

Cet article se trouve sur le site de Vertigo à l'adresse suivante <https://vertigo.revues.org/16516>

POUR CITER CET ARTICLE

R. Bellefontaine, Quentin Meunier, Ichaou Aboubacar et Hervé Le Bouler, « Multiplication végétative à faible coût au profit des paysans et éleveurs des zones tropicales et méditerranéennes », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Regards / Terrain, 2015, mis en ligne le 05 octobre 2015, consulté le 20 décembre 2015. URL : <http://vertigo.revues.org/16516> ; DOI : 10.4000/vertigo.16516

XX

Multiplication végétative à faible coût au profit des paysans et éleveurs des zones tropicales et méditerranéennes

R. Bellefontaine, Quentin Meunier, Ichaou Aboubacar et Hervé Le Bouler

RÉSUMÉ

Les diverses techniques de multiplication végétative à faible coût (MVfc) sont utiles pour les populations pauvres des zones tropicales et méditerranéennes qui veulent reproduire à l'identique un arbre sélectionné pour ses usages multiples (fruitier, fourrager, pour la pharmacopée, etc.), pour la réalisation de vergers, haies, brise-vent et parcs agroforestiers dans leurs champs. Ce sont des techniques très aisément reproductibles, qui n'exigent ni intrants coûteux, ni connaissances particulières, ni longue formation. Par rapport aux semis, la MVfc met à la disposition des agroforestiers et des populations rurales des plants à croissance plus rapide et à maturité plus précoce, ce qui raccourcit le retour sur investissement. Les populations rurales y sont très sensibles, notamment pour les espèces dioïques. Toutefois, les diverses techniques de la MVfc demeurent largement sous-utilisées en Afrique. Les avantages de ces techniques peu onéreuses, telles que l'induction de drageons, le bouturage de segments de racines, le marcottage terrestre ou aérien sont présentés dans cet article de synthèse.

Mots-clés :

[multiplication végétative](#), [zones tropicales](#), [méditerranéennes](#), [drageons](#), [induction](#), [bouturage](#), [segments racinaires](#), [marcottage terrestre](#), [marcottage aérien](#)

Keywords :

[vegetative propagation](#), [tropical](#), [Mediterranean](#), [zones root suckers](#), [induction](#), [root cutting](#), [cutting](#), [terrestrial marcotting](#), [air layering](#)

PLAN

[Introduction](#)

[Définitions](#)

[Techniques de multiplication végétative à faible coût \(MVfc\)](#)

[Les avantages de la multiplication végétative à faible coût \(MVfc\)](#)

[Conclusion](#)

Introduction

Depuis le début du XXe siècle plus spécialement, la dégradation des forêts tropicales tant en surface qu'en densité conduit à une énorme perte de la biodiversité végétale et animale. La dégradation des sols s'accélère dans le monde (Bernoud **et al.**, 2013) et la désertification ne sévit pas seulement que dans les régions semi-arides, mais aussi et localement dans les domaines sub-guinéen et centrafricain. Le fractionnement des peuplements et espaces forestiers et le changement climatique vont interférer sur la survie de certaines espèces ligneuses (Ouedraogo **et al.**, 2006). Pour lutter contre la dégradation des espaces forestiers et des sols et pour réhabiliter les terres dégradées, il faut :

1. sensibiliser les utilisateurs de ces terres par une approche participative agrosylvopastorale ;
2. mettre en place un programme de restauration des sols basé sur des semis ou jeunes plants « tout venant » ou mieux, sur la domestication de certaines espèces à usages multiples les plus utiles et acceptant ces conditions dégradées ;
3. s'assurer que les marchés locaux pourront absorber et commercialiser les produits agroforestiers.

Si depuis une trentaine d'années, les forestiers des régions tropicales ont accumulé une masse considérable d'informations en ce qui concerne la germination, les prétraitements et la conservation des graines forestières, il reste néanmoins que l'ensemencement naturel des ligneux est perturbé par les conditions climatiques, le feu, le surpâturage, ce qui induit une croissance aléatoire ou lente dans le meilleur des cas. Les mises en défens après exploitation sont longues - et trop souvent non respectées - dans le cas d'un mode de régénération de la forêt basé sur le semis naturel ou le semis artificiel direct. Des graines de bonne qualité sont indispensables (Bellefontaine et Yaméogo-Gaméné, 1999) pour mener à bien les projets de régénération naturelle assistée comme au Niger dans les régions de Maradi et d'Aguié où l'implication des populations locales est assurée (Reij et Botoni, 2009 ; Reij, 2009 ; Larwanou **et al.**, 2006).

