



Architecture racinaire et aptitude au drageonnage de trois espèces forestières

Arnaud WENDPOUIRE ZIDA^{1*}, Babou ANDRE BATIONO¹, Antoine N. SOME² et
Ronald BELLEFONTAINE³

¹ INERA, DPF, 04 BP 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso.

² UPB, IDR, 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

³ CIRAD, UMR AGAP, f-34398 Montpellier, France.

* Auteur correspondant ; E-mail : Arnaud_zida@yahoo.fr; Tel : (+226) 76751139/70780073

RESUME

Les systèmes racinaires de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. et *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A. Rich. ont été caractérisés par une analyse détaillée de leur architecture dans des sols de texture différente en Région Centre-Sud du Burkina Faso. Ils ont été étudiés à partir de plants d'âges divers, certains prélevés en pépinière et d'autres partiellement excavés en forêt. Des tests d'induction de drageonnage par sectionnement complet de racines traçantes ont également été effectués sur ces espèces. Les données obtenues indiquent que ces trois espèces semblent montrer une certaine plasticité en fonction des textures de sols et de leur âge. *B. aegyptiaca* et *S. birrea* exhibent une tubérisation très nette de leur pivotante dans le jeune âge. En forêt, des drageons ont été observés sur les racines de *B. aegyptiaca* et *D. mespiliformis*. L'induction artificielle de drageons en août, presque en fin de la saison des pluies, a donné des résultats positifs surtout pour *S. birrea* et dans une moindre mesure pour *D. mespiliformis*, mais pas pour *B. aegyptiaca*.

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Système racinaire, multiplication végétative, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Le système racinaire d'une plante est constitué par des racines primaires, latérales et adventives. La racine primaire répond à la gravité et lorsque les racines secondaires émergent, elles grandissent dans un premier temps horizontalement sous la dépendance d'auxines et de gènes (Geiss et al., 2009 ; Malamy, 2009 ; Ingram et Malamy, 2010). Des facteurs abiotiques, tels que la disponibilité de l'eau dans le sol et de nutriments, notamment les hydrates de carbone dont surtout le sucrose (Lalonde et al., 2004) ont aussi un impact sur la formation

de la racine primaire et des racines latérales. La morphologie fonctionnelle du système racinaire des espèces ligneuses joue un rôle essentiel dans l'adaptation de celles-ci à différents milieux et spécialement à divers types de sol (Bationo et al., 2001; Malamy, 2009). Le système racinaire de très nombreuses espèces tropicales demeure encore très mal connu. Pourtant, la caractérisation de l'architecture racinaire peut contribuer à expliquer le degré de plasticité en fonction des sols, dont il faut tenir compte en cas de plantation, et aussi de mieux

comprendre les aptitudes au drageonnage de certaines espèces ligneuses.

Les enracinements sont réputés participer de manière très efficace à la stabilisation des sols. Dans les pays tropicaux secs, où l'évapotranspiration est forte tout au long de l'année, les racines permettent une meilleure rétention de l'humidité des sols, et ainsi la survie de la micro-faune (Stokes et al., 2009). Cette microfaune et notamment les mycorhizes ne sont toujours pas suffisamment étudiées en ce qui concerne les ligneux classés prioritaires par les populations locales (sauf pour quelques légumineuses). Or ces associations symbiotiques sont vitales pour la croissance et la résistance aux stress (Bellefontaine et al., 2012).

A la suite de l'extension des surfaces agricoles aux dépens des forêts et de la réduction de la densité de ces trois espèces dans les espaces forestiers, des essais d'induction de drageons ont été mis en place pour évaluer l'aptitude de ces trois espèces, toutes trois réputées « drageonnantes » (Bellefontaine, 2005). Cette méthode, très peu coûteuse, permettra ainsi dans un premier temps de préserver la biodiversité actuelle de plus en plus menacée en multipliant les meilleurs génotypes de ces espèces en danger. Plusieurs auteurs prônent un recours au drageonnage dans certaines situations souvent critiques. Ainsi, sur les pentes orientales du Mont Kenya, Kleinschroth et al. (2013) proposent de régénérer les forêts d'*Ocotea usambarensis* Engl., exagérément exploitées, en favorisant les plantations et la protection des drageons bien plus nombreux que les semis. Dans le sud du Québec, Farahat et Lechowicz (2013) montrent que les drageons ont une croissance supérieure aux semis du hêtre [*Fagus grandifolia* (Ehrh.)], ce qui avait déjà été signalé pour diverses espèces tropicales (Bellefontaine, 2005 ; Meunier et al., 2008). L'extension des parcelles agricoles, partout en Afrique, induit un fractionnement de plus en plus accentué des écosystèmes forestiers et à une absence de flux génétiques qui empêchent la reproduction sexuée. L'objectif de cet article est d'analyser le

