

Multiplication par drageonnage d'*Isoberlinia doka* et *I. tomentosa* au sein des formations arborées du Nord-Togo

Marra DOURMA¹
Kudzo Atsu GUELLY¹
Kouami KOKOU¹
Komlan BATAWILA¹
Kperkouma WALA¹
Ronald BELLEFONTAINE²
Koffi AKPAGANA¹

¹ Laboratoire de botanique
et écologie végétale
Faculté des sciences, université
de Lomé
BP 1515
Lomé
Togo

² Cirad, département des forêts
TA 10/D
34398 Montpellier Cedex 5
France

Les forêts claires, source importante de bois d'œuvre, de service et d'énergie, sont fragiles. La multiplication végétative d'*Isoberlinia doka* et *I. tomentosa*, plantes dominantes de ces formations, est analysée en regard de divers critères environnementaux et anthropiques. Le drageonnage, induit artificiellement, permettrait de préserver ces deux espèces. Pour la survie de ces peuplements, au Togo, des programmes locaux de restauration, de reconstitution et de gestion apparaissent incontournables, avec l'appui et au bénéfice des populations riveraines.



Photo 1.

Sur un terrain rocailleux, 18 jeunes drageons sont issus des racines superficielles d'un jeune baliveau d'*I. doka*.
Photo M. Dourma.

Marra DOURMA, Kudzo Atsu GUELLY,
Kouami KOKOU, Komlan BATAWILA,
Kperkouma WALA,
Ronald BELLEFONTAINE,
Koffi AKPAGANA

RÉSUMÉ

MULTIPLICATION PAR DRAGEONNAGE D'*ISOBERLINIA DOKA* ET *I. TOMENTOSA* AU SEIN DES FORMATIONS ARBORÉES DU NORD-TOGO

L'étude cherche à montrer l'importance que revêt la propagation végétative par drageonnage d'*Isobertinia doka* Craib. & Stapf. et d'*I. tomentosa* (Harms) Craib. & Stapf. Les travaux de recherche se sont appuyés sur 74 relevés installés sur cinq sites riches en *Isobertinia* sp. pl. ayant subi différentes intensités d'anthropisation. Une analyse statistique des descripteurs du milieu et des paramètres liés à la régénération a été réalisée. Le taux d'arbres issus du drageonnage est plus élevé chez *I. tomentosa* que chez *I. doka*. respectivement 83 et 56 % dans les champs et les jachères, 39 et 35 % en forêt, où l'impact de l'homme est plus faible. Leur réseau racinaire, qui comporte de 8 à 40 drageons (en moyenne 12 chez *I. doka* contre 16 chez *I. tomentosa*), est plus concentré sous les houppiers des arbres. Cela contribue à expliquer la quasi-monospécificité des peuplements fermés. Parfois, des drageons surgissent à plus de 10 mètres de l'arbre mère. Cette aptitude au drageonnage peut être exploitée pour la régénération et l'aménagement à faible coût de ces forêts, notamment dans les zones à fort stress hydrique.

Mots-clés : *Isobertinia*, drageonnage, sylviculture, anthropisation, Togo.

ABSTRACT

PROPAGATION OF *ISOBERLINIA DOKA* AND *I. TOMENTOSA* BY SUCKERING IN TREE FORMATIONS IN NORTHERN TOGO

This study highlights the role of vegetative propagation by suckering of *Isobertinia doka* Craib. & Stapf. and *I. tomentosa* (Harms) Craib. & Stapf. Data were collected from 74 plots chosen in five sites in which human activities are gradually encroaching. Community Analysis Package (CAP) software was used for statistical analyses of environmental characteristics and to determine regeneration rates. The rate for trees grown from suckers varied from 56 to 83% in fields and fallows. For *I. doka* and *I. tomentosa* respectively; the rate fell to 35 and 39 % in forests where human impact is low. The rate for *I. tomentosa* was always higher than for *I. doka*. The rooting systems of the trees excavated had 8 to 40 suckers (12 for *I. doka* and 16 for *I. tomentosa*). These were more concentrated under the tree crowns, which accounts for the fact that some sparsely stocked areas were almost mono-specific. In some cases, a few root suckers appeared at most 10 metres away from the main tree. Root suckering ability could be used in tree formations for low-cost regeneration and management, particularly in areas with high water stress.

Keywords: *Isobertinia*, suckering, silviculture, human alteration, Togo.

