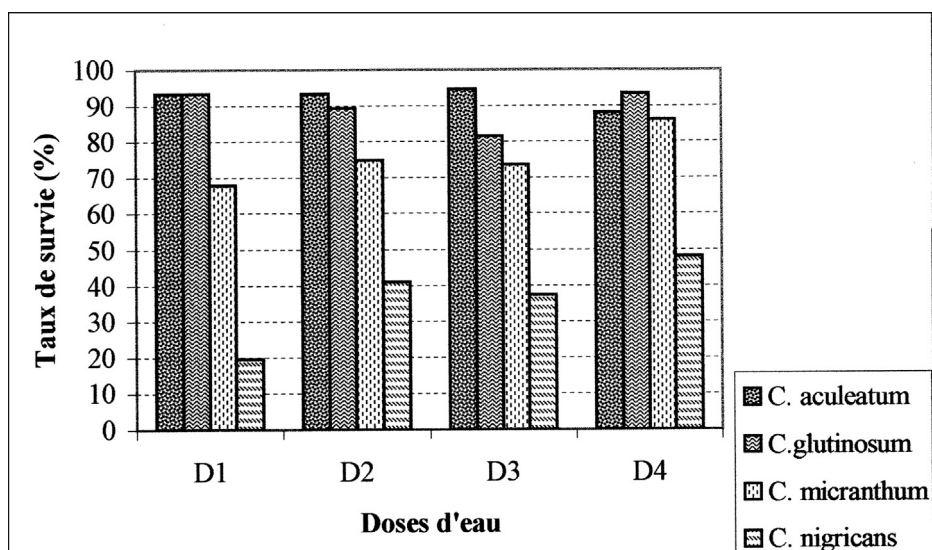


Figure 4. — Taux de survie des plantules en fonction des doses d'eau utilisées en pépinière. D1 = 20 litres deux fois par jour pour 1 000 pots ; D2 = 40 litres deux fois par jour pour 1 000 pots ; D3 = 70 litres deux fois par jour pour 1 000 pots ; D4 = 90 litres deux fois par jour pour 1 000 pots.

TABLEAU V

Taux de survie (en %) des plantules en fonction des doses d'eau appliquées en pépinière

Doses d'eau	D1	D2	D3	D4
<i>C. aculeatum</i>	93,4 ± 0,8	93,4 ± 0,2	94,7 ± 0,8	88,2 ± 1,0
<i>C. glutinosum</i>	93,4 ± 0,7	89,5 ± 0,4	81,6 ± 1,4	93,4 ± 0,9
<i>C. micranthum</i>	68,0 ± 1,1	75,0 ± 0,4	73,6 ± 0,7	86,1 ± 0,9
<i>C. nigricans</i>	19,6 ± 0,2	41,1 ± 0,1	37,5 ± 0,6	48,2 ± 0,4

D1 = 20 litres deux fois par jour pour 1 000 pots ; D2 = 40 litres deux fois par jour pour 1 000 pots ; D3 = 70 litres deux fois par jour pour 1 000 pots ; D4 = 90 litres deux fois par jour pour 1 000 pots ; nombre de plants par espèce : 20 ; Nombre de répétitions : 4.

En considérant les rapports coût – résultats, une dose d'eau de 40 litres 2 fois par jour pour 1000 pots pourrait suffire dans la mesure où les expériences ont été conduites pendant la période froide.

Les plantations

Les 4 espèces présentent de bons taux de survie sur certaines parcelles après 3 années d'essais. Le taux est généralement meilleur sur les parcelles protégées et entretenues (Fig. 5) ; ces dernières bénéficient de la protection non seulement contre la pression des animaux mais aussi contre les coups de soleil grâce aux paillis de branchages limitant ainsi l'évaporation.