système racinaire de ces trois espèces et de tester l'aptitude au drageonnage, qui pourrait être une alternative pour la sauvegarde à moyen terme de ces espèces.

MATERIELS ET METHODES

Etude du système racinaire

L'architecture racinaire de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. et *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A. Rich. a été étudiée en fonction de différentes textures de sol, présentes dans la forêt de Gaongo. Le choix de ces trois espèces agroforestières de la zone nord-soudanienne du Burkina Faso a été dicté par leur grande importance socio-économique (Belem et al., 2008 ; Kindt et al., 2008 ; Sop et al., 2012).

L'étude du système racinaire des plantules a été menée sur des semis dans la pépinière de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) à Ouagadougou, de février à mai et dans la forêt classée de Gaongo, à environ 50 km au Sud-Est de Ouagadougou, sur au moins trois individus par stade de développement (jeune arbre et adulte) et pour chaque texture de sol.

Cette forêt est située dans le secteur sahélo-soudanien du domaine soudanien où la pluviométrie annuelle est de l'ordre 800 mm (selon la station météo de la Direction Provinciale d'Agriculture du Bazèga), avec une saison sèche longue de sept mois (de novembre à mai). L'étude a été conduite sur les principales textures de sol de cette forêt à la fin de la saison pluvieuse (octobre), au moment où le sol est encore humide. Les racines ont été mises à nu avec précaution, sans les blesser, à partir d'une tranchée circulaire, complétée par un enlèvement manuel méticuleux de la terre et des pierres à l'aide d'une brosse par déblayage latéral (Bationo et al., 2001). Les excavations portent sur un rayon de 1,5 à 2 m autour du pied des arbres. La profondeur dépend de l'âge des plants, de leur type d'enracinement et de la structure du sol. Pour chaque individu, la profondeur atteinte et la forme de la racine pivotante, ainsi que l'importance de

l'enracinement secondaire, ont été observés. De plus, deux à quatre racines traçantes sont suivies jusqu'à leur extrémité afin de constater le développement éventuel de drageons. L'architecture du système racinaire est ensuite schématisée et puis la fosse est comblée.

Induction du drageonnage

L'induction du drageonnage a été initiée pendant la saison des pluies (août) sur des racines superficielles (0-25 cm de profondeur) de 10 pieds adultes de *B. aegyptiaca*, 10 de *S. birrea* et 15 de *D. mespiliformis*, soit 35 arbres au total. Des racines de diamètre compris entre 1 et 8 cm ont été sectionnées. Sur deux racines situées à 1 m, 2 m et 3 m de la base du tronc de chaque *B. aegyptiaca* et *S. birrea*, un sectionnement a été effectué (Meunier et al., 2006). Une des deux racines sectionnée à chaque niveau (1 m, 2 m et 3 m) pour chaque arbre est ensuite complètement recouverte d'une légère couche de terre (5 cm d'épaisseur environ). L'autre, non recouverte, est laissée apparente à l'air et à la lumière. Par contre, faute de racines suffisamment longues, le sectionnement de *D. mespiliformis* n'a été réalisé qu'à 1 m du tronc sur deux racines pour chaque individu dont une est ensuite complètement recouverte d'une légère couche de terre et l'autre est restée apparente à l'air et à la lumière.

