

Régénération naturelle d'*Isoberlinia doka* Craib. et Stapf. dans la forêt classée du Nazinon (Burkina Faso)

Babou André Bationo¹
Sibiri Jean Ouedraogo²
Antoine N. Somé³
François Pallo²
Issiaka Joseph Boussim⁴

¹ Centre régional de recherches environnementales et agricoles (Crea), Centre Saria, BP 10, Koudougou, Burkina Faso
<babou_bationo@yahoo.fr>

² Institut de l'environnement et de recherches agricoles (Inera), Département productions forestières (DPF), 03 PB 7047, Ouagadougou 03, Burkina Faso
<jeanpallo@hotmail.com>

³ Université polytechnique de Bobo Dioulasso (UPB), Institut du développement rural (IDR), PB 1091, Bobo Dioulasso, Burkina Faso
<ansome30@hotmail.com>

⁴ Université de Ouagadougou, Unité de formation et de recherche (U.F.R) en sciences de la vie et de la terre, Laboratoire de biologie et écologie végétales, BP 7021, Ouagadougou, Burkina Faso
<boussim@univ-ouaga.bf>

Résumé

Les mécanismes de la régénération naturelle d'*Isoberlinia doka* ont été étudiés dans la forêt classée du Nazinon, au sud de Ouagadougou (Burkina Faso). Cette espèce est en régression depuis quelques années dans cette zone. Cette étude a été entreprise avec les objectifs suivants : analyser la structure des populations ; décrire les états de surface du sol ; décrire le développement morphologique de la régénération séminale ; et étudier la teneur relative en eau et de la longévité des graines. Les résultats obtenus montrent que les graines d'*Isoberlinia doka* sont récalcitrantes, avec une teneur relative en eau de l'ordre de 15 % du poids sec. Les plantules cryptogées se caractérisent par un développement rapide du pivot racinaire qui atteint 10 à 15 cm de profondeur avant l'émergence de la tigelle et se développent préférentiellement dans les microsites à bilan hydrique favorable. La population a une distribution agrégative due à la dissémination autochore et au drageonnement. La structure verticale a une allure en « L ». Des études complémentaires sont cependant nécessaires pour mieux appréhender la régénération séminale de l'espèce.

Mots clés : Physiologie ; Forêt.

Abstract

The natural regeneration of *Isoberlinia doka* Craib. & Stapf. in the Nazinon classified forest (Burkina Faso)

The mechanisms of the natural regeneration of *Isoberlinia doka* have been studied in the Nazinon forest, South of Ouagadougou (Burkina Faso). This species has been drastically vanishing in this area for a number of years. Given this context, the present study was carried out with the following objectives: to study the structure of the *Isoberlinia doka* population; to describe the organisation of the soil surface; to describe the morphologic development of sexual regeneration; to assess the water content and the life expectancy of the seeds. Results show that *Isoberlinia doka* seeds with a water content of 15% of dry weight are recalcitrant. Seedlings are cryptogean and they preferably and quickly develop a deep root down to a depth of 10 to 15 cm before the stem starts developing. They grow better on microsites with a good water balance. Dissemination under the mother tree and suckering encourage an aggregating distribution of the *Isoberlinia doka* population. The vertical structure has an « L » shape. For a better understanding of the sexual regeneration of *Isoberlinia doka*, complementary studies need to be conducted.

Key words: Physiology; Forestry.

La connaissance des processus de la régénération naturelle est un des préalables à la sylviculture des espèces forestières locales en zones soudano-sahéliennes [1, 2]. En effet, ces milieux sont une mosaïque de faciès aux potentialités sylvicoles différentes [3-5]. C'est là qu'il faut aller collecter les

premières informations sur les exigences des espèces forestières afin de mieux définir les opérations sylvicoles à appliquer. La connaissance de leurs exigences est d'autant plus importante que la sylviculture envisagée est extensive avec une faible application de techniques sylvicoles.

Isobertinia doka (Caesalpinaceae) est l'un des plus beaux arbres de la forêt soudanienne, dépassant 10 m de hauteur au stade adulte. L'espèce s'accommode d'une pluviométrie annuelle de l'ordre de 900 à 1 500 mm [6].

L'espèce est cependant de plus en plus en régression du fait de la disparition des forêts naturelles [7, 8]. Pour arrêter et inverser cette tendance, les services forestiers, en collaboration avec les bûcherons ruraux, ont entrepris au début des années 1990, l'enrichissement des forêts naturelles par semis direct. Ces opérations ont été toutefois vite abandonnées au regard des résultats médiocres obtenus. Depuis cet échec et malgré l'importance économique (bois-énergie) et écologique de *Isobertinia doka*, très peu d'informations sur les conditions de sa régénération ont été acquises. C'est dans ce contexte que cette étude a été entreprise afin d'appréhender la physiologie des semences et les mécanismes de la régénération naturelle de l'espèce dans la forêt classée du Nazinon, afin de fournir aux sylviculteurs des recommandations pratiques sur la régénération séminale.