Par ailleurs, en Afrique de l'Ouest, certaines espèces ligneuses posent des problèmes en pépinière (Le Bouler *et al.*, 2013), car elles perdent rapidement leur pouvoir germinatif et développent une racine pivotante très puissante, alors que leur accroissement aérien est faible. C'est le cas de **Isobertia doka** qui de plus dissémine ses graines si tardivement qu'elles ne peuvent être semées qu'au mois de juillet, alors que la saison des pluies est très largement entamée. Il en va de même pour **Daniellia oliveri** qui ne peut être que très rarement élevée en pépinière. Or ces espèces, **D. oliveri** tout comme **I. doka**, disposent d'un potentiel drageonnant très important (Bellefontaine, 2005) à exploiter. L'induction du drageonnage par sectionnement de racines traçantes est une méthode qui peut venir en aide aux populations rurales désireuses d'obtenir des ligneux à usages multiples qu'ils ne peuvent acheter dans les pépinières (Diowo *et al.*, 2015 ; Noubissié-Tchiagam *et al.*, 2011 ; Belem *et al.*, 2008 ; Meunier *et al.*, 2008 ; Meunier *et al.*, 2006 ; Harivel *et al.*, 2006).

Si la reproduction sexuée est vitale pour assurer la variabilité génétique et pour permettre aux ligneux (arbres, arbrisseaux, arbustes, buissons, **etc.**) de s'adapter aux changements environnementaux notamment dans les zones semi-arides, la reproduction sexuée et la multiplication asexuée (ou végétative) sont indissociables et doivent être toutes les deux favorisées par les forestiers et les paysans, car la seule reproduction par graines ne parvient généralement pas à maintenir une densité suffisante de ligneux. En effet, les très jeunes plants issus généralement des cohortes de semis naturels meurent en très grand nombre au courant des longues saisons sèches durant les trois premières années, ou à cause des feux, et/ou du surpâturage (Ouedraogo et Thiombiano, 2012 ; Bationo *et al.*, 2005). L'augmentation du cheptel dans certaines régions a comme conséquence la mutilation régulière des ligneux de toute taille, ce qui réduit leur production de graines, leur vitalité et les condamne à plus ou moins brève échéance.

Catinot (1994) estime qu'en Afrique tropicale de l'hémisphère Nord, lorsqu'un visiteur suit un axe sud-nord, la régénération par graines, dominante, cède la place à une régénération presque exclusivement par rejets (de souche), par drageons (de racines) ou par marcottes (de rejets dominés et branches traînantes), au fur et à mesure que la siccité du sol augmente. En effet, si on traverse successivement les zones guinéennes, soudano-guinéennes, soudano-sahéliennes et sahéliennes, on passe de la forêt dense humide puis sèche à la forêt claire, puis à la savane, à la steppe et aux sables du désert avec une végétation devenant rare et concentrée dans les lits de fleuves des cours d'eau fossiles ou temporaires. À la limite de leur aire latitudinale ou altitudinale, les espèces ligneuses diminuent progressivement le recours à la reproduction séminale et adoptent un ou des processus de multiplication végétative. Ce fait se confirme par les travaux de Kammesheidt (1999) au Paraguay et au Venezuela, de Vieira *et al.* (2006) au Brésil, de Munkert (2009) en Afrique du Sud, de Mostacedo *et al.* (2009) en Bolivie, de Kleinschroth *et al.* 2013 sur le mont Kenya entre 1700 et 2500 m d'altitude, et par ceux de bien d'autres auteurs dans les forêts tropicales sèches, les savanes et les zones montagneuses. Les processus de la reproduction sexuée notamment la floraison, la nouaison et la fructification se raréfient à mesure que les conditions ambiantes deviennent plus défavorables : basses températures en altitude ou en latitude nord et sud, sécheresse accentuée plus l'espèce approche les zones désertiques, raccourcissement de la période de végétation.

Pour assurer leur régénération dans certains milieux marginaux, les ligneux ont besoin de mécanismes performants de dissémination de leurs graines et de diverses possibilités de régénération « sur place » (rejets de souche, rejets basaux, rejets de collet, réitérats, tubercules ligneux) et de multiplication végétative « à quelques distances de l'arbre-mère » (marcottes terrestres, boutures de fragments de branches tombés sur des sédiments frais, drageons). Ce fait ne peut plus être mis en doute.