RESUMEN

PROPAGACIÓN POR RETOÑADO DE *ISOBERLINIA DOKA* E *I. TOMENTOSA* EN FORMACIONES ARBÓREAS DEL NORTE DE TOGO

Este estudio pretende mostrar la importancia que tiene la propagación vegetativa por retoñado de *Isobertinia doka* Craib. & Stapf. y de *I. tomentosa* (Harms) Craib. & Stapf. Los trabajos de investigación se basaron en 74 registros instalados en cinco lugares abundantes en *Isobertinia* sp.pl. que habían soportado distintas intensidades de antropización. Se realizó un análisis estadístico de los descriptores del medio y de los parámetros vinculados a la regeneración. La tasa de árboles provenientes del retoñado es más alta en *I. tomentosa* que en *I. doka*. Siendo, respectivamente, del 83 y del 56% en campos y barbechos, y del 39 y el 35% en el bosque, donde el impacto del hombre es menor. Su sistema radicular, que comprende de 8 a 40 vástagos (promedio de 12 en *I. doka* frente a 16 en *I. tomentosa*), presenta una mayor concentración bajo las copas de los árboles. Esto contribuye a explicar la casi monoespecificidad de las masas cerradas. Algunas veces, surgen vástagos a más de 10 metros del árbol madre. Esta aptitud para el retoñado puede explotarse para la regeneración y la ordenación a bajo costo de estos bosques, especialmente en las zonas de alto estrés hídrico.

Palabras clave: *Isobertinia*, retoñado, sylvicultura, antropización, Togo.

Introduction

La zone soudanienne du Togo se caractérise par une mosaïque de savanes, de forêts denses sèches et de forêts claires (BRUNEL *et al.*, 1984). Les forêts claires sont des peuplements où *Isobertinia doka* et/ou *I. tomentosa* dominent. L'agriculture itinérante sur brûlis est une menace permanente pour ces peuplements. Ces deux espèces interviennent directement dans les systèmes de production de la zone soudanienne du pays et sont utilisées comme bois d'œuvre et de service, pour la confection de planches, de mortiers et pilons, comme perches d'échafaudages de construction, etc. Elles sont également une source importante d'énergie traditionnelle (bois de feu et charbon de bois).

Face à la menace permanente de l'extension de parcelles cultivées, surtout à proximité des agglomérations, la régénération de ces peuplements est compromise. Toutefois, lorsque les semenciers ont été abattus, d'autres formes de régénération, notamment la multiplication végétative par drageonnage (photo 1), peuvent permettre la reconstitution de certaines formations dégradées. Plusieurs auteurs (BELLEFONTAINE *et al.*, 1999, 2000 ; BATIONO, 2001) ont déjà mentionné cette importante faculté de drageonnage chez *I. doka*. Cette alternative à la régénération sexuée se présente comme l'un des moyens de pérenniser les formations à *Isobertinia* dans le cadre d'un aménagement des forêts claires du Nord-Togo. Mais la maîtrise des modalités de cette propagation végétative par drageonnage nécessite de mieux comprendre ce processus ; les premiers résultats présentés ci-dessous résultent d'un travail de Dea (DOURMA, 2003).

Présentation de l'étude

L'étude est menée dans les zones écologiques 2 et 3 de ERN (1979), correspondant au domaine phytogéographique soudanien (WHITE, 1986). La zone d'étude s'étend de 0° 54' à 1° 28' de longitude Est et de 8° 40' à 9° 30' de latitude Nord (figure 1). Elle est caractérisée par un relief irrégulier. Le climat est de type tropical humide (figure 2) à une saison des pluies (avril à octobre) et une saison sèche (novembre à mars). Dans la zone ainsi définie, la régénération naturelle d'*Isobertinia* par drageonnage a été observée dans 74 placettes de 10 x 10 m installées dans les cinq sites suivants :

- champs (CH : 14 placettes) ;
- jachères de moins de 5 ans (J1 : 15 placettes) ;
- jachères dont l'âge varie entre 5 et 10 ans (J2 : 15 placettes) ;
- jachères de plus de 10 ans (J3 : 15 placettes) ;
- forêts d'Alédjo et de Bafilo (FC : 15 placettes).

L'âge des jachères est déterminé par des enquêtes auprès des paysans qui cultivaient ces parcelles.

Sur chaque site, une excavation du réseau racinaire de jeunes *Isobertinia* de moins de 5 m de hauteur a été réalisée à l'aide d'outils tels que pioche, houe, pelle et machette, en vue de différencier les pousses issues de semis ou de drageons. Un dénombrement systématique des semis et des drageons a ainsi été effectué. Les descripteurs du milieu sont la pente, la topographie, les activités humaines (cultures, feux, exploitation de bois, emplacement de la fabrication de charbon de bois, etc.). D'autres paramètres liés aux jeunes individus ont été analysés : hauteur et diamètre des drageons et des arbres-mères, distance d'insertion des drageons par rapport au pied-mère, profondeur d'enracinement des drageons, face supérieure ou inférieure d'insertion du drageon sur la racine, diamètre de la racine au point d'insertion du drageon, éventuel affranchissement du drageon. Un déblayage du sol superficiel autour de certains troncs a permis de mieux comprendre la morphologie, *in situ*, du système racinaire des individus de moins de 5 m de hauteur. Sur le terrain, la morphologie du système racinaire de quelques échantillons a été schématiquement dessinée.