Le taux de réussite de racines ayant émis au moins un drageon, le nombre moyen de drageon par arbre et la distribution de la réponse au drageonnage des arbres sectionnés ont été évalués sept mois après le sectionnement (en mars pendant la saison sèche). Une analyse de variance (ANOVA) avec une probabilité $P < 0,05$ a également été effectuée pour apprécier les différences entre traitements. Les logiciels Excel 2010 et Genstat Discovery Edition 4 ont été utilisés.

RESULTATS

Etude du système racinaire

En pépinière, dès le stade de la germination, les plantules des trois espèces ont un système racinaire beaucoup plus long que la partie aérienne encore peu développée,

puis *B. aegyptiaca* et *S. birrea* montrent un épaissement important (tubérisation) du pivot racinaire. Cette morphologie du pivot et l'apparition d'abondantes radicelles sont nettement visibles dès l'âge de deux à trois mois (Photos 1 et 2). En pépinière, contrairement à la racine pivotante de ces deux espèces, celle de *D. mespiliformis* ne présente aucune tubérisation marquée.

Chez *B. aegyptiaca*, le passage du stade « plantule » au stade « jeune plant » s'accompagne apparemment d'une perte progressive de la forme tubérisée et d'un développement en profondeur du pivot racinaire. Il semble s'estomper avec l'âge. La tubérisation racinaire persiste cependant chez les jeunes *S. birrea* de plus de 2 m de haut.

D. mespiliformis a une croissance précoce en profondeur qui atteint en moyenne 70 cm pour des petits arbres de 1,2 m de haut dans les sols à texture argileuse-limoneuse (Figure 1).

Au stade adulte, le système racinaire de ces trois espèces varie en fonction de la texture du sol. *B. aegyptiaca* développe de nombreux pivots et un faible enracinement latéral sur les sols peu profonds à texture gravillonnaire en surface. Par contre, dans les sols profonds à texture argileuse en surface, cette espèce semble avoir un système racinaire mixte, caractérisé par une racine principale pivotante et un enracinement latéral bien développé dans le sens de la pente avec des anastomoses racinaires par endroit. Des drageons ont été observés à moins de 2 m du tronc sur des racines traçantes de *B. aegyptiaca* (Figure 2).

Dans les sols ferrugineux peu profonds sur cuirasse, l'enracinement de *S. birrea* est dense dans les couches superficielles du sol. La racine principale bute sur la cuirasse latéritique et se ramifie en plusieurs racines secondaires et tertiaires, qui colonisent la partie superficielle du sol. Les racines traçantes peuvent s'étendre jusqu'à 11,2 m du tronc en évitant les obstacles. Dans les sols ferrugineux profonds à texture argileuse en surface, l'enracinement pivotant atteint 1,25 m de profondeur et porte de nombreuses racines

latérales (Figure 3). Ces racines traçantes sont peu ramifiées et peuvent s'étendre jusqu'à 11,4 m du tronc. Aucun drageon n'a été noté en forêt pour cette espèce.

Dans les sols à texture argileuse, les pieds adultes de *D. mespiliformis* semblent être caractérisés par un enracinement mixte, pivotant et traçant avec des racines secondaires qui s'enfoncent ensuite verticalement dans le sol. La plus longue racine traçante mesurait 5,2 m. Des drageons ont été observés à moins de 2 m de la souche sur des racines traçantes, dont certains montrent un début d'autonomisation en développant leur propre système racinaire (Figure 4).

Induction du drageonnage

Les extrémités des racines sectionnées des *B. aegyptiaca* se nécrosent et sont attaquées localement par des termites ; sept mois après le début de l'essai, aucun drageon n'a été observé sur les racines sectionnées.

Par contre, pour *S. birrea* et *D. mespiliformis*, des drageons apparaissent uniquement à l'extrémité proximale des racines déconnectées de la racine-mère (Photos 3 et 4).

Bien que les analyses de variance n'indiquent pas de différence significative entre traitements pour $P < 0.05$ (Tableau 1), les taux moyens de réussite, le nombre moyen

de drageons par arbre et la distribution de la réponse au drageonnage des arbres dont les racines ont été sectionnées varient en fonction de la distance de sectionnement par rapport à l'arbre-mère et selon que la racine est recouverte ou laissée à l'air libre (Figure 5).