Définitions

La multiplication végétative (MV ou M. asexuée) est un mode de régénération et de dissémination d'un végétal par multiplication sans intervention de la sexualité, à partir de certains de ses tissus ou organes. La MV produit des individus génétiquement identiques ¹ à la plante-mère (Hartmann *et al.*, 1997). Ainsi depuis des millénaires, sauf durant de rares années très exceptionnelles, **Populus tremuloides** se multiplie presque exclusivement par drageonnage (Snedden *et al.*, 2010 ; Schier et Zasada, 1973). Il forme une population clonale composée de plusieurs genets, issus de graines qui ont germé pendant les années favorables. Elle s'étend parfois sur plusieurs centaines d'ha (De Woody *et al.*, 2008) et comporte de très nombreux troncs [= les ramets : ce sont les modules d'un genet qui peuvent être encore connectés - c'est-à-dire non-affranchis - au genet par leurs racines ou être devenus indépendants par auto-sevrage]. Dans le cas de populations clonales âgées de milliers d'années, le genet originel a bien entendu disparu, mais les ramets successifs le perpétuent à l'identique. La distinction entre « ortet » et genet repose généralement sur des techniques de génotypage. Le terme « ortet », désignant un individu ancestral d'autres individus, est surtout employé par les multiplicateurs et forestiers qui se basent en forêt sur le phénotype pour sélectionner un arbre + (arbre-mère), sans toujours tenir compte du génotype. Sur le terrain, au moment de la sélection, l'ortet ou tête de clone (= arbre + ou arbre-mère sélectionné) est présent et dans ce cas bien vivant. Dans une forêt, une jachère ou un champ, lorsque le programme de sélection d'arbres + d'une espèce est débuté, on identifie des têtes de clone (TC1, TC2, **etc.**) qu'on va multiplier artificiellement. Dans ce but, on prélève ou on induit des ramets qui vont s'enraciner en quelques semaines et finalement produire plusieurs copies d'un même génotype ou clone. En fonction de la technique de MV utilisée, ces ramets prendront le nom de boutures de fragments de tige ou de branche (BFB), de boutures de segments de racine (BSR), de drageons (issus de racines superficielles), de marcottes aériennes (MA), de marcottes naturelles terrestres (MT), de greffons, **etc.** Lors d'un test comparatif entre plusieurs clones provenant de différentes têtes de clone, on peut sélectionner la meilleure variété clonale qui portera un nom commercial et l'on pourra ensuite la multiplier et la cultiver de manière industrielle (cultivar). Un clone végétal est un individu ou un ensemble d'individus issus d'un unique individu par voie de MV, donc sans recours à la voie sexuée.

Les chercheurs anglophones utilisent préférentiellement le terme « **propagation** ». Cependant en français, multiplication et propagation ne sont pas identiques. Il existe plusieurs définitions pour la multiplication végétative. Nous retiendrons celle de Marouf (2000) :

« production d'individus nouveaux par multiplication indépendamment des organes sexuels (sans production de gamètes), par le développement d'organes végétatifs pouvant se détacher de l'organisme parental donnant des individus-fils génétiquement identiques à la plante-mère et formant ce que l'on appelle un clone. La MV ne fait pas intervenir la méiose, mais un autre processus très strict de division cellulaire, sans remaniement du nombre de chromosomes : la mitose ».

La MV est souvent très improprement appelée reproduction asexuée. Dans un domaine lexical un peu flou, pour éviter tous risques de confusion, nous adopterons dans cet article de synthèse les termes suivants :

- régénération qui englobera ici la reproduction sexuée et la multiplication végétative (ou asexuée) ;
- reproduction pour la reproduction sexuée (pollinisation, dissémination des graines, **etc.**) ;
- multiplication pour les techniques et processus de régénération asexuée (ou végétative).

¹ De la variabilité génétique à très faible fréquence et intensité est cependant possible.