Matériel et méthode

Site d'étude

L'étude a été conduite dans une savane boisée, la « forêt classée du Nazinon », à 100 km au sud de Ouagadougou, dans la province du Ziro (*figure 1*). Il s'agit en fait d'anciennes jachères d'âge variable, de 0 à plus de 30 ans. Le climat est de type soudanien [6] avec une seule saison pluvieuse de 6 mois qui va de mai à octobre. Au cours de la dernière décennie (1990-1999), la pluviométrie moyenne annuelle a été de 914 mm/an (*figure 2*). Avril et mars sont les mois les plus chauds tandis que décembre et janvier sont les plus froids. Le mois d'août est le plus pluvieux avec une humidité relative de l'ordre de 80 % (*figure 3*). Le substrat géologique est formé de migmatites et de granites indifférenciés [9]. Les sols à sesquioxides de fer et de manganèse prédominent et occupent 87 % des sols [10]. Les sols reposent généralement sur une cuirasse latéritique ou sur une carapace à des profondeurs variant de 0,5 à 1 m [10].

Longévité des graines et structure des populations

Le 6 juin 1999, pendant la période de maturité des fruits, 40 placeaux de 2 m²

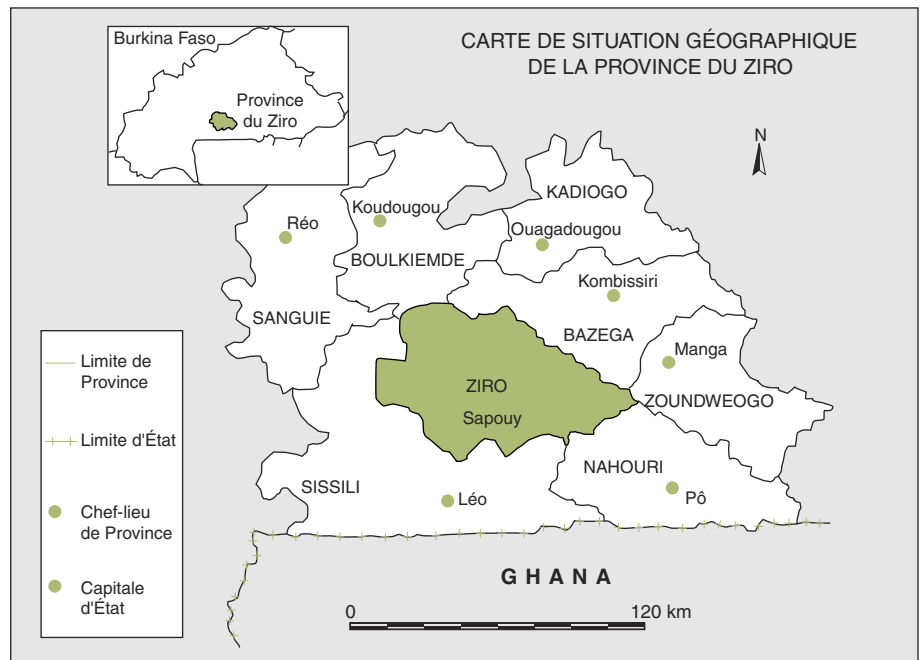


Figure 1. Localisation de la zone d'étude (zone en vert).

Figure 1. Localisation of study area (green area).

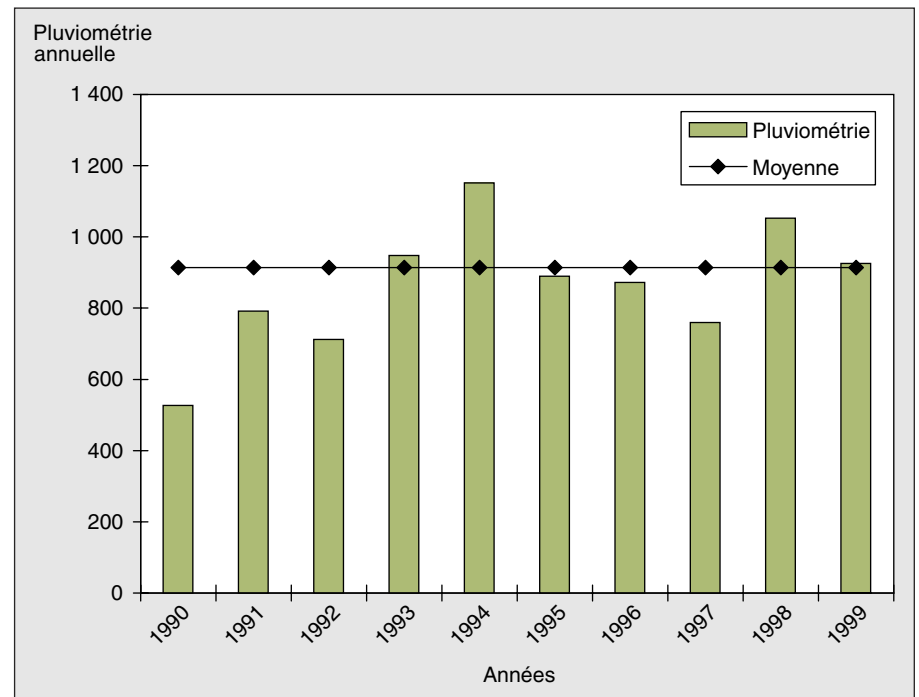


Figure 2. Pluviométrie annuelle de la station météorologique de Sapouy.