Pour *S. birrea*, le sectionnement à 1 m du tronc donne le meilleur résultat avec un taux moyen de 50% de réussite (Tableau 1). Au minimum un drageon a été observé sur 50% des racines sectionnées à 1 m du tronc. Cette aptitude au drageonnage régresse avec l'éloignement du tronc avec 40% et 25% de réussite respectivement sur les racines sectionnées à 2 m et 3 m du tronc. La présence simultanée de deux drageons pour le même arbre de *S. birrea* n'a pas été observée à 3 m comme c'est le cas à 1 m et 2 m (Figure 5a).

Les racines sectionnées non recouvertes semblent montrer un taux de réussite légèrement plus élevé (Tableau 1). Les trois quarts des *S. birrea* donnent au moins un drageon sur les racines non recouvertes (Figure 5b).

Les taux de réussite obtenus pour *D. mespiliformis* sont plus faibles que ceux de *S. birrea* et le recouvrement ou non des racines de *D. mespiliformis* n'a apparemment aucun effet sur le taux de réussite (Tableau 1) et sur le nombre de drageons observés par arbre (Figure 5c).

Tableau 1: Tests d'induction du drageonnage - Nombre moyen de drageons par arbre et taux de réussite par traitement.

Espèces	Nombre de géotypes	Traitements	Nombre moyen de drageons par arbre	Taux de réussite (Tdr en %)
<i>Sclerocarya birrea</i>	10	Racine à l'air libre	1,3a	43,33
		Racine recouverte	1,0a	33,33
		Section à 1 m du tronc	1,0a	50
		Section à 2 m du tronc	0,8a	40
		Section à 3 m du tronc	0,5a	25
<i>Diospyros mespiliformis</i>	15	Racine recouverte	0,13a	13,33
		Racine à l'air libre	0,13a	13,33