La MV naturelle (due aux tornades, animaux, feux de brousse, **etc.**) est un mode de régénération d'un ligneux par multiplication par totipotence, à partir de certains de ses tissus ou organes : rejets de souche, rejets basaux, gourmands, réitérats, tubercules ligneux, drageons, marcottes terrestres de branches en contact avec le sol, boutures de fragments de branches tombés sur des sédiments frais ou emportées par une crue (Chong **et al.**, 2013 ; Eusemann, 2010 ; Del Tredici, 2001). La MV artificielle (due à l'homme) recourt à l'enracinement d'axes aériens pour le marcottage aérien, à l'induction de drageons par blessures des racines superficielles, au bouturage de segments de racine, au greffage, **etc.** (Drenou, 2014 ; Zida **et al.**, 2014 ; Zouggar, 2008 ; Ricez, 2008 ; Meunier **et al.**, 2006, 2008 ; Bellefontaine, 2005). Ces techniques anciennes, peu utilisées de nos jours dans les pays développés, détrônées par la culture **in vitro** et l'embryogenèse somatique, sont souvent largement méconnues par les jeunes collègues forestiers africains, à l'exception des boutures de fragments de branche (Bellefontaine **et al.**, 2013-b ; Asaah **et al.**, 2012 ; Mapongmetsem **et al.**, 2012 ; Avana Tchamdjou, 2006) et des rejets de souche (Bond et Midgley, 2003 ; Del Tredici, 2001).

Techniques de multiplication végétative à faible coût (MVfc)

La MVfc fait appel à des techniques économiques, rustiques et simples à expliquer aux populations rurales. La culture **in vitro**, l'embryogenèse somatique, la cryoconservation de tissus méristématiques, **etc.**, ne seront pas étudiées ici, car elles nécessitent des investissements conséquents, une formation très poussée, un très grand soin pour éviter les contaminations. Elles ne sont pas toujours à la portée des paysans et agroforestiers de pays en développement.

La MVfc regroupe principalement :

- le drageonnage (naturel ou son induction artificielle),
- le bouturage de segments de racines (qui est proche du drageonnage),
- le bouturage de fragments aériens (de tiges, de branches, ou rejets de souche/collet),
- le marcottage terrestre (par simple contact avec le sol ou provoqué),
- le marcottage aérien.

En ce qui concerne le drageonnage, les définitions sont nombreuses. Certains se basent sur la morphologie, d'autres sur l'anatomie. Dès que l'on parle de « souche » ou de « collet », rien n'est clair pour les botanistes et forestiers. Anatomiquement, il n'y a aucune ambiguïté entre une racine et une branche. Cependant beaucoup de forestiers confondent les termes décrits ci-après. Le rhizome (souterrain) est une structure caulinaire (tige) avec des nœuds et des entre-nœuds. Il en va de même pour le stolon. Les rejets végétatifs à partir de stolons (Charles-Dominique, 2011 ; Gillison **et al.**, 1980) et de rhizomes (Lacey et Johnston, 1990 ; Gillison **et al.**, 1980 ; Lacey, 1974) diffèrent des drageons. Ainsi, il convient d'insister sur cette caractéristique morphologique et botanique évidente : les drageons naissent sur des racines. Ils ne devraient pas être en principe, confondus avec des rejets qui naissent à la base d'un tronc non recépé (rejets basaux), sur le tronc (gourmands), sur la souche (rejets de souche et rejets de collet). Le cas des tubercules ligneux naissant sur une plateforme souterraine sous le tronc est plus complexe et associé aux arbres géoxyliques (Maurin **et al.**, 2014 ; Drenou, 2014 ; Thunström, 2012 ; Turner **et al.**, 2009 ; Larher, 2003 ; Cruz **et al.**, 2003 ; Moreno **et al.**, 1997 ; Bellefontaine 1997, 2005 ; Del Tredici 1995, 2001 ; Lacey, 1983 ; White, 1976). Une définition simple et générale avait été retenue en mai 2001 : « **Le drageon est une tige naissant sur une racine déjà établie, que la racine soit dans ou hors du sol (encore connectée à la souche ou non)** » (Bellefontaine **et al.**, 2002).

L'induction artificielle de drageons est la technique la plus simple et la moins onéreuse de MVfc. Il suffit de sectionner, généralement à la fin de la saison sèche, les racines superficielles des espèces drageonnantes (Diowo Mukumary **et al.**, 2015 ; Bognougnou **et al.**, 2009 ; Belem **et al.**, 2008 ; Meunier **et al.**, 2006, 2007, 2008 ; Wakeling et Bond, 2007 ; Dourma **et al.**, 2006 ; Harivel **et al.**, 2006 ; Bellefontaine, 2005 ; Jacq **et al.**, 2004). La formation des populations rurales à cette technique est excessivement courte et n'importe qui peut régénérer des ligneux à usages multiples que ce soit pour la pharmacopée, les fruits, le fourrage, **etc.**