Pour toutes les espèces la mortalité est plus élevée sur les plages nues et non protégées ; ceci s'explique par la forte chaleur, la sécheresse du sol, le pâturage et la stabulation des animaux qui sévissent sur ces parcelles. *C. aculeatum* et *C. micranthum* se comportent très bien sur les plages nues protégées avec des taux de survie qui avoisinent respectivement 70 % et plus de 80 %. Dans les parcelles témoins, *C. aculeatum*, *C. micranthum* et *C. nigricans* présentent les plus forts taux de survie surtout dans celles qui sont protégées où ils dépassent 80 % (Fig. 5).

En confrontant les résultats des 2 types de parcelles (parcelles dégradées et parcelles témoins), on déduit que *C. aculeatum* et *C. micranthum* sont les espèces les plus aptes aux opérations de plantation car elles ont des taux de survie de l'ordre

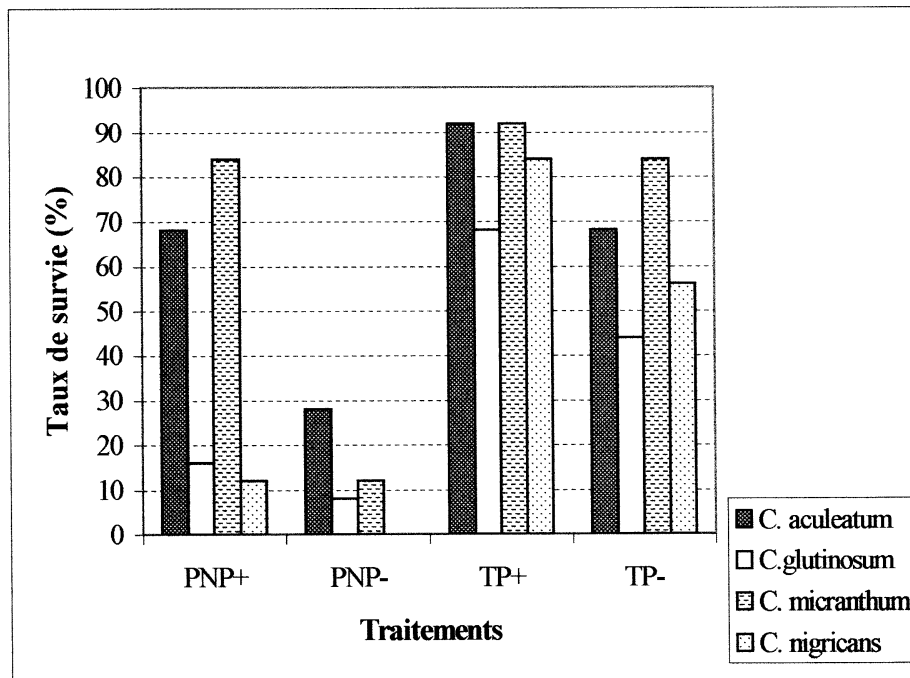


Figure 5. — Taux de survie des plants 3 années après la mise en place des essais de plantation. PNP+ = Plage nue protégée ; PNP- = Plage nue non protégée ; TP+ = Témoin protégé ; TP- = Témoin non protégé.

de 70 à 90 % dans les parcelles protégées (Tableau VI). On pourrait associer *C. nigricans* lorsque les sites ne sont pas fortement dégradés et bénéficient encore de conditions écologiques favorables (humidité, sol drainé). *C. glutinosum* pourrait être utilisé mais cette espèce semble plus exigeante en dépit de son caractère xérophytique.

TABLEAU VI

Taux de survie et croissance des plants après 3 années de suivi des parcelles de plantation

Traitement des parcelles	PNP+		PNP-		TP+		TP-	
	TS (%)	Crois. (cm)	TS (%)	Crois. (cm)	TS (%)	Crois. (cm)	TS (%)	Crois. (cm)
<i>C. aculeatum</i>	68	69,4 ± 1,9	28	- 4,0 ± 2,9	92	74,2 ± 1,7	68	20,1 ± 4,3
<i>C. glutinosum</i>	16	19,1 ± 0,9	8	12,2 ± 3,8	68	21,3 ± 2,0	44	14,5 ± 4,9
<i>C. micranthum</i>	84	48,9 ± 0,9	12	19 ± 2,55	92	53,2 ± 2,2	84	22,1 ± 3,7
<i>C. nigricans</i>	12	27,0 ± 2,4	0	0	84	31,1 ± 1,8	56	24,1 ± 2,5

PNP+ = Plage nue protégée ; PNP- = Plage nue non protégée ; TP+ = Témoin protégé ; TP- = Témoin non protégé ; TS = Taux de survie ; Crois. = Croissance moyenne ; nombre de plants par espèce et par traitement : 25.