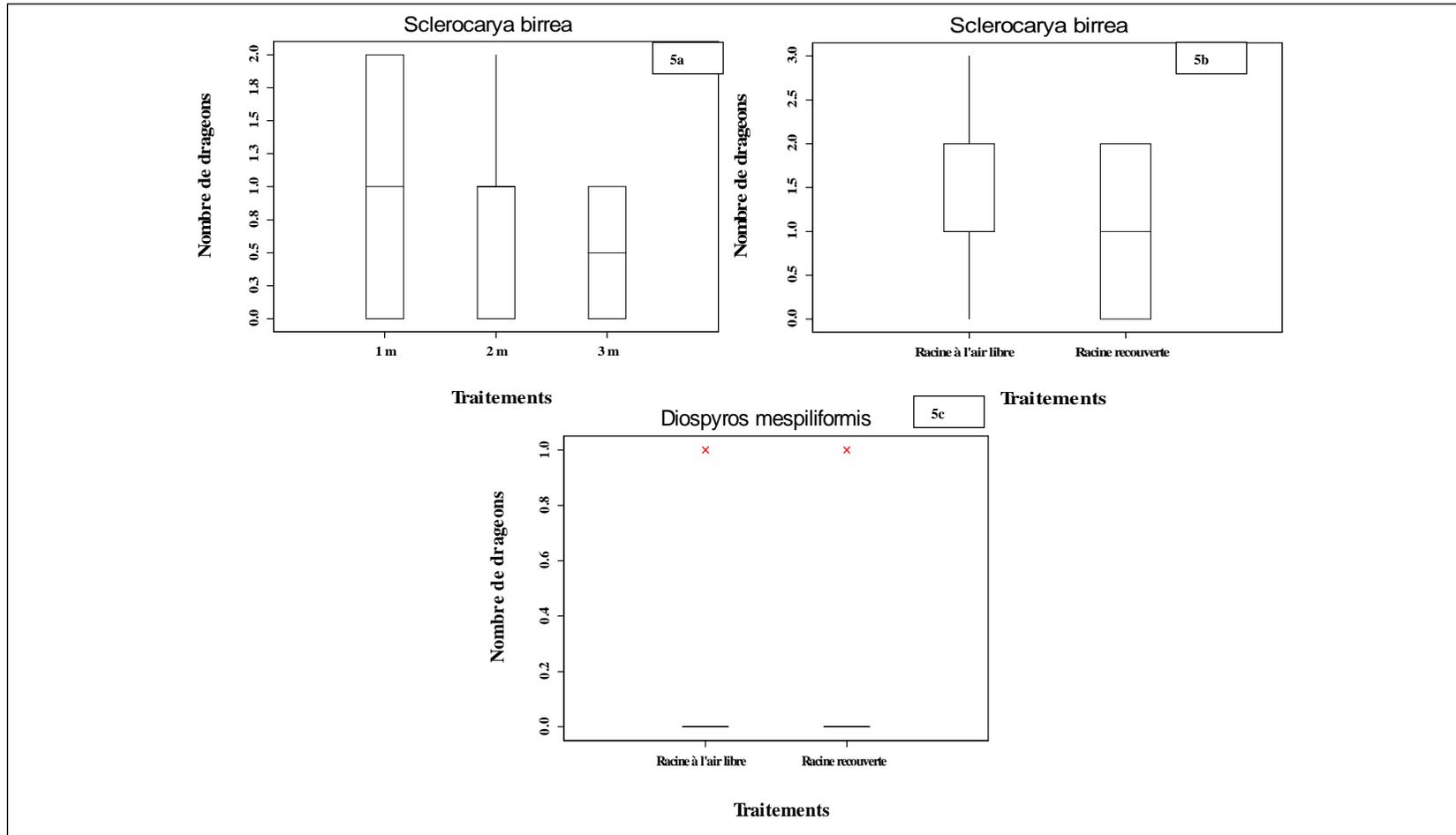


Figure 5 : Distribution du nombre moyen de dragonnes en fonction de la distance au tronc et selon que la racine est recouverte de terre ou à l'air libre.



Photo 1 : *B. aegyptiaca* âgé de 3 mois et de 43 cm de long, dont 19 cm pour la racine. (Cliché A.W. ZIDA).



Photo 2 : *S. birrea* âgé de 2 mois et de 65 cm de long, dont 17 cm pour la racine. (Cliché A.W. ZIDA).





Photo 3 : A gauche du crayon, un drageon proximal sur le segment de racine déconnectée de l'arbre-mère observé sur *S. birrea* (Cliché A.W. ZIDA).



Photo 4 : Drageons observés sur le segment racinaire déconnecté de l'arbre-mère (*D. mespiliformis*) (Cliché A.W. ZIDA).



DISCUSSION

L'architecture générale du système racinaire, qui est déterminée principalement par le nombre et la répartition des racines latérales, est déterminante pour la survie de l'arbre, particulièrement sous conditions de stress hydrique ou de nutriments (Malamy, 2009). La disponibilité de nutriments minéraux joue un rôle majeur dans l'évolution et le développement des systèmes racinaires (Cruz-Ramirez et al., 2009 ; Ingram et Malamy, 2010). Ceci est corroboré par les observations au Burkina dans les sols à texture argileuse (Bationo et al., 2011), où *D. mespiliformis* assure un accès aux couches profondes et plus humides grâce à la croissance accélérée de son pivot.

Selon Eyog-Matig (1993) sur sols indurés au Cameroun, *S. birrea* montre une très bonne colonisation des différents compartiments du sol, ce qui lui assure à la fois un approvisionnement hydrique satisfaisant et un taux de survie supérieur à 80 % lors de plantations. Nos observations sur sols argileux profonds et sur sols ferrugineux peu profonds, confirment ses conclusions.

En milieu naturel les jeunes plants de *B. aegyptiaca* semblent capables de percer la cuirasse des sols ferrugineux peu profonds. Les jeunes plantules de *S. birrea* ont apparemment une vitesse de croissance du pivot moins rapide. Mais cette espèce survit pendant les périodes les plus sèches de l'année grâce à l'accumulation de réserves dans ses racines tubérisées (Alexandre, 1992 ; Ouedraogo et Thiombiano, 2012). Ce sont des « racines de stockage temporaire » dans lesquelles les produits synthétisés dans les feuilles sont accumulés dans les racines, puis retransférés soit aux rejets de souche après un feu de brousse, soit plus tard dans la saison pour produire fleurs et fruits (Gregory, 2006).