Figure 2. Annual rainfall at Sapouy meteorological station.

chacun ont été matérialisés sous 15 semenciers « plus » avant la montée du soleil qui favorise l'éclatement des gousses et la dissémination des semences. À la

tombée du soleil, nous sommes repassés sous les semenciers pour collecter toutes les graines saines disséminées au cours de la journée dans chacun des placeaux.

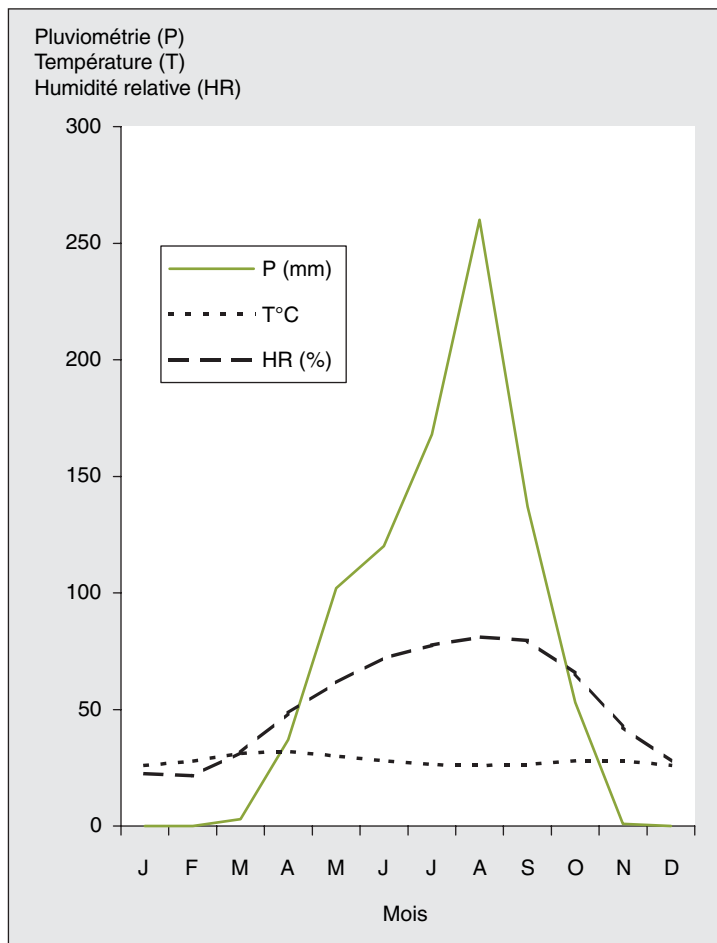


Figure 3. Moyennes mensuelles de la pluviométrie, de la température et de l'humidité relative de 1997 à 1999 de la station météorologique de Sapouy.

Figure 3. Mean monthly rainfall, temperature and relative humidity from 1997 to 1999 at Sapouy meteorological station.

Cette méthode a permis de récolter des graines physiologiquement mûres et de les dater. Un lot de 857 graines saines a été ainsi récolté dans l'ensemble des 40 placeaux. Un échantillon de 100 graines a été aussitôt prélevé et le poids frais (pf) individuel a été enregistré à l'aide d'une balance de sensibilité 10^{-3} g. Cet échantillon a été ensuite passé à l'étuve à 60 °C pendant une semaine et le poids sec (ps) des graines a été enregistré. La teneur en eau par rapport au poids frais et au poids sec a été calculée en utilisant les deux formules suivantes de Willan [11] : $100 \times (pf-ps)/pf$ et $100 \times (pf - ps)/ps$. Les graines restantes ont été mises dans un sac en coton et conservées dans une armoire en bois dans une salle où la température ambiante était de l'ordre de 30 °C dans la journée. Un échantillon de 100 graines réparties en quatre répétitions de 25 graines chacune, a été ensuite prélevé par traitement et mis à germer

sans prétraitement, dans des boîtes de Pétri sur du papier-filtre successivement après 1, 3 et 5 semaines de stockage. Le test de germination a ainsi nécessité 300 graines. Parallèlement, un lot de 100 graines a été mis à germer en pépinière dans des pots en polyéthylène afin de suivre le développement morphologique des plantules.

Cette espèce étant faiblement représentée dans la zone, la structure de la population d'*Isobertinia doka* a été étudiée sur une parcelle unique de 12 000 m² (200 × 60). Ce site est l'un des rares où l'on peut encore observer une population importante d'*Isobertinia doka* dans la forêt du Nazinon. Il se caractérise sur le plan macroscopique par une importante strate arborée composée surtout de *Detarium microcarpum*, un tapis herbacé peu dense, un faible niveau d'érosion hydrique avec, par endroits, des dépressions où l'eau stagne souvent temporairement.

La première année tous les individus observés ont été inventoriés en saison pluvieuse et leur hauteur totale a été enregistrée. Ils ont été ensuite positionnés grâce à leurs coordonnées (x, y) dans un repère orthonormé (X0Y) dont les axes 0X et 0Y sont représentés par les côtés de la parcelle d'inventaire. L'étude de la structure de la population d'*Isobertinia doka* a été complétée par une étude diachronique de l'impact des feux précoces sur la dynamique de la population et la description des états de surface du sol par la méthode de Casenave et Valentin [12], en relation avec la manifestation de la régénération séminale. Le suivi diachronique a concerné principalement les individus issus de la régénération séminale, plus soumis à la sélection. Ces individus sont facilement reconnaissables par la présence d'un pivot racinaire indépendant, à la différence des individus issus du drageonnement qui ont un système racinaire dominé par le système latéral, souvent constitué uniquement par la racine mère.