Photo 2.

Enracinement d'*I. tomentosa* mis à nu suite à un éboulement sur le flanc d'un versant abrupt, dans la forêt claire de Bafilo.

Photo M. Dourma.

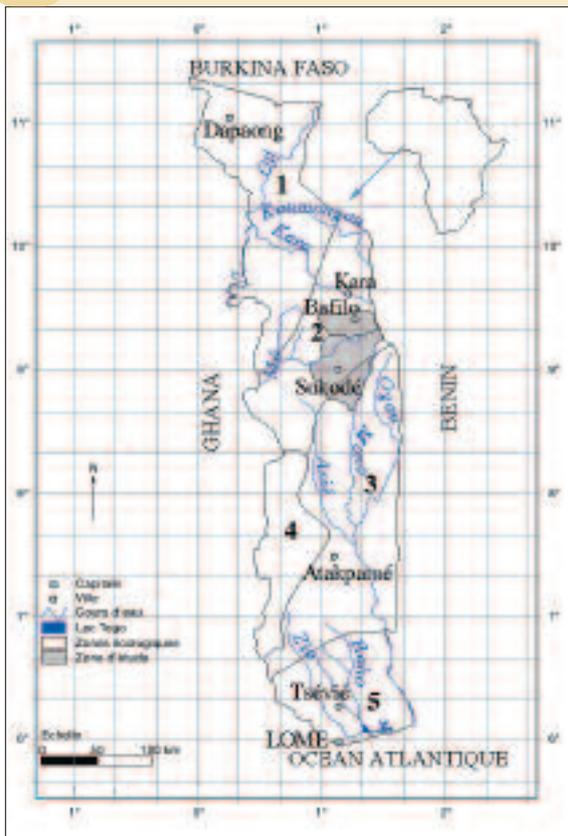


Figure 1.

Zones écologiques du Togo (ERN, 1979) et localisation du site d'étude (en grisé) :
 1, plaines du nord caractérisées par des savanes soudaniennes ;
 2, montagnes du nord, domaine des mosaïques de forêts denses sèches et de savanes ;
 3, plaines du centre aux savanes boisées guinéennes ;
 4, zone méridionale des monts du Togo, à forêts denses semi-caducifoliées ;
 5, plaine côtière du sud du Togo ou zone sèche littorale.

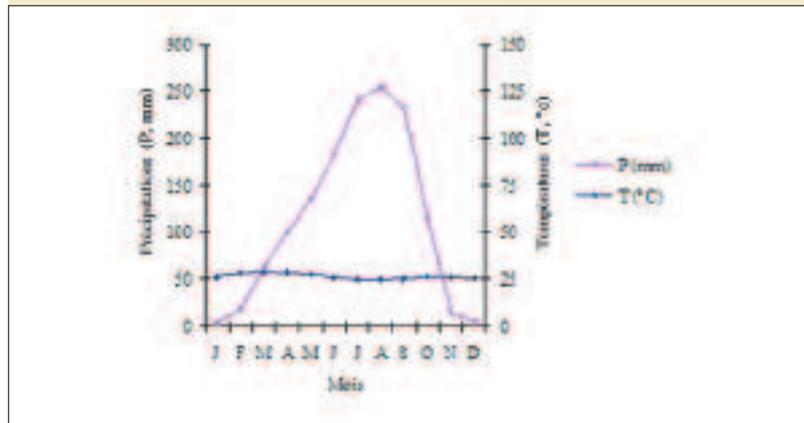


Figure 2.

Diagramme ombrothermique de Sokodé (moyennes mensuelles de 1961 à 1990).

Les données recueillies ont été saisies dans un tableau à double entrée « relevé x mode de régénération » pour chaque site, avec les taux moyens de régénération calculés. Les différents paramètres (descripteurs du milieu, variables liées aux individus et taux de régénération) ont été codifiés et saisis dans un tableau à double entrée « relevés x descripteurs ». Ce dernier a été soumis à un traitement statistique à l'aide du logiciel Cap (*Community Analysis Package*) permettant la discrimination des relevés sur la base du calcul des distances euclidiennes.

Résultats

Morphologie du réseau racinaire des deux espèces

Le système racinaire de jeunes *Isoberlinia* de moins de 5 m de haut et 8 cm de diamètre est formé par une racine principale pivotante et des racines secondaires (figures 3 a et 3 b). Les racines ont une forme relativement conique dans les sols bien drainés. Entre 10 et 150 cm de profondeur, le diamètre moyen du pivot diminue de