Le bouturage consiste à prélever et à faire germer une bouture qui est : soit un fragment de tige, de rameau, de branche (BFB), soit un segment de racine (BSR) ou une feuille entière (par exemple les « raquettes » des **Opuntia ficus indica**, autres cactus, bégonia, **etc.**). Si les BFB ou BSR sont prélevées sur du matériel végétal jeune, elles reproduisent à l'identique la plante-mère sélectionnée (Hartmann **et al.**, 1997). La séparation doit être effective entre le fragment d'axe ou de racine et la plante-mère avant tout phénomène de néoformation de racines adventives et de feuilles nécessaires à la régénération de ce clone. La BFB est naturelle lorsqu'un animal ou une tornade casse un axe aérien ; si les conditions le permettent, ces fragments tombés sur le sol s'enracinent. Le cas est assez fréquent le long des ripisylves (Chong **et al.**, 2013 ; Eusemann, 2010) en forêt tropicale humide, voire en zones plus sèches (figure 1).

Figure 1. Au Niger, une branche de 10-15 cm de diamètre, oubliée par des bûcherons, s'est enracinée à Tambacounda, village qui reçoit annuellement 200 à 250 mm de pluies réparties entre les mois de juin et septembre.



Crédits : photo de A. Ichaou.

La BFB artificielle (réalisée par l'homme) est généralement très bien documentée dans la bibliographie internationale. Les essais de BFB ont été réalisés en Afrique sur des espèces à usages multiples (Meunier *et al.*, 2006, 2008 ; Avana Tchamdjou, 2006 ;) avec des succès variables, mais en Afrique, à l'exception du Congo et de l'Afrique du Sud, peu de pays peuvent se targuer d'avoir produit de façon industrielle des boutures ligneuses ou semi-ligneuses (sauf pour certains fruitiers). Au contraire, le constat de beaucoup d'essais fait remonter généralement un assez faible pourcentage de réussite, dû à des techniques mal dominées (Ricez, 2008 ; Zouggar, 2008) ou à des tissus végétaux inappropriés (Hartmann *et al.*, 1997 ; Franclot *et al.*, 1987), par exemple des BFB prélevées sur de vieux arbres ou testées en dehors de la saison la plus propice avec un emploi peu orthodoxe d'hormones, *etc.*

Les BSR (boutures de segments de racine) sont prélevées après excavation partielle de racines superficielles d'un arbre-mère sain qui a une aptitude reconnue au drageonnage. Ces BSR mesurent de 5 à 15 cm de long pour un diamètre de 2 à 4 cm en général, selon les espèces et les climats [Stenvall *et al.* (2006) utilisent en serre en Finlande des BSR de 2 à 10 mm]. La mise en place des BSR directement dans les champs ou dans un propagateur rustique (Figure 2) s'effectue en Afrique [2](#) juste après leur prélèvement afin d'éviter tout dessèchement des tissus. La polarité initiale de la racine doit être respectée. Les BSR sont encore utilisées pour diverses espèces dans les pays développés (Kielse *et al.*, 2013 ; Barnes, 2013 ; Vieira *et al.*, 2013 ; Snedden *et al.*, 2010 ; Beyl, 2008 ; Stenvall *et al.*, 2004, 2005, 2006, 2009 ; Ruchala, 2002 ; Schier et Zasada, 1973), mais il est très peu pratiqué encore en Afrique, sauf exception (Ky Dembélé *et al.*, 2010 ; Meunier *et al.*, 2006, 2008 ; Nsibiet *et al.*, 2003). Elles mériteraient d'être vulgarisées en Afrique pour les ligneux difficiles à multiplier (Bellefontaine *et al.*, 2013-a), car ce type de bouturage est, après l'induction artificielle du drageonnage, la méthode la plus simple, la moins onéreuse et celle qui exige le moins de formation des populations rurales et d'outils pour multiplier des ligneux sélectionnés.

Figure 2. Deux types de propagateur à faible coût.



Crédits : photo de Q. Meunier.

Cette technique à très faible coût permet aux ruraux de sélectionner les espèces, voire même certains clones remarquables, pour leurs propres besoins ou de sauvegarder des espèces en voie de disparition imminente [3](#). Confronté à de sérieux problèmes de vieillissement du parc de pieds-mères de merisier (*Prunus avium*), l'INRA a surmonté la difficulté en utilisant des BSR (Le Boulter *et al.*, 2000).