Résultats

Longévité et germination des graines d'*Isobertinia doka*

La teneur relative en eau des graines d'*Isobertinia doka* récemment collectées sous les semenciers (avant stockage) était de 13,10 % du poids frais et 15,10 % du poids sec. La germination des graines s'est étalée sur 2 à 4 jours au laboratoire. Après une semaine de stockage dans les conditions précitées, les graines avaient un taux de germination de l'ordre de 100 % au laboratoire. Après 3 semaines de stockage, le taux de germination a chuté à 62 % et avec 5 semaines de stockage, les graines n'étaient plus capables de germer (figure 4).

Les graines mortes imbibées d'eau sécrètent du mucilage. Pendant la germination, la graine posée à plat sur le sol, sécrète également du mucilage qui la couvre (photo 1). La radicule émerge ensuite et s'enfonce dans le sol (photo 2). La tigelle n'émerge qu'après une à deux semaines, au moment où la radicule a atteint 10 à 15 cm de profondeur (photo 3). Pendant l'émergence de la tigelle, l'un des cotylédons reste plaqué contre le sol par le mucilage. L'autre cotylédon hors

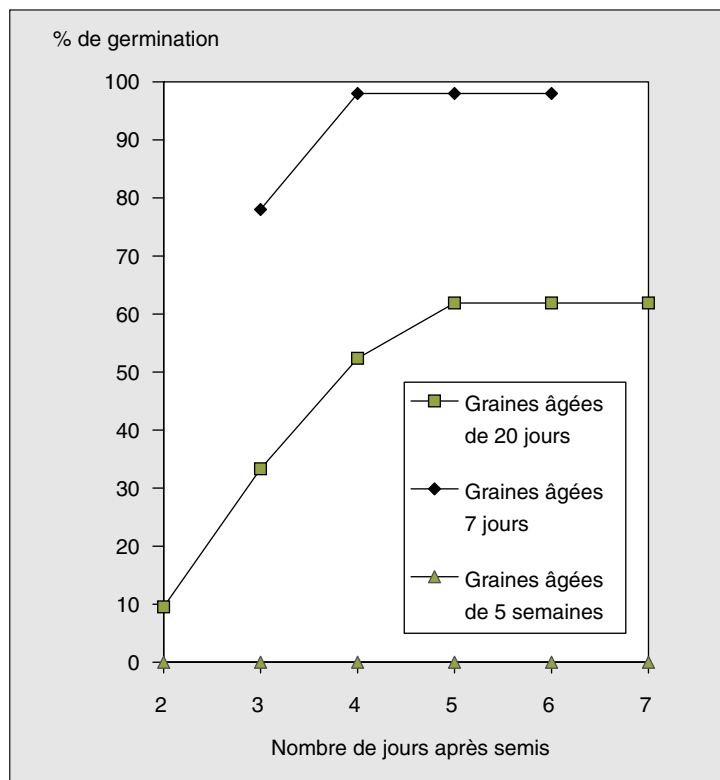


Figure 4. Influence de la durée de conservation dans les conditions ambiantes sur la germination des graines d'*Isoberlinia doka*.

Figure 4. Influence of conservation duration in ambient conditions on the germination of *Isoberlinia doka* seeds.

contact avec le sol (cotylédon « supérieur »), pivote progressivement pour libérer la gemmule (photo 4).

Pendant le développement de la plantule, le cotylédon supérieur poursuit son pivotement pour former au bout de 3 à 4 semaines un angle de 180 ° avec le cotylédon inférieur. Les cotylédons, charnus et soudés à leur base, persistent sur la plantule pendant 4 à 6 semaines avant d'être progressivement résorbés.

Structure verticale d'*Isoberlinia doka*

L'impact marquant des feux précoces sur la population d'*Isoberlinia doka* nous a permis de distinguer six stades de développement selon les classes de hauteur (h) et les caractéristiques suivantes :

– $0 < h = 10 \text{ cm}$: stade I de développement, composé de jeunes plants issus principalement de la régénération séminale. Ces plantules se distinguent des drageons par la présence d'un pivot racinaire individuel bien visible. La partie aérienne est décimée par le passage des

feux précoces. Le suivi diachronique a montré que moins de 30 % (N = 850) de ces plantules survivent sous forme de rejets de souches ;

– $0,1 < h = 0,5 \text{ m}$: stade II, formé par la sous-population de rejets de souches de plus d'un an ou de drageons. Le système racinaire de la majorité des souches se caractérise par un pivot racinaire qui atteint 0,5 à 1 m dans les sols profonds et par le développement d'un système racinaire latéral. Les drageons sont facilement reconnaissables par leur système racinaire constitué de la racine mère superficielle affleurant souvent à la surface du sol. La partie aérienne reste toujours vulnérable au passage des feux précoces. Cependant, le suivi d'un échantillon de 350 plants de ce stade issus de la régénération séminale a révélé un taux de survie d'environ 40 % sous forme de rejets de souches qui se forment en début de saison pluvieuse ;