La croissance est meilleure dans les parcelles protégées pour toutes les espèces. Les espèces fourragères situées dans les parcelles non protégées, sont souvent prélevées par les animaux, entraînant ainsi une croissance négative chez *C. aculeatum* (Fig. 6). Par ailleurs, la faible croissance enregistrée chez *C. glutinosum* s'expliquerait par une croissance racinaire dans les premières années de la plantule au détriment de la croissance aérienne. En comparant toutes les espèces on s'aperçoit que *C. aculeatum* et *C. micranthum* présentent les meilleures croissances et que les plus faibles résultats sont enregistrés chez *C. glutinosum*.

Les semis directs

Les résultats enregistrés au niveau des semis directs sont mauvais avec de faibles taux de germination (inférieurs à 2 %) pour 3 espèces aussi bien pour les zones dégradées que pour les témoins ; seul *C. aculeatum* a donné des taux de germination compris entre 40 et 65 % et un taux de survie des plantules de l'ordre de 5 % dans les parcelles protégées après une année. Ce taux de survie est nul pour les parcelles non protégées.

Ces faibles taux de germination suscitent des interrogations surtout lorsqu'on les compare à ceux obtenus en laboratoire et en pépinière. La pluviométrie et le sol constituent incontestablement des facteurs primordiaux entravant la bonne germi-

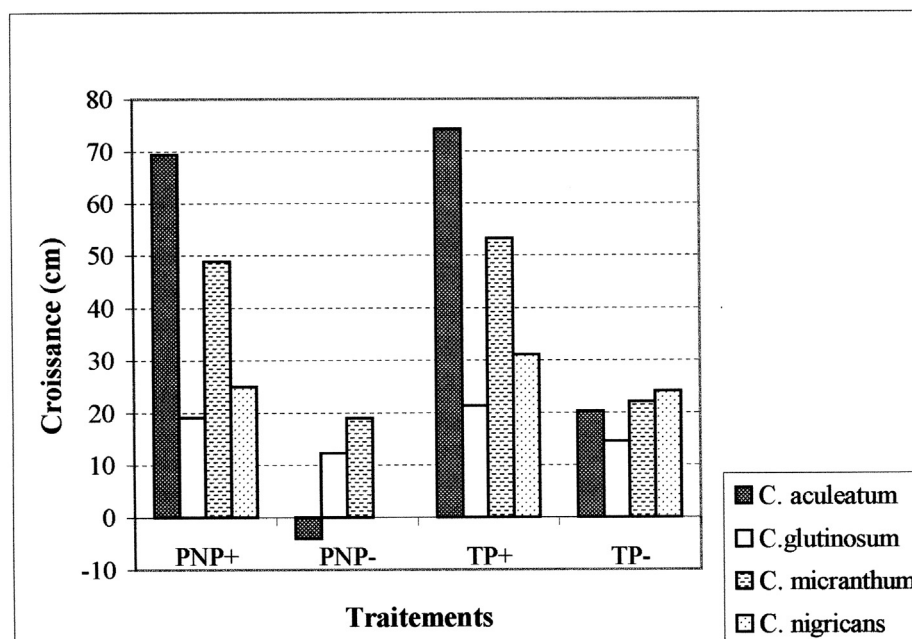


Figure 6. — Croissance moyenne des individus 3 années après la plantation. PNP+ = Plage nue protégée ; PNP- = Plage nue non protégée ; TP+ = Témoin protégé ; TP- = Témoin non protégé.

nation des semences des 3 espèces. Ces résultats montrent également une grande différence avec la forte germination observée sous les semenciers de certaines espèces comme *C. aculeatum* et *C. nigricans*.