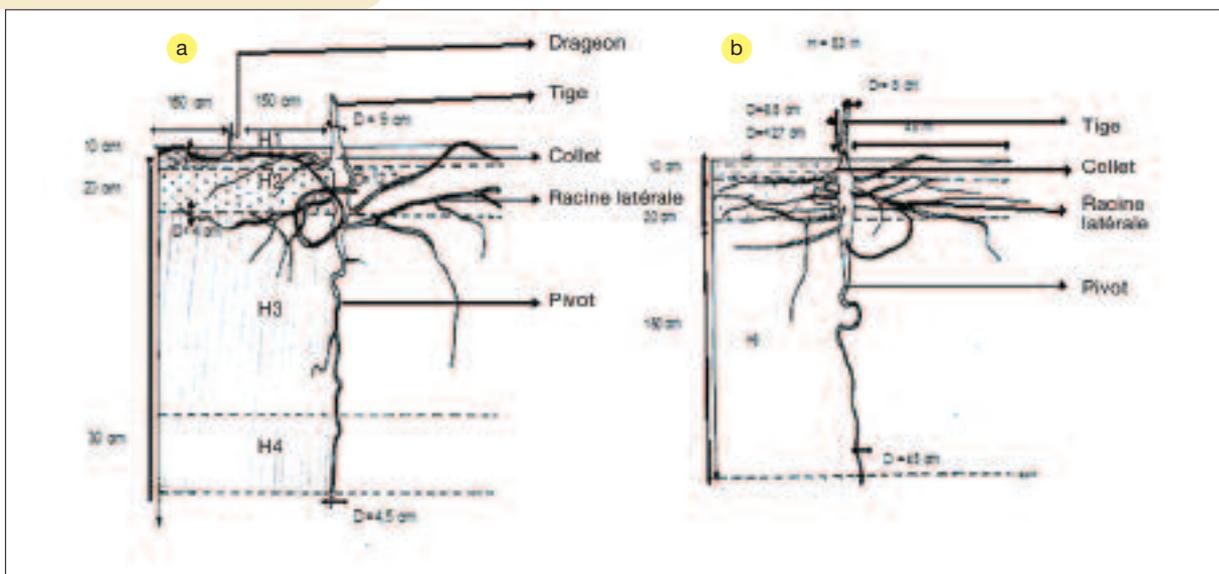


Figure 3.

Système racinaire de jeunes arbres.

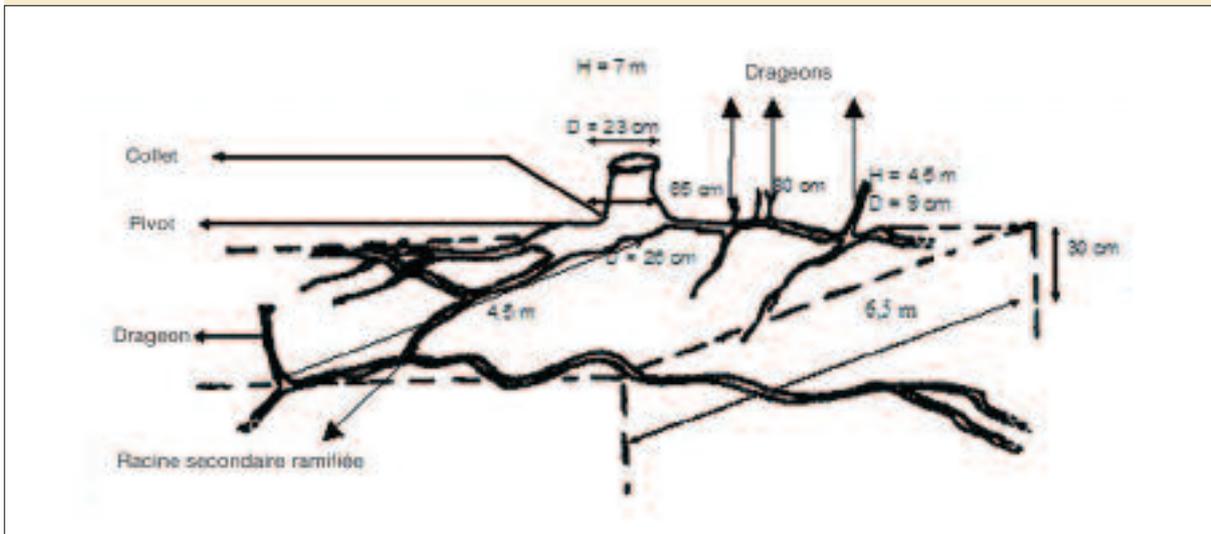


Figure 4.
Morphologie d'un pivot horizontal ramifié chez *Isoberlinia*.

12,7 à 4,5 cm. Le réseau secondaire superficiel est traçant et varie notamment suivant l'âge et la taille de l'individu. Il peut s'étendre sur plus de 11 m et occupe en général les trente premiers centimètres du sol (figure 4). Entre les rochers et sur sols rocailleux, le pivot est confronté à de nombreux obstacles et s'enfonce alors obliquement (photo 2).