– $0,5 < h = 1 \text{ m}$: stade III, formé de rejets de souches adultes ou de drageons. La majorité des individus (67 %) émettent des rejets deux à quatre semaines après le passage des feux précoces (N = 90) ;

– $1 < h = 2 \text{ m}$: stade IV qui marque une assez bonne résistance de la partie aérienne des individus aux feux précoces. Les tiges aériennes de 58 % des individus observés sont restées vivantes après les feux et ont émis de nouvelles feuilles (N = 75) ;

– $2 < h = 3 \text{ m}$: stade V que nous assimilons à la sous-population des « subsemenciers ». On voit en effet apparaître chez quelques individus (37 %) les premières fleurs (N = 75) ;

– $h > 3 \text{ m}$: stade VI qui désigne la sous-population des semenciers potentiels.

La structure verticale de la population a un profil en « L » (figure 5). La densité des plantules (stade I) dépasse 9 000 plantules/ha tandis que les stades III, IV, V et VI, ont tous une densité inférieure 100 individus/ha.

Répartition spatiale d'*Isoberlinia doka*

La cartographie de la population a montré une répartition spatiale agrégative de la régénération de l'espèce (figure 6). Les fortes densités de plantules s'observent sous ou aux alentours de la couronne de l'arbre-mère où elles atteignent par endroits 5 à 10 plantules par m^2 (50 000 à 100 000 plantules/ha). La répartition spatiale des individus des stades ultérieurs témoigne de contraintes dans le passage du stade plantule à ces stades ultérieurs, variable selon les sites de germination. Sur le site [(0 m ; 20 m) ; (140 m ; 180 m)] on passe d'une densité de plus 50 000 individus/ha au stade I à 250 individus/ha au stade II et à moins de 60 individus/ha pour les stades III, IV, V et VI. En revanche, sur le site [(20 m ; 60 m) ; (80 m ; 120 m)], les stades supérieurs cohabitent et ont tous des densités qui dépassent 110 pieds/ha. Les individus se réfugient sur des microsites à conditions hydriques favorables.

L'observation des états de surface a en effet révélé une surface gravillonnaire et une croûte de ruissellement sur le site [(0 m ; 20 m) ; (140 m ; 180 m)]. Le site [(20 m ; 60 m) ; (80 m ; 120 m)] correspond quant à lui à une légère dépression où l'eau stagne temporairement sur un sol limono-argileux sur lequel apparaît généralement une croûte de dessiccation après évaporation de l'eau.

Discussion

Avec une teneur relative en eau de l'ordre de 15 % par rapport au poids sec, les



Photo 1. Production de mucilage favorisant l'humidification et l'immobilisation de la graine pendant la germination (Photo B. A. Bationo).

Photo 2. Émergence précoce de la racine d'une graine d'*Isobertinia doka* en début de germination en milieu naturel (Photo B. A. Bationo).

Photo 3. Morphologie d'une plantule d'*Isobertinia doka* cinq jours après la germination (Photo B. A. Bationo).

Photo 4. Émergence de la tigelle 10 jours après la germination d'une graine d'*Isobertinia doka*. On observe le placage du cotylédon inférieur contre le sol, le pivotement du cotylédon supérieur et la soudure des cotylédons à la base (Photo B. A. Bationo).

Photo 1. Mucilage production encouraging seed humidification and immobilisation during *Isobertinia doka* seed germination (Photo B. A. Bationo).

Photo 2. Early root emergence of *Isobertinia doka* seed at start of germination (Photo B. A. Bationo).

Photo 3. Morphology of *Isobertinia doka* seedling five days after germination (Photo B. A. Bationo).

Photo 4. Emergence of *Isobertinia doka* stem 10 days after seed germination. Observe the facing of the lower cotyledon against the soil, the pivotal behaviour of the higher cotyledon and the soldering of the cotyledons at the basis (Photo B. A. Bationo).

graines d'*Isobertinia doka* sont récalcitrantes¹. L'enveloppe séminale mince n'assure pas une bonne protection contre

¹ Les graines récalcitrantes sont sensibles à la dessiccation. Elles doivent germer rapidement dès qu'elles tombent sur le sol, sinon elles meurent.

la dessiccation. Une telle teneur relative en eau est favorable au développement de champignons [11]. Cela explique la durée de vie particulièrement courte des graines (environ un mois après la dissémination). La réussite du semis direct est de ce fait, influencée par le temps et les conditions de conservation des semen-

ces. Une durée de conservation de plus d'un mois sans précaution particulière entraîne la mortalité des graines avant le semis. Même lorsque les graines semées sont viables, leur survie et leur levée dépendent de la régularité des pluies. La dissémination en saison pluvieuse et sous la couronne de l'arbre-mère est donc une