DISCUSSION

L'étude de la régénération des Combretaceae fait ressortir plusieurs contraintes d'origine endogène et exogène. La régénération naturelle non assistée de plusieurs espèces connaît des difficultés qui sont surtout liées aux conditions stationnelles. La sécheresse reste un facteur primordial non seulement pour la germination des graines mais surtout pour la survie des plantules pendant la saison sèche. La densité des plantules est généralement forte dans des stations propices (humidité convenable, faible évaporation, sol poreux). La pression pastorale constitue un autre facteur de taille qui influence la régénération tant dans les sites favorables que défavorables. Toutes les espèces fourragères sont exposées à une exploitation continue par les animaux. Les zones à faible régénération sont rapidement dénudées par le prélèvement systématique des rares plantules qui émergent, entraînant ainsi progressivement une désertification. Kessler & Breman (1993) (*in* Gjisbers *et al.*, 1993) remarquent en effet que dans les zones sèches à faible régénération, les animaux tendent à prélever toutes les plantules alors que dans les zones plus humides

on note encore une certaine régénération malgré un pâturage intensif. Les feux de brousse sont également un facteur d'une importance capitale dans les pays sahé-liens. Les plantules de certaines espèces sont particulièrement vulnérables (*C. aculeatum*) comparées à d'autres qui sont beaucoup plus résistantes (*C. glutinosum*, *C. micranthum* et dans une moindre mesure *C. nigricans*). Ceci s'explique par le fait qu'en fin de saison pluvieuse les plantules de *C. aculeatum* ne sont pas aussi bien lignifiées que celles des trois autres espèces. Les individus adultes de *C. glutinosum*, *C. micranthum* et *C. nigricans* sont résistants aux feux et leurs phénophases sont fortement influencées après le passage des feux de brousse. La floraison et la feuillaison de *C. glutinosum* par exemple sont très souvent induites par les feux de faible à moyenne intensité. Lorsque le feu est tardif et à forte intensité, il devient néfaste surtout pour les plantules qui doivent faire face à la fois au choc thermique et au manque d'eau. Les différentes espèces développent cependant diverses stratégies pour assurer leur pérennité. Ainsi, la forte mortalité des plantules de *C. aculeatum* est compensée par le fort taux de germination des semences en début de saison pluvieuse. Inversement le fort taux de survie des plantules de *C. glutinosum* compense le faible taux de germination en début de saison des pluies.

Les essais de conservation indiquent la possibilité de maintien de la viabilité des fruits et des graines à court ou moyen terme. Les taux de survie des fruits sont inférieurs à ceux des graines en raison des attaques d'insectes. A l'exception de *C. aculeatum*, toutes les autres espèces sont exposées au parasitisme dès le début de maturation des fruits sur les pieds-mères. Le processus s'accroît avec le temps et atteint son optimum en fin de maturité des fruits. Les graines ne sont pas épargnées vers les derniers stades du processus de maturation. Cependant, une fois extraites et bien conservées, les graines peuvent rester intactes pendant plusieurs mois de conservation. Les parasites reconnus sont des coléoptères dont l'identification est en cours. Les espèces d'insectes pourraient différer d'une espèce végétale à une autre. Ces attaques parasitaires expliquent aisément la différence observée entre *C. aculeatum* et les trois autres dans le maintien de la viabilité des fruits au cours du temps. Elles sont préjudiciables à la régénération des espèces sur le terrain car généralement les parasites détruisent la partie vitale de la semence (Gampiné, 1992). Néanmoins, on constate que certaines semences sont encore fertiles à l'issue d'une année de conservation en milieu ambiant ; ce qui indique que même en milieu naturel la durée de vie est supérieure à l'année pour la plupart des espèces sahéliennes (Grouzis, 1992) pouvant ainsi engendrer de nouvelles plantules. Les feux de brousse sont également un facteur qui influence le maintien de la viabilité des semences. La plupart des espèces étudiées sont résistantes voire même stimulées par les feux de faible à moyenne intensité (*C. glutinosum*, *C. micranthum* et *C. nigricans*) pouvant entraîner leur floraison précoce. Si Dalziel (1937) reconnaît également en *C. micranthum* une espèce résistante aux feux, il faut cependant remarquer que de fortes intensités de feux tardifs endommagent sérieusement les semences de la plupart des espèces.