Les trois espèces choisies adoptent des stratégies différentes en fonction de la saison, des types de sol, de leur structure, et vraisemblablement de leur richesse en nutriments, ce qui est confirmé par Hodge et al. (2009) : les plantes peuvent constamment optimiser leur architecture racinaire en

initialisant l'apex racinaire distal et les primordia racinaires latéraux. L'optimisation de l'occupation d'un sol peut être réalisée au cours de la vie de l'arbre par ajout de racines dans des espaces laissés vacants par le système racinaire initial (Drenou, 2000). Ces stratégies varient apparemment dans le temps et l'espace pour chaque individu. Certains auteurs utilisent le terme de plasticité phénotypique : des réponses phénotypiques diverses ont été observées en fonction de conditions environnementales (Drenou, 2006 ; Stokes et al., 2009 ; Ingram et Malamy, 2010). Ceci expliquerait, en forêt de Gaongo, leur localisation et leur répartition préférentielle.

Les résultats observés sur le drageonnage « naturel » corroborent ceux de plusieurs auteurs (Alexandre, 2002 ; Bellefontaine, 2005 ; Harivel et al., 2006) qui ont signalé le drageonnage de ces trois espèces. Nos résultats sont semblables à ceux obtenus au nord du Cameroun, où le drageonnage en forêt est plus fréquent pour *S. birrea* que pour *D. mespiliformis*, alors qu'il est rare pour *B. aegyptiaca* (Noubissié-Tchiagam et al., 2011). Au regard de nos résultats au Burkina, la capacité de drageonnage de *D. mespiliformis* semble favoriser la formation de petits fourrés monoclonaux au pied des troncs de cette espèce.

En ce qui concerne le drageonnage induit par blessure ou sectionnement de la racine-mère, nos résultats offrent à nouveau de grandes similitudes avec ceux obtenus par Noubissié-Tchiagam et al. (2011). Les espèces *S. birrea* et *D. mespiliformis* présentent une aptitude très élevée à moyenne au drageonnage.

Au Burkina, les racines coupées de *B. aegyptiaca* n'émettent pas de drageon et il semblerait qu'une fois blessée, cette espèce attire les termites. De même, au nord du Cameroun, l'induction n'est pas efficace, à l'inverse du marcottage aérien qui a donné d'excellents résultats (Noubissié-Tchiagam et al., 2011).

L'importance du drageonnage observé sur un pied dépérissant (Figure 4) de *D.*



mespiliformis montre qu'un traumatisme est souvent un facteur déterminant de la multiplication végétative par drageonnage, nécessaire pour assurer la survie de certaines espèces particulièrement menacées (Meunier et al., 2008). Après quelques années, un fait remarquable est à signaler : ces drageons s'autonomisent et développent leur propre réseau racinaire (Figure 4).

Le fractionnement des forêts, notamment à la suite de l'expansion agricole, conduit sur le plan génétique à des risques de dérive avec appauvrissement de la diversité intraspécifique par la raréfaction ou l'absence de flux de gènes. La possibilité d'induction artificielle du drageonnage surtout pour *S. birrea* et dans une moindre mesure pour *D. mespiliformis*, phénomène déjà observé au nord du Cameroun (Noubissié-Tchiagam et al., 2011), ouvre cependant de nouvelles perspectives à très faible coût pour la sauvegarde d'espèces menacées et pour leur régénération par multiplication végétative. La première mesure à prendre par les gestionnaires forestiers des peuplements fractionnés est l'établissement de règles très simples de gestion. Préserver d'urgence la ressource rélictuelle existante par la méthode du drageonnage artificiel induit est une priorité, d'autant plus que cette méthode très économique ne nécessite pas de plants élevés en pépinière, ni de plantations coûteuses à entretenir durant les premières années. Les drageons peuvent fournir une solution alternative à moyen terme. Ultérieurement, les géotypes les plus performants pourront être mobilisés (Bellefontaine, 2010 ; Bellefontaine et al., 2012) dans des parcs à clones *ex situ* pour être bouturés ou greffés pour créer ainsi des plantations conservatoires régionalisées, des vergers à graines clonaux, voire si ces peuplements rélictuels existent encore, un enrichissement sous forme de bouquets de plantation de semis ou de clones.