Le marcottage est une technique de MV peu coûteuse de la tête de clone sélectionnée qui permet le développement de racines sur une tige ou une branche. Une marcotte terrestre (MT) naturelle est issue de la néoformation de racines à partir de tiges courbées ou de branches qui sont en contact avec le sol et encore reliées à l'arbre-mère. Selon Noubissi-Tchiagam et Bellefontaine (2005), les MT proviennent généralement en Afrique :

1. de chablis couchés sur le sol à la suite d'une tornade, ou de rejets de souche dominés de branches basses plagiotropes recouverts par des sédiments ;
2. de branches qui durant la saison des pluies se courbent, sans traumatisme extérieur, simplement sous le poids de leurs feuilles mouillées ;
3. de la cassure partielle, accidentelle ou non, de rameaux encore reliés à la branche-mère ou au tronc par un lambeau d'écorce et dont la partie distale est en contact avec le sol. Ceci est provoqué par la "coupe en parapluie" réalisée par certains éleveurs des zones arides et semi-arides, qui mettent ainsi du fourrage frais à la disposition de leur bétail ;
4. de certaines branches même de très faible diamètre (1 cm) (Figure 3) ou au contraire de troncs de diamètre exploitable délaissés ou oubliés après abattage par l'exploitant sur le sol lors de la saison des pluies (Figure 1). Il s'agit là d'une réitération, souvent observée et décrite en forêt tropicale humide (Hallé, 2005).

[2](#) Dans les régions tempérées et boréales, les BSR récoltées à l'automne peuvent être placées quelques mois dans une chambre froide en attendant le printemps.

[3](#) *Elliottia racemosa* est un petit arbre natif de l'État de Géorgie (USA). Dans les années 1960, il était considéré comme très menacé. Deux individus subsistaient dans le Maryland dont un fut envoyé à l'arboretum Arnold dans le Massachusetts. Les racines qui avaient été coupées lors de l'excavation du plant sont restées volontairement apparentes au fond du trou non rebouché. Un an après l'excavation, 18 plants ont été récoltés au fond du trou. Il s'agit en fait de drageons ! Entre-temps, les essais de BFB ne donnaient aucun résultat, même avec l'emploi d'hormones favorisant la rhizogenèse. Fort de cette conclusion obtenue au Maryland, il fut décidé de prélever durant la période de dormance des « root sections » (BSR) d'environ 1 cm de diamètre et 10-13 cm de long qui ont été mis en terre le 24 mars et ont donné de multiples pousses feuillées dès le 19 mai (Fordham, 1969).

Figure 3. Cette jeune branche au contact avec le sol durant la saison des pluies a formé un enracinement à Tambacounda ($p = 200$ à 250 mm/an).



Crédits : photo de A. Ichaou.

Dans les zones tempérées et boréales, les gymnospermes et une part importante de feuillus peuvent en général se régénérer en néoformant des racines adventives à partir de rameaux qui touchent le sol sous le poids de leurs fruits, de la neige ou du gel (Bationo **et al.** 2005). En montagne, sur des pentes fortes et sous tous les climats, les branches en contact avec l'humus, situées en amont de la pente, s'enracinent. Les marcottes terrestres artificielles sont produites par l'homme souvent par buttage (Bellefontaine, 2005).

Le marcottage aérien artificiel vise à faire produire des racines sur un organe aérien d'une plante (tiges ou branches). La marcotte aérienne (MA) s'obtient aisément par annélation de l'écorce sur 7 à 10 cm de long, pose d'un manchon hermétique contenant un substrat adéquat (Figure 4), maintien du manchon à une humidité optimale pendant la meilleure saison (Bellefontaine **et al.**, 2013-c ; Meunier **et al.**, 2006, 2008). Les MT et MA permettent la multiplication à l'identique et une entrée en production fruitière accélérée (surtout pour les ligneux) par rapport aux semis (Meunier **et al.**, 2008).

Figure 4. Après avoir retiré le manchon de plastique, on aperçoit les racines adventives transperçant le substrat de sphaigne de cette marcotte aérienne réalisée sur *Argania spinosa* (Maroc).



Crédits : photo de R. Bellefontaine.

Les avantages de la multiplication végétative à faible coût (MVfc)

La MV a pour objectif principal de multiplier des arbres + et produire à partir de têtes de clone des copies en nombre suffisant, mais cependant avec suffisamment de clones pour éviter les phénomènes présents et futurs de dépression due à l'auto-consanguinité, d'incompatibilité phénologique, d'hybridation forcée.