Les essais en pépinière sont une première étape de l'application au champ des différents résultats. Les taux de germination au laboratoire sont ainsi comparables à ceux en pépinière. Ce qui signifie que le substrat ne constitue pas un facteur important dans la germination. Les taux de survie dégagent quelques légères préférences des espèces par rapport aux substrats. La conclusion qui se dégage de ces essais indique qu'il est bien possible de produire facilement les plants de ces quatre espèces en pépinière. Le seul inconvénient réside dans la croissance des individus. Une espèce s'est révélée à croissance plus rapide (*C. aculeatum*) et une autre à croissance très lente (*C. glutinosum*). La nécessité d'effectuer des tests supplémen-

taires s'impose en vue de déterminer les meilleurs substrats pour la croissance de chacune des espèces. Les essais dose d'eau révèlent qu'à partir d'une dose de 2 fois 20 litres par jour et pour 1 000 pots, toutes les espèces présentent de bons taux de survie. Cependant, cette dose pourrait être doublée pour avoir de meilleures chances dans la mesure où les essais se sont déroulés en période froide. Ces résultats montrent néanmoins que ces espèces ne sont pas très exigeantes en eau et peuvent supporter des déficits hydriques qui caractérisent souvent les pays sahéliens.

Les essais de plantations mettent en évidence deux aspects importants : qu'il est bien possible d'obtenir de bons résultats si un minimum d'effort est consenti et qu'il est possible de récupérer encore les nombreuses plages nues du Sahel (appelées « zipélé » en langue locale mooré). Contrairement aux opposants de cette idée de la multiplication sexuée, les contraintes résident essentiellement dans un bon aménagement des parcelles au début et à l'entretien de la clôture. De toute évidence, les rejets de souches ou les drageons sont également exposés aux mêmes intempéries et pressions de pâturage. Par ailleurs, la multiplication sexuée contrairement à celle végétative, maintient la diversité génétique au sein des différentes populations. Même si le choix est souvent porté sur les meilleurs individus pour provoquer le drageonnement (Bellefontaine, 2000) cela n'assure pas la diversité génétique mais perpétue les gènes du pied – mère, exposant ainsi tous les individus issus de ce dernier à d'éventuelles catastrophes. Toutefois, la multiplication végétative peut se présenter comme étant une alternative dans des conditions extrêmes, dans la mesure où certaines espèces comme *C. glutinosum* et *C. micranthum* présentent de bonnes aptitudes au drageonnement, au marcottage et aux rejets de souche (Peltier *et al.*, 1995). En tenant compte des coûts de réalisation, des avantages et inconvénients de chaque méthode, il serait plutôt indiqué d'associer ces 2 techniques dans toutes les zones favorables.

Les semis directs nécessitent également une bonne préparation du sol et surtout un entretien. Les mauvais résultats enregistrés sont pour une large part imputables au sol tant dans sa texture que dans sa structure qui ne favorisent pas une bonne infiltration de l'eau de pluie. L'irrégularité des pluies constitue un autre facteur important. Plusieurs auteurs indiquent en effet que l'irrégularité des précipitations en zone sahélienne constitue une contrainte majeure à la régénération des espèces (Gampiné, 1992 ; Grouzis, 1992). Cette voie qui est moins coûteuse exige certaines conditions climatiques et édaphiques.

CONCLUSION

Cette étude sur la régénération des Combretaceae a permis d'appréhender le problème de la dynamique des formations sahéliennes. Les résultats obtenus donnent quelques solutions et perspectives en faveur d'une multiplication sexuée des espèces locales.