Conclusions

Ces espèces développent toutes des stratégies d'adaptation face aux conditions pédo-climatiques. Leur plasticité racinaire

mériterait d'être examinée à partir d'un plus grand nombre de pieds, si un financement adéquat pouvait permettre cette étude. Certaines réagissent aux traumatismes par l'émission de drageons. A ce stade des études, il est impossible de dire si le traumatisme (stress naturel, induction) est lié à un effet clonal : certains pieds-mères réagiraient-ils plus que d'autres ? Les résultats présentés ci-dessus doivent être interprétés avec une certaine prudence, d'autant plus que le nombre d'observations est relativement faible. Il ne s'agit que de premières indications du comportement racinaire de ces trois espèces.

Dans un contexte socio-économique difficile en milieu rural, il est indispensable que les mesures de conservation prises soient en adéquation avec le contexte local afin de tendre vers un système durable d'utilisation des ressources naturelles. L'aptitude de *S. birrea* et dans une moindre mesure de *D. mespiliformis* à répondre à l'induction artificielle permet d'envisager de nouvelles perspectives de multiplication (voire de domestication) de ces espèces agroforestières très demandées. Les très faibles coûts de mise en œuvre de cette technique devraient faciliter son appropriation par les communautés locales. L'induction de drageons semble spécialement importante pour assurer le maintien d'espèces et de géotypes menacés.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le projet Sud Expert Plante (SEP) financé par le Fonds de Solidarité Prioritaire de la coopération française.

REFERENCES

- Alexandre DY. 1992. Les géophytes ligneuses en zone soudanienne: une adaptation aux sols peu profonds. *Le Flamboyant*, **21**: 27-28.
- Alexandre DY. 2002. *Initiation à l'Agroforesterie en Zone Sahélienne : Les Arbres des Champs du Plateau Central au Burkina Faso*. I.R.D.- KARTHALA : Paris.