La multiplication végétative à faible coût (MVfc), pour toutes les zones (du semi-aride à l'humide), des pays en développement est un outil favorisant la domestication des arbres + d'espèces ligneuses à usages multiples que le paysan ou l'éleveur connaît et souhaite multiplier dans ses champs (Meunier **et al.**, 2006, 2008 ; Bellefontaine, 2005). La MVfc permet de multiplier en petit nombre les meilleurs ortets. Ces derniers élevés sous un chassis rustique ou propagateur pourront à leur tour produire des ramets qui, enracinés,

seront mis en place dans de petites parcelles (vergers ou haies et brise-vent). Il est évident pour un paysan que la protection de ses terres est fondamentale pour lui. Certaines sociétés africaines l'ont bien compris et ont développé les parcs agrosylvopastoraux. Dans ces parcs et dans les jachères notamment, la MVfc est attractive sur le plan socio-économique du fait des techniques utilisées, rustiques et à très faible coût, des bases simples et rudimentaires pouvant être acquises par les populations rurales en quelques heures de formation.

Tout comme la MV, les diverses techniques de MVfc mettent à la disposition des agroforestiers et des populations rurales des plants à croissance plus rapide que ceux obtenus par semis, au moins pendant les premières années réduisant ainsi les coûts de désherbage et d'entretien. Comparée à ces derniers, la MVfc permet de réduire le temps pour atteindre la maturité, ce qui raccourcit le fossé de retour sur investissement. Les populations rurales y sont très sensibles, notamment pour les espèces dioïques. Pour ces dernières, les fleurs mâles et femelles sont portées par des individus distincts, mais elles n'apparaissent qu'après 5 à 20 ans de plantation selon les espèces. Les plants femelles d'ailé (*Canarium Schweinfurthii*) sont donc majoritairement recherchés dans les plantations fruitières (Noubissié-Tchiagam *et al.*, 2011 ; Njoukam et Peltier, 2002). Harfouche *et al.* (2012) proposent d'utiliser en pépinière, voire au stade de graines, des marqueurs moléculaires pour identifier précocement le sexe et permettre ainsi un important gain économique en production fruitière.

Pour tous les ligneux, la MVfc permet de réduire de plusieurs années le délai avant la première fructification si on le compare au délai pour un ligneux issu d'un semis (Hartmann *et al.*, 1997). Aumeeruddy et Pinglo (1991) signalent que diverses techniques permettent d'agir sur la date de la première récolte : les greffes, les soudures d'arbres et le marcottage, ainsi que des entailles et blessures. En Indonésie, le Langsat (*Lansium domesticum*) ne fructifie que 10 à 15 ans après la germination, mais le marcottage aérien permet d'obtenir un arbre qui fructifie dès la première année et les fructifications deviennent très régulières dès la 4e ou 5e année (Aumeeruddy et Pinglo, 1989).

Les plants issus de la MVfc assurent par leur enracinement et par leur feuillage très tôt après leur mise en place une protection des sols contre l'érosion, le vent, les tempêtes. Dans les pays semi-arides, les taches de drageonnage constituent un obstacle aux vents et un piège pour les graines de toutes espèces, améliorent la structure du sol en surface et en profondeur, augmentent l'infiltration des pluies, minimisent les risques d'inondation, utilisent l'eau profonde du sol pour la production de biomasse durant la saison sèche, réduisent l'évaporation et les variations de température du sol, contrôlent les adventices, créent un environnement favorable au développement de l'activité micro-biologique, accroissent le taux de matière organique du sol, régénèrent la fertilité, fournissent des éléments nutritifs aux plantes-nurses, des aliments aux populations humaines, du fourrage pour le bétail, recyclent des nutriments lixiviés, particulièrement les nitrates et les bases, mobilisent les éléments peu assimilables comme le phosphore sur sols acides, réduisent l'agriculture itinérante et la déforestation, permettent la séquestration du carbone et la réduction de l'effet de serre (Bellefontaine *et al.*, 1999). Si les taches de drageonnage et autres plants issus de la MV sont des légumineuses ligneuses ou des ligneux actinorhiziens, la fixation d'azote atmosphérique est maximisée et peut permettre la récupération des sols marginaux à l'abandon du fait de leur très faible fertilité naturelle.