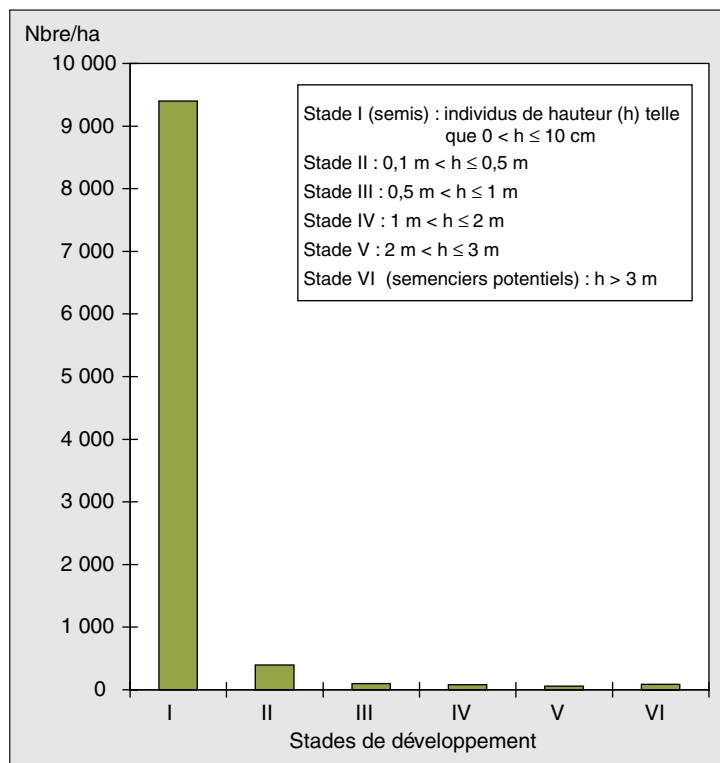


Figure 5. Densité des stades de développement d'*Isoberlinia doka*.

Figure 5. Density of the development stages of *Isoberlinia doka*.

stratégie d'adaptation biologique des graines. L'observation de la germination révèle une germination cryptogée des graines. Cette forme de germination accroît la résistance de la future plantule aux traumatismes de la partie aérienne tels que les feux [13-15]. Elle s'accompagne en effet d'un développement de bourgeons cotylédonaire et de leur enfouissement dans le sol [14]. Ces derniers, ainsi protégés contre les agressions extérieures, confèrent aux plantules une bonne capacité à rejeter des souches. La morphologie de la germination reste cependant mal connue, notamment pour ce qui est de l'influence de la profondeur de semis sur la levée. Il serait en effet intéressant de suivre le développement du plant lorsque le cotylédon « supérieur » ne peut effectuer son mouvement de pivotement pour libérer la tigelle. Les cotylédons charnus d'*Isoberlinia doka* sont fréquemment consommés par les rongeurs en milieu naturel. L'influence de l'ablation de ces cotylédons sur la survie et le développement des plantules mérite donc d'être étudiée. La production de mucilage observée lors de la germination maintient un microclimat humide autour de la graine et est nécessaire à une bonne germination. Elle

accroît aussi l'adhésivité de la graine au sol favorisant ainsi son immobilisation et la fixation de la racine. Le rôle du mucilage dans la physiologie des graines est encore mal connu. Il favoriserait la germination par la fragmentation des téguments [16]. La production du mucilage chez les graines mortes imbibées d'eau suggère cependant que ces sécrétions sont plus liées à l'imbibition d'eau qu'au déclenchement de la germination. La capacité des plantules à développer rapidement un système racinaire pivotant leur permet d'atténuer les contraintes liées à la concurrence, notamment herbacée [17] et à la sécheresse édaphique [18, 19]. Elle permet à la plantule d'exploiter précocement les couches profondes du sol, plus humides. La régénération agrégative reflète la dissémination autochore [1, 20] et le drageonnement. Cette forme de multiplication végétative a été fréquemment observée chez les individus âgés ou après un chablis (photo 5). L'autochorie qui caractérise généralement les grosses graines, ne favorise pas l'expansion des aires de régénération [21, 22]. La dissémination à l'ombre du semencier favorise cependant la protection des graines à cotylé-

dons charnus sensibles à la dessiccation. Le développement des plantules sous les semenciers d'*Isoberlinia doka* suggère également l'absence de phénomènes d'allélopathie dus à l'arbre-mère. La persistance des cotylédons sur les plantules et leur résorption progressive traduisent l'importance des réserves cotylédonaire dans le développement des plantules sous les semenciers, où le rayonnement photosynthétique actif est faible [23].

La structure en « L » du peuplement étudié est interprétée comme une bonne régénération de l'espèce [24]. Cependant, la faible fréquence des stades supérieurs traduit une forte sélection aux stades juvéniles. Les plantules survivent et se développent mieux dans les zones à bilan hydrique favorable comme les dépressions où les croûtes de dessiccation favorisent l'infiltration des eaux [12]. En revanche, sur les sols secs, on enregistre de fortes mortalités après la germination confirmant les exigences hydriques relativement élevées de l'espèce [25].

Conclusion

La distribution agrégative d'*Isoberlinia doka* résulte de sa dissémination autochore et de sa capacité de drageonnement. Les graines sont récalcitrantes. Leur durée de vie est par conséquent courte. Cela explique les mauvais résultats du semis artificiel, pratiqué souvent avec des graines âgées de plus d'un mois, donc mortes. Le semis direct d'*Isoberlinia doka* n'est pas une opération sylvicole à conseiller. En effet, pour avoir des résultats encourageants, le semis doit se pratiquer avec des graines âgées de moins de deux semaines et être suivi rapidement de pluies régulières. La production de plants en pots permet d'éviter d'énormes pertes de semences et d'accroître les chances de régénération de l'espèce par plantation.