- Bationo BA, Ouedraogo SJ, Guinko S. 2001. Longévité des graines et contraintes à la survie des plantules d'*Azelia africana* Sm. dans une savane boisée du Burkina Faso. *Ann. For. Sc.*, **58**: 69-75.
- Bationo BA, Some NA, Ouedraogo SJ, Kalinganire A. 2011. Croissance comparée des plantules de cinq espèces ligneuses soudaniennes élevées en rhizotron. *Sécheresse*, **21**(3): 196-202.
- Belem B, Smith OC, Theilade I, Bellefontaine R, Guinko S, Mette Lykke A, Diallo A, Boussim JI. 2008. Identification des arbres hors forêt préférés des populations du Sanmatenga (Burkina Faso). *Bois For. Trop.*, **298**(4): 53-64.
- Bellefontaine R, Malagnoux M, Ichaou A. 2012. Techniques forestières et innovations dans les opérations de reboisement. In : *La Grande Muraille Verte. Capitalisation des Recherches et Valorisation des Savoirs Locaux*, Dia A, Duponnois TR (eds.). I.R.D. : Marseille ; 433-469.
- Bellefontaine R. 2005. Pour de nombreux ligneux, la reproduction sexuée n'est pas la seule voie : analyse de 875 cas – Texte introductif, tableau et bibliographie. *Sécheresse*, **16**(4): 315-317.
- Bellefontaine R. 2010. De la domestication à l'amélioration variétale de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) ? *Sécheresse*, **21**(1): 42-53.
- Cruz-Ramirez A, Calderon-Vasquez C, Herrera-Estrella L. 2009. Effect of nutrient availability on root system development. *Ann. Plant Rev.*, **37**: 288-324.
- Drénou C. 2000. Etude des relations entre systèmes racinaires et stabilité des arbres (suite à la tempête de décembre 1999). In *Expertise Collective sur les Tempêtes, la Sensibilité des Forêts et sur Leur Reconstitution*, Drouineau S, Laroussinie O, Birot Y, Terrasson D, Formery T, Roman-Amat B (eds.). Dossier de l'environnement de l'INRA : Paris ; 153-159.
- Drenou C. 2006. *Les racines : Face Cachée des Arbres*. Institut de Développement Forestier: Paris.
- Eyog-Matig O. 1993. L'enracinement de quatre espèces ligneuses sur sol Hardé ; Influence des techniques de plantation et d'économie de l'eau. In *Les Terres « Hardé » : Caractérisation et Réhabilitation dans le Bassin du Lac Tchad*, Peltier R (ed). Cahiers scientifiques: Montpellier; 111-118.
- Farahat E, Lechowicz MJ. 2013. Functional ecology of growth in seedlings versus root sprouts of *Fagus grandifolia* Ehrh. *Trees, Structure and Function*, **27**(1): 337-340.
- Geiss G, Gutierrez L, Bellini C. 2009. Adventitious root formation : New Insights and Perspectives. *Ann. Plant Rev.*, **37**: 127-156.
- Gregory PJ. 2006. *Plant Roots: Growth, Function and Interactions with the Soil*. Blackwell Publ: Oxford.
- Harivel A, Bellefontaine R, Boly O. 2006. Aptitude à la multiplication végétative de huit espèces forestières d'intérêts au Burkina. *Bois For. Trop.*, **288**: 39-50.
- Hodge A, Berta G, Doussan C, Merchan F, Crespi M. 2009. Plant root growth, architecture and function. *Plant & Soil*, **321**: 153-187.
- Ingram PA, Malamy JE. 2010. Root system architecture. In *Advances in Botanical Research*, Kader JC, Delseny M (eds). Acad. Press: London; 76-117.
- Kindt R, Kalinganire A, Larwanou M, Belem M, Dakouo JM, Bayala J, Kaire M. 2008. Species accumulation within land use and tree diameter categories in Burkina Faso, Mali, Niger and Senegal. *Biodiv. Conserv.*, **17**: 1883-1905.
- Kleinschroth F, Schoning C, Kung'u JB, Kowarik I, Cierjacks A. 2013. Regeneration of the East African timber tree *Ocoteausambarensis* in relation to historical logging. *For. Ecol. Manag.*, **291**: 396-403.
- Lalonde S, Wipf D, Frommer WB. 2004. Transport mechanisms for organic form



- of carbon and nitrogen between source and sink. *Ann. Rev. Plant Biol.*, **55**: 341-372.
- Malamy JE. 2009. Lateral root formation. *Ann. Plant Rev.*, **37**: 83-126.
- Meunier Q, Bellefontaine R, Boffa JM. 2006. Le drageonnage pour la régénération d'espèces médicinales en Afrique tropicale : cas du *Spathodea campanulata* en Ouganda. *VertigO*, **7**(2): URL : <http://vertigo.revues.org/2345>
- Meunier Q, Bellefontaine R, Monteuis O. 2008. La multiplication végétative d'arbres et arbustes médicinaux au bénéfice des communautés rurales d'Ouganda. *Bois For. Trop.*, **295**: 71-82.
- Noubissie-Tchiagam JB, Ndzie JP, Bellefontaine R, Mapongmetsem PM. 2011. Multiplication végétative de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex. A. Rich. et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. au nord du Cameroun. *Fruits*, **66**(5): 327-341.
- Ouedraogo A, Thiombiano A. 2012. Regeneration pattern of four threatened tree species in sudanian savannas of Burkina Faso. *Agrofor. Syst.*, **86**(1): 35-48.
- Sop TK, Oldeland J, Bognounou F, Schmiedel U, Thiombiano A. 2012. Ethnobotanical knowledge and valuation of woody plants species: a comparative analysis of three ethnic groups from the sub-Sahel of Burkina Faso. *Envir. Dev. & Sustain.*, **14**: 627-649.
- Stokes A, Atger C, Bengouugh AG, Fourcaud T, Sidle RC. 2009. Desirable plant root traits for protecting natural and engineered slopes against landslides. *Plant & Soil*, **324**: 1-30.