Origine et répartition des drageons

Le drageon est une tige naissant sur une racine déjà établie, connectée à la souche ou détachée (BELLEFONTAINE *et al.*, 2002). Chez certaines espèces, cette tige s'affranchit progressivement de la racine porteuse et mène alors une

vie autonome. Le drageonnage, souvent occasionné par un stress, est un processus de propagation végétative par lequel des plantes assurent leur pérennité, ou survie, en émettant des pousses à partir de leurs racines superficielles et d'un affranchissement des drageons au cours des mois ou années qui suivent leur initiation.

Chez *Isoberlinia* sp. pl., les drageons s'observent sur les racines proches de la surface (photo 3) au niveau de boursoufflures et de renflements. Ils sont très fréquents autour du pied-mère (figure 5) : de 8 à 40 drageons de tailles diverses s'insèrent à des distances variables de l'arbre-mère. Les drageons se répartissent autour de ce dernier, principalement dans un rayon de un à trois mètres et jusqu'à plus de dix mètres sur sols bien drainés et profonds. Leur nombre peut considérablement augmenter sous l'effet du brûlis, après l'abattage de l'arbre-mère (photos 4, 5 et 6).



Photo 3.
Racine traçante d'*I. doka* portant six drageons non autonomes, de hauteurs et de diamètres variables.
Photo M. Dourma.

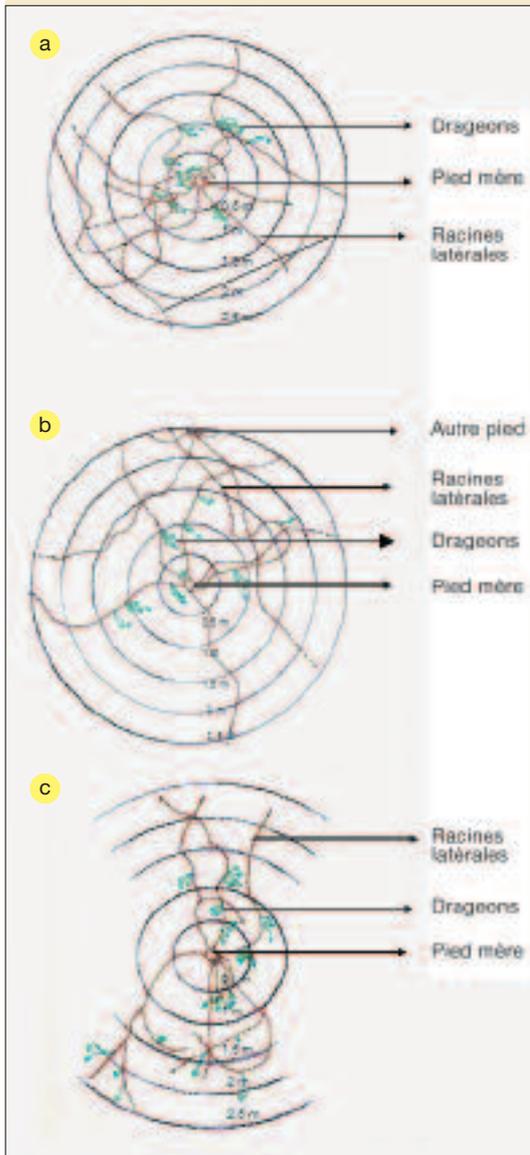


Figure 5.

Vue de dessus de la répartition des drageons d'*I. doka* autour de trois pieds mères :
 a, 30 drageons observés, deux mois après la mort de l'arbre par le feu ;
 b, 24 drageons observés, six mois après la coupe de l'arbre ;
 c, 40 drageons observés dans une jachère, seize mois après la coupe de l'arbre.

Propagation végétative par drageonnage suivant l'anthropisation des sites

L'analyse à variables multiples a permis de distinguer deux groupes : les sites à forte anthropisation (A : champs, jachères J1 et J2) et les sites où l'action humaine est faible (B : jachère J3 et forêts). En passant de B à A, s'observe un gradient d'anthropisation croissant qui évolue dans le même sens que le taux de drageonnage (figure 6), ce que confirment les tests statistiques.

Le drageonnage, respectivement pour *I. doka* et *I. tomentosa*, assure 56,2 et 83,4 % de la régénération dans les champs et les jachères, alors qu'en forêt il ne représente que 35,3 et 39,1 %. Ce taux de régénération diminue en passant des champs aux vieilles jachères, notamment pour *I. doka* (figure 7). La régression du gradient de drageonnage est normale pour tous les sites, sauf pour les jachères J3 situées au voisinage des zones classées (Alédjo-Kadara peu anthropisées) à *I. doka* dont la régénération se fait essentiellement par voie sexuée.