La germination cryptogée, le développement rapide du pivot racinaire des plantules et surtout la capacité de propagation végétative par drageonnement d'*Isoberlinia doka* sont des atouts favorables à l'adaptation au milieu soudanien. Cependant, ses exigences en eau relativement élevées peuvent compromettre son développement sur les microsites secs. ■

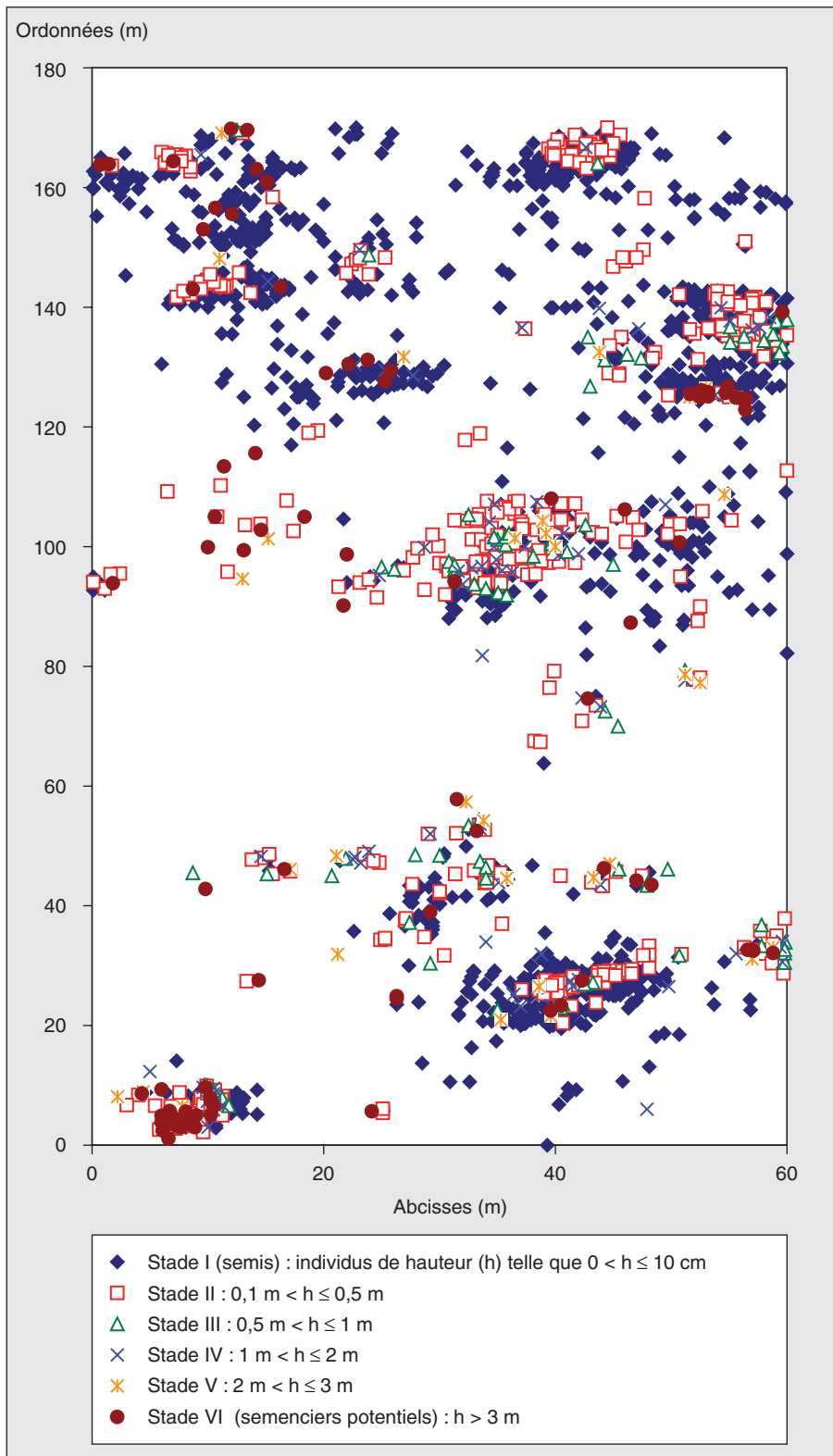


Figure 6. Distribution spatiale et développement des populations d'*Isoberlinia doka* en fonction des microsites.

Figure 6. Spatial distribution and development of *Isoberlinia doka* populations according to microsites.



Photo 5. Régénération d'*Isoberlinia doka* par drageonnement sur l'emplacement d'un pied adulte après un chablis (Photo B. A. Bationo).

Photo 5. *Isoberlinia doka* regeneration by suckering on the fallen adult tree site (Photo B. A. Bationo).