Les arbres âgés perdent d'une part leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, d'où l'intérêt de les rajeunir par drageons interposés : « à partir d'un certain âge, variable suivant les conditions du milieu et le type d'écosystème, l'activité fixatrice de N₂ peut diminuer très sensiblement ou même s'annuler » (Dommergues *et al.*, 1999). Les multiplicateurs forestiers cherchent les diverses formes des ligneux ayant des caractéristiques juvéniles et possédant par conséquent de grandes possibilités d'enracinement. Les drageons et les marcottes constituent de ce point de vue un matériel très favorable (Charles-Dominique *et al.*, 2012 ; Del Tredici, 2001 ; Hartmann *et al.*, 1997 ; Clair-Maczulatys, 1985, 1986).

L'avantage de posséder un système racinaire bien établi, capable de produire de nombreux drageons, est un moyen naturel et artificiel de reforestation dans l'ouest des États-Unis. À l'inverse des graines, les drageons (par exemple de *Populus tremuloides*) ne nécessitent pas de bonnes années de production ou de conditions microclimatiques strictes. Ils peuvent être produits en abondance et à coût économique plus faible que les plants issus de pépinières (Schier *et al.*, 1985).

Par rapport aux rejets de souche qui ont la réputation d'épuiser la souche, les drageons prennent naissance dans le sol et en cas de blessure, la racine n'est que très partiellement mise à nu (labour, rongeurs, phacochères, *etc.*). Les drageons (et les marcottes terrestres partiellement) jouissent donc d'un milieu plus abrité que les rejets de souche, ce qui peut leur permettre de constituer un système racinaire individuel. De plus, ils peuvent s'étendre territorialement et densifier la couverture végétale au moindre coût (Bellefontaine et Malagnoux, 2008 ; Bellefontaine *et al.*, 1999 ; Bellefontaine, 1997).

Par la MVfc, les propriétés génotypiques sont fidèlement reproduites, propriété capitale pour les producteurs de fruits. Il en va de même pour la propagation de clones à feuillage à haute teneur en matières azotées, car ce fourrage constitue en saison sèche une source alimentaire indispensable pour le bétail. *Faidherbia albida* est un arbre préservé dans les champs par tous les agriculteurs pour ces très nombreux avantages. Il en va de même pour ses drageons qui peuvent couvrir un cercle de 22 mètres autour d'un arbre âgé de 50-60 ans (Karschon, 1976).

La MVfc permettrait à l'évidence d'améliorer les conditions de vie des communautés rurales : maintien des sols, restauration de leur productivité, diminution de l'exode des jeunes, vente de co-produits (bois de feu, fourrage, fruits, pharmacopée). Ce fait est souvent mentionné (Meunier *et al.*, 2006 ; Bationo *et al.*, 2005).

Rares sont les espèces rétives aux diverses méthodes de la MVfc (Meunier *et al.*, 2006, 2008). La MVfc est une technique permettant de ne pas dépendre des pépinières nationales, d'autant que leur réseau dans les régions semi-arides ou éloignées des villes en Afrique est souvent fragmentaire et que le choix d'espèces disponibles est très limité. Les techniques de très nombreux pépiniéristes africains sont désuètes et mériteraient d'être profondément améliorées (Le Bouler *et al.*, 2013). Grâce à la MVfc, le paysan, l'éleveur nomade, le quérisseur traditionnel peuvent alors choisir les ligneux de leur entourage à multiplier. Pour les meilleurs clones (d'arbres fourragers, fruitiers, à propriété médicinale importante), d'ailleurs souvent connus par les pasteurs et les populations sédentaires, il est préférable de les reproduire en petites quantités par MVfc, dans le double but du maintien des caractères génétiques et de la précocité de la production de fruits. De plus, les drageons et les marcottes ne demandent aucun entretien, ni aucun arrosage (donc un gain de temps et d'argent), ni évidemment aucun transport sur de longues distances comme pour les plants. Les coûts de création et d'entretien des pépinières pourraient alors être réduits aux espèces n'ayant aucune aptitude à la MV. Par ailleurs, les techniques utilisées dans la très grande majorité des pépinières en Afrique étant complètement obsolètes (Le Bouler *et al.*, 2013 ; Bellefontaine *et al.*, 2012 ; Bellefontaine *et al.*, 2011), il est urgent de former des pépiniéristes et d'apporter des modifications radicales si l'on souhaite améliorer la survie de ces plants et la production ligneuse. D'autres facteurs empêchent la création de pépinières : quand les espèces ligneuses ont un cycle de régénération long et lent, quand les fruits sont rares du fait de parasites ou de l'existence d'une faune prédatrice, quand le ligneux ne produit pas ou peu de semences fertiles, ou lorsque les