Discussion

La régénération naturelle d'*Isoberlinia* sp. pl. au Togo varie selon les espèces et le niveau d'anthropisation du site. En effet, *I. tomentosa*, qui possède un réseau radiculaire traçant et légèrement plus dense que celui d'*I. doka*, drageonne plus souvent. Différents stress tels que les labours, les feux de brousse et les coupes de bois stimulent la faculté à drageonner (BELLEFONTAINE, MONTEUUIS, 2002). Les plus forts taux de drageonnage sont obtenus dans les champs et jachères, alors qu'ils diminuent en forêt où la pression anthropique est moindre. La régénération par semis est de l'ordre de 60 à 65 % sur les sites protégés (forêts). Des rejets de souche apparaissent en fonction d'une exploitation des arbres adultes (DOURMA, 2003). Les stress tels que les blessures des racines sont principalement responsables de l'importance du drageonnage. Pour certaines espèces, un stress n'est cependant pas indispensable (BELLEFONTAINE *et al.*, 2002).



Photo 4.

Dragéons d'*I. tomentosa* après brûlage du collet et mort de la partie aérienne.
 Photo M. Dourma.

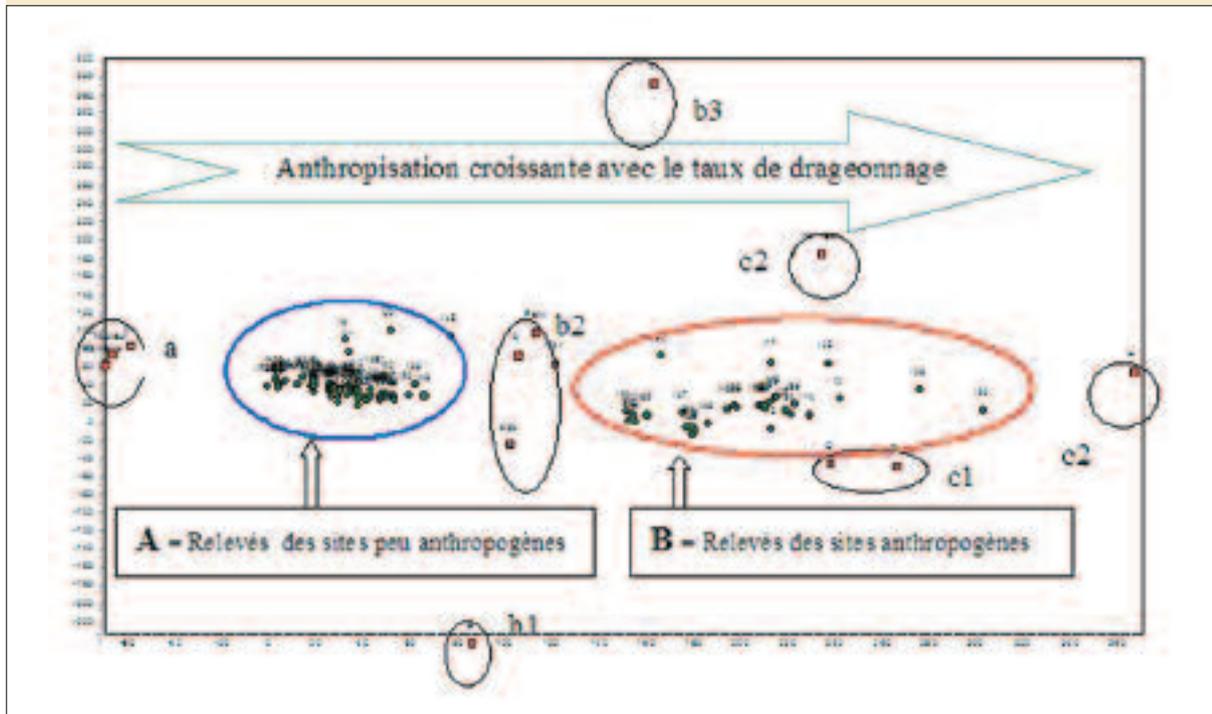


Figure 6.

Répartition des relevés suivant le degré d'anthropisation des sites, le taux de drageons et les variables liées aux individus régénérés : a, facteurs liés aux individus ; b1 et b2, facteurs de faible anthropisation ; c1, c2 et c3, facteurs de forte anthropisation.

L'extension des racines latérales d'*Isobertinia* proches de la surface du sol permet une colonisation assez rapide de l'espace par drageonnage. Lors des excavations réalisées dans un rayon de 2,5 m autour des arbres-

mères, la moyenne de drageons observée est de 16 par arbre-mère d'*I. tomentosa* et 12 chez *I. doka*. La propagation de proche en proche est favorisée par l'architecture du réseau racinaire de la plante comme l'ont

montré des travaux analogues (CASSAGNAUD, FACON, 1999 ; BATIONO *et al.*, 2001). D'autres études comme au Niger sur *Combretum micranthum* et *Guiera senegalensis* (KARIM, 2001), au Burkina sur *Detarium microcarpum*, *Piliostigma thonningii* et *Isobertinia doka* (BATIONO, 2001), au Zimbabwe sur *Baikiea plurijuga* (SARDC, 1993), en Tanzanie sur *Milicia excelsa* (KIMARIYO, 1990), en Israël sur *Faidherba albida* (KARSCHON, 1976), précisent que le potentiel envahissant par drageonnage est réduit, sauf chez de rares espèces ou clones. Le développement de drageons au voisinage des houppiers des pieds-mères d'*Isobertinia* spp. traduit-il l'aptitude de ces deux espèces à développer une surface photosynthétique plus grande dans ces microzones de faible luminosité ? Cette aptitude entraîne une concurrence inter- et intraspécifique et expliquerait la présence de certains peuplements grégaires et quasi monospécifiques d'*Isobertinia*.