Références

1. Bariteau B. Régénération naturelle de la forêt tropicale humide de Guyane : étude de la répartition spatiale de *Qualea rosea* Aublet, *Eperua falcata* Aublet et *Symphonia globulifera* Linnaeus f. *Ann Sci For* 1992 ; 49 : 359-82.
2. Bationo BA, Ouedraogo SJ, Guinko S. Stratégies de régénération naturelle de *Detarium microcarpum* Guill. et Perr. dans la forêt classée de Nazinon (Burkina Faso). *Fruits* 2001 ; 4 : 271-85.
3. Bationo BA. *Étude des potentialités agroforestières, de la multiplication et des usages de Guiera senegalensis*. Mémoire d'ingénieur des Eaux et Forêts, université de Ouagadougou, Burkina Faso, 1994, 67 p.
4. Bationo BA, Ouedraogo SJ, Boussim IJ. *Afzelia africana* (Caesalpiniaceae) : étude de la prédation des graines dans une savane boisée du Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques* 2000 ; 264 : 55-6.
5. Bationo BA, Ouedraogo SJ, Guinko S. Longévité des graines et contraintes à la survie de plantules de *Afzelia africana* Sm. dans la forêt classée de Nazinon (Burkina Faso). *Ann Sci For* 2001 ; 58 : 69-75.
6. Guinko S. *La végétation de la Haute-Volta*. Thèse de doctorat, université de Bordeaux 3, 1984, 318 p.
7. Bationo BA. *Étude de la régénération séminale des ligneux dans les jachères de Sobaka (forêt classée de Nazinon, Burkina Faso)*. Mémoire de DEA, université de Ouagadougou, Burkina Faso, 1996, 62 p.
8. Devineau JL. Seasonal rhythms and phenological plasticity of savanna woody species in a fallow farming system (South-west Burkina Faso). *J Trop Ecol* 1999 ; 15 : 497-513.
9. De Blic P, Some NA. État structural d'horizons superficiels sableux sous culture ou jachère herbacée en Afrique de l'ouest (Burkina Faso). *Étude et gestion des sols* 1997 ; 4 : 17-24.
10. Zombre NP, Djimadoum M, Some NA, De Blic PH. *Étude pédologique du terroir de Sobaka : forêt classée de Nazinon*. Ouagadougou : Institut de recherches en biologie et écologie tropicales (Irbet) ; Orstom, 1997 ; 41 p.
11. Willan RL. *Guide de manipulation des semences forestières*. Paris : Food and Agriculture Organization (FAO), 1992 ; 444 p.
12. Casenave A, Valentin C. *Les états de surface de la zone sahélienne : influence sur l'infiltration*. Paris : Orstom éditions, 1989 ; 227 p.
13. Burrows GE, Boag TS, Stockey RA. A morphological investigation of unusual cryptogean germination strategy of bunya pine (*Araucaria bidwillii*) an Australia rainforest conifer. *Int J Plant Sci* 1992 ; 153 : 503-12.
14. Jackson G. Cryptogean germination and other seedling adaptation to the burning of vegetation in savanna region in the origin of pyrophytic habit. *New Phytol* 1974 ; 73 : 771-80.
15. Miquel M. Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. *Bull Mus Hist Nat* 1987 ; 9 : 101-21.
16. Bellefontaine R. Conservation de graines de *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. In : SOME LM, ed. *Les problèmes de semences forestières en Afrique*. Actes finaux du Symposium du groupe de travail. Union internationale des Instituts de recherches forestières (IUFRO), Centre national des semences forestières (CNSF), Ouagadougou, Burkina Faso. Leiden (Pays-bas) : Backhuys Publishers, 1993 : 268-74.
17. Jurado E, Westoby M. Seedling growth in relation to seed size among species of arid Australia. *J Ecol* 1992 ; 80 : 407-16.
18. Smucker AJM, Aiken RM. Dynamic root responses to water deficits. *Soil Sci* 1992 ; 4 : 281-9.
19. Ouedraogo SJ. *Faidherbia albida* : évolution comparée des parties aériennes et souterraines de plants issus de semis et de bouturage. *Amélior Prod Agr Milieu aride* 1993 ; 5 : 123-41.
20. Puig H, Forhet PM, Sist P. Dissémination et régénération de quelques arbres en forêt tropicale guyanaise. *Bull Soc Bot* 1989 ; 3 : 119-31.
21. Ernst WHO, Veenendaal EM, Kebakile MM. Possibilities for dispersal in animal and perennial grasses in a savanna in Botswana. *Vegetatio* 1992 ; 102 : 1-11.
22. Forget P-M. Regeneration ecology of *Eperua Grandiflora* (Caesalpiniaceae), a large-seeded tree in French Guiana. *Biotropica* 1992 ; 24 : 146-56.
23. Olusegun O, Juliane E, Mike S, Andrew W. Factors affecting survival of tree seedlings in North Queensland rain forest. *Oecologia* 1992 ; 91 : 569-78.
24. Fensham RJ, Bowman DMJS. Stand structure and the influence of overwood on regeneration in tropical Eucalypt forest on Melville Island. *Aust J Bot* 1992 ; 40 : 335-52.
25. Bationo BA, Ouedraogo SJ, Alexandre DY, Guinko S. Statut hydrique de quatre espèces ligneuses soudanaises dans la forêt classée de Nazinon (Burkina Faso). *Secheresse* 2001 ; 12 : 87-94.