La conservation des semences qui est possible à moindre coût, demande quelques précautions comme le décorticage systématique des fruits et le stockage dans des enceintes plus moins hermétiques. En conditions naturelles la viabilité peut être maintenue pendant une année.

Les bons pourcentages de germination enregistrés au laboratoire sont toutefois contredits sur le terrain par le faible taux enregistré au niveau des semis directs. Il est important de rechercher les causes de ces mauvais résultats quand on sait que

c'est l'une des techniques les plus rapides et les moins coûteuses pour les pays en voie de développement.

Les essais de plantations sont également une solution envisageable, dans la mesure où la production des plants en pépinière reste possible à condition de choisir un bon substrat et une dose d'eau convenable ; 4 mois suffisent généralement pour que les plants soient aptes à être mis en terre. Les espèces de Combretaceae peuvent ainsi être utilisées dans les opérations de plantation à condition d'assurer non seulement une protection contre les animaux et les feux de brousse, mais aussi l'entretien des parcelles avec un minimum de soins (mise en place de cuvettes et épandage de paillages). Toutefois, dans des conditions de sécheresse prononcée, *C. micranthum* et *C. aculeatum* seraient plus aptes à donner de bons résultats.

La multiplication des espèces par voie sexuée étant quelque peu délicate, il serait judicieux d'adjoindre quelquefois la voie végétative. Des essais de coupes, de bouturage et de marcottage sont ainsi en cours et permettront de savoir si cette contre-performance par voie sexuée de certaines espèces est compensée par la voie asexuée.

RÉFÉRENCES

- BATIONO, B.A., OUÉDRAOGO, S.J., ALEXANDRE, D. Y. & GUINKO, S. (2001). — Statut hydrique de quatre espèces ligneuses soudaniennes dans la forêt de Nazinon, Burkina Faso. *Sécheresse*, 12 : 87-94.
- BÉLEM, B. (1994). — Régénération naturelle par voie de semis et de drageons de trois espèces forestières soudano-sahéliennes (*Bombax costatum*, *Balanites aegyptiaca*, *Butyrospermum paradoxum*). In : *IV^e réunion de la recherche forestière quadripartite : Burkina, Côte d'Ivoire, Mali, Sénégal : Koudougou, 13-15 avril 1994*. Ouagadougou, Burkina Faso.
- BELLEFONTAINE, R., EDELIN, C., ICHAOU, A., LAURENS, D. DU, MONSARRAT, A. & LOQUAI, C. (2000). — Le drageonnage, alternative aux semis et aux plantations de ligneux dans les zones semi-arides : protocole de recherches. *Sécheresse*, 11 : 221-226.
- BELLEFONTAINE, R. & ICHAOU, A. (1999). — Pour une gestion reproductible des espaces sylvo-pastoraux des zones à climats chauds et secs, une règle d'or : l'OSR — Orienter, simplifier, mais surtout régénérer. *Le Flamboyant*, 51 : 18-21.
- BOGNOUNOU, O. (1975). — Note sur une plante médicinale : le randga ou kinkéliba *Combretum micranthum* G.Don (Combretaceae). *Notes et Documents voltaïques*, 8 : 34-41.
- DALZIEL, J.M. (1937). — *The useful plants of West tropical Africa*. Crown Agents for Oversea Governments and Administrations, London.
- FONTÈS, J. & GUINKO, S. (1995). — *Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Notice explicative*. Ministère de la coopération française, projet Campus, Toulouse.
- GAMPINÉ, D. (1992). — *Etude de la germination de quelques essences spontanées de Combretaceae et Caesalpiniaceae au Burkina Faso*. Mémoire de fin d'études IDR, Université de Ouagadougou.
- GIJSBERS, H.J.M., KESSLER, J.J. & KNEVEL, M.K. (1994). — Dynamics and natural regeneration of woody species in farmed parklands in the Sahel region (Province of Passore, Burkina Faso). *Forest Ecology and Management*, 64 : 1-12.
- GROUZIS, M. (1992). — *Germination et établissement des plantes annuelles sahéliennes*. ORSTOM éditions.
- GUINKO, S. (1984). — *Végétation de la Haute Volta*. Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Université de Bordeaux III.
- HIERNAUX, P. & GÉRARD, B. (1999). — The influence of vegetation pattern on the productivity, diversity and stability of vegetation : The case of "brousse tigrée" in the sahel. *Acta Oecologica*, 20 : 147-158.
- KAMBOU, S. (1997). — *Etude de la biologie de la reproduction de Anogeissus leiocarpus (DC.) Guill. et Perr. (Combretaceae) au Burkina Faso*. Thèse de Doctorat de 3^e Cycle, Université de Ouagadougou.