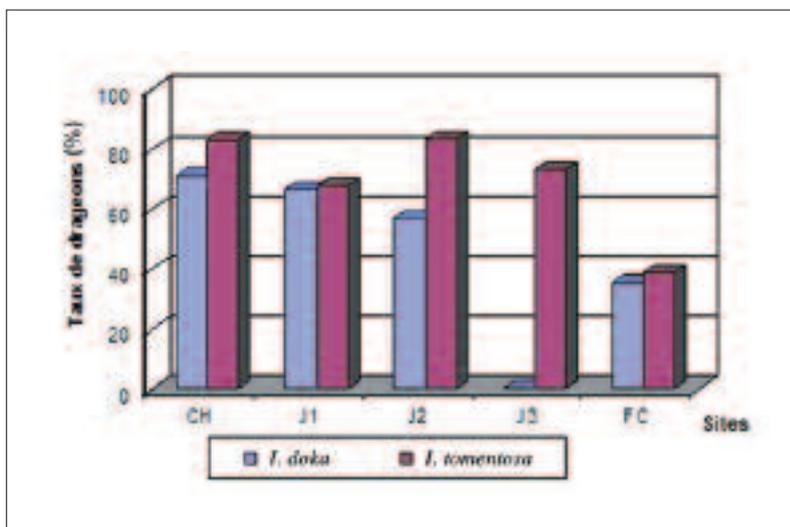


Figure 7.

Taux moyens de drageons d'*I. doka* et *I. tomentosa*. Ch, champs ; J1, jachères de moins de cinq ans ; J2, jachères entre cinq et dix ans ; J3, jachères de plus de dix ans ; FC, forêts d'Alédjo et de Baïlo.



Photo 5.
Sous l'action des termites, début d'affranchissement de jeunes drageons d'*I. tomentosa* dans une jachère de quatre ans.
Photo M. Dourma.

Lors de cette recherche, il a été remarqué que, dans un environnement aux conditions peu favorables (sols rocailleux et secs, fortes pentes, sols forestiers), les espèces d'*Isobertinia* se régénèrent « spontanément » par drageonnage. Cette faculté revêt un intérêt pour la sylviculture et spécialement la gestion des forêts classées du Togo. Elle pourrait être exploitée dans des zones à stress hydrique élevé pour réduire les coûts de régénération par plantation, notamment dans des conditions écologiques peu favorables : sols inertes, climats semi-arides, zones de montagne, collines déboisées à restaurer. L'induction artificielle du drageonnage au meilleur moment (de l'année en fonction des saisons ou du développement ontogénique) permettrait de coloniser peu à peu l'espace en réduisant les dépenses de trouaison, transport, entretien, arrosage et pépinières (BELLEFONTAINE *et al.*, 2000). Les drageons assurent aussi le rajeunissement du système racinaire, freinent l'érosion des sols, maintiennent la pérennité des espèces en l'absence de fructifications annuelles régulières (dans le cas de semences rares ou très parasitées). Le drageonnage permet également de produire des individus génétiquement semblables et vigoureux (DESROCHERS, LIEFFERS, 2001).

Conclusion

Le gradient de drageonnage est proportionnel au taux d'anthropisation pour les cinq formations à *Isobertinia* sp. pl. prospectées (74 parcelles). Plus le site est perturbé, plus le drageonnage est intense. Ainsi, les taux de drageonnage observés chez les deux espèces d'*Isobertinia* sont plus élevés dans les champs et les jachères (56,2 à 83,4 %), alors qu'en forêt ces taux sont plus faibles (35,3 à 39,1 %). Les racines latérales proches de la surface du sol chez les deux espèces d'*Isobertinia* permettent une colonisation assez rapide de l'espace par drageonnage. Les activités anthropiques (labours, feux de brousse, coupes de bois, etc.) semblent donc stimuler la faculté à drageonner des deux espèces, surtout dans les champs cultivés. En forêt, où l'effet anthropique est moindre, le taux de semis naturels est plus important.

Le mode de multiplication par drageonnage, artificiellement induit, constitue une alternative pour la préservation de ces deux espèces qui s'avère aisée et bien adaptée aux contraintes de l'environnement. Plus particulièrement, en ce qui concerne les peuplements d'*Isobertinia* sp. pl. au Togo, des programmes locaux de restauration, de reconstitution et de gestion seraient incontournables pour assurer leur survie, avec l'appui et au bénéfice des populations riveraines.

Remerciements

Marra Dourma souhaite remercier l'Organisation internationale des bois tropicaux (Oibt), qui a accepté de financer cette recherche au Togo.



Photo 6.
Pied adulte d'*I. doka*, cassé par le vent, avec de nombreux drageons sur les racines traçantes dénudées artificiellement.
Photo M. Dourma.

Références bibliographiques

- BATIONO B. A., 2001. Régénération naturelle de cinq espèces ligneuses de la forêt classée de Nazinon (Burkina Faso) : *Detarium microcarpum* Guill. & Perr., *Azelia africana* Sm., *Isobertinia doka* Craib. & Stapf., *Piliostigma thonningii* (Sch.) Miln.-Redh. et *Terminalia avicennioides* Guill & Perr. Thèse, université de Ouagadougou, Burkina Faso, 174 p.
- BATIONO B. A., OUEDRAOGO S. J., GUINKO S., 2001. Stratégie de régénération naturelle de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. dans la forêt classée de Nazinon (Burkina Faso). *Fruits*, 56 : 271-285.
- BELLEFONTAINE R., NICOLINI E. A., PETIT S., 1999. Réduction de l'érosion par l'exploitation de l'aptitude à drageonner de certains ligneux des zones tropicales sèches. *In* : Roose E. (éd.). L'homme et l'érosion, Cameroun. Bulletin du réseau Érosion, lrd/Cta, n° 19, p. 342-352.
- BELLEFONTAINE R., EDELIN C., ICHAOU A., DU LAURENS D., MONSARRAT A., LOQUAI C., 2000. Le drageonnage, alternative aux semis et aux plantations de ligneux dans les zones semi-arides : protocole de recherches. *Cahiers Sécheresse*, 4 (11) : 221-226.
- BELLEFONTAINE R., MONTEUUIS O., 2002. Le drageonnage des arbres hors forêt : un moyen pour revégétaliser partiellement les zones arides et semi-arides sahéliennes. *In* : Verger M., Le Boulter H. (éd.). Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux (Orléans, France, 22-24 novembre 2000). Cédérom Cirad/Inra. Montpellier, France, Cirad.
- BELLEFONTAINE R., MONTEUUIS O., EDELIN C., 2002. Propagation végétative naturelle. Compte rendu de la première réunion du 10 mai 2001 au Cirad-forêt (Montpellier). Gea (Groupe d'étude de l'arbre) et Cirad-forêt, 16 p.
- BRUNEL J.-F., HIEPKO P., SCOLZ H., 1984. Flore analytique du Togo : Phanérogame. Eschborn, Allemagne, Gtz, 751 p.
- CASSAGNAUD M., FACON B., 1999. La propagation végétative chez quelques espèces de la garrigue méditerranéenne : architecture, développement et stratégies adaptatives. Maîtrise, université de Montpellier, France, 20 p.
- DESROCHERS A., LIEFFERS V. J., 2001. Root biomass of regeneration aspen (*Populus tremuloides*) stands of different densities in Alberta. *Canadian Journal of Forest Research*, 31 (6) : 1012-1018.
- DOURMA M., 2003. Régénération naturelle d'*Isobertinia* spp. (Caesalpinaceae) en zone soudanienne du Togo. Dea, université de Lomé, Togo, 47 p.
- ERN H., 1979. Die Vegetation Togos. Gliederung, Gefährdung Erhaltung. *Willdenowia*, 9 : 295-316.
- KARIM S., 2001. Contribution à l'étude de la régénération par la multiplication végétative naturelle de deux Combretacées dans l'Ouest du Niger (*Combretum micranthum* G. Don & *Guiera senegalensis* J.F. Gmel.) : conséquences pour une gestion sylvopastorale. Dea, université de Ouagadougou, Burkina Faso, 58 p.
- KARSCHON R., 1976. Clonal growth patterns of *Acacia albida* Del. Contribution from the Agricultural Research Organisation, Bet Dagan, Israël, n° 118-E (1976 series). Groupe international pour l'étude des *Mimosoideae*, octobre 1976, n° 4, 28-30.
- KIMARIYO P. E., 1990. Silvicultural treatments to promote regeneration of commercially valuable tree species in natural forests. *In* : Workshop on Management of Natural Forests of Tanzania, December 1988, Sokoine, University of Morogoro, Tanzania, n° 4, p. 33-38.
- SARCD (Swedish Agency for Research Cooperation with Developing Countries), 1993. The Ecology and Management of Indigenous Forests in Zimbabwe (1990-1993). Final Technical Report. Zimbabwe Forestry Commission, June 1993, 24 p.
- WHITE F., 1986. La végétation d'Afrique. Mémoire, carte de la végétation d'Afrique. Unesco/Aetfa/Unso.