- KESSLER, J.J. & BONI, J. (1991). — *L'agroforesterie au Burkina faso : bilan et analyse de la situation actuelle*. Trop. Resour. Manage. Pap. N° 1, MET, Burkina Faso & Université Agronomique de Wageningen, Netherlands.
- LINDQVIST, S. & TENGBERG, A. (1993). — New evidence of desertification from case studies in northern Burkina Faso. *Geogr. Ann.*, 75 A : 127-135.
- LOMPO-YONLI, M. (1990). — *Etude de la dormance et identification des inhibiteurs de germination ou de croissance au niveau des semences de Terminalia avicennioides Guill. et Perr., Terminalia macroptera Guill. et Perr. et Terminalia mantaly Perrier*. Mémoire de fin d'études, Université de Ouagadougou.
- LYKKE, A.M. (1998). — Assessment of species composition change in savanna vegetation by means of woody plants size class distribution and local information. *Biodiversity and conservation*, 7 : 1261-1275.
- NIKIÉMA, A. & OUÉDRAOGO, M. (1999). — *Production, conservation de semences et culture en pépinière de quatre espèces de Combretaceae au Burkina Faso*. Rapport technique n°26, CNSF, Ouagadougou.
- OUÉDRAOGO, B. S. (1990). — *Etude de la dormance et identification des inhibiteurs de germination ou de croissance au niveau des semences de Tectona grandis L. et Anogeissus leiocarpus (DC.) Guill. et Perr.* Mémoire de fin d'études, Université de Ouagadougou.
- PELTIER, R., LAWALI, EL H. M. & MONTAGNE, P. (1995). — Aménagement villageois des brousses tachetées au Niger. 2è partie — Les méthodes de gestion préconisées. *Bois et Forêts des Tropiques*, 243 : 5-22.
- PENDJÉ, G. (1994). — *Stratégie de régénération de neuf essences commerciales de forêt tropicale (Mayombe, Zaïre)*. Thèse de Doctorat Pierre et Marie Curie, Spécialité Ecologie tropicale, Paris VI.
- THIOMBIANO, A. (1992). — *Les Combretaceae du Gourma (Burkina Faso)*. Mémoire de DEA, Université de Ouagadougou.
- THIOMBIANO, A. (1996). — *Contribution à l'étude des Combretaceae dans les formations végétales de la région est du Burkina Faso*. Thèse de Doctorat de 3^e Cycle, Université de Ouagadougou.
- THIOMBIANO, A., MILLOGO, J. & GUINKO, S. (1999). — Etude des caractéristiques botaniques des Combretaceae de l'est du Burkina Faso. *Acta Benrodis*, 9 : 45-54.
- THIOMBIANO, A., HAHN-HADJALI, K. & WITTIG, R. (1999). — Phytosociologie et écologie des Combretaceae à l'est du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest) le long d'un gradient pluviométrique. *Doc Phytosociologiques*, XIX : 337-348.
- THIOMBIANO, A., OUOBA, P. & GUINKO, S. (2002). — Place des Combretaceae dans la société gourmantché à l'est du Burkina Faso. *Etudes flor. Vég. Burkina Faso*, 7 : 17-22.
- WICKENS, G. E. (1997). — Has the Sahel a future? *J. Arid Envir.*, 37 : 649-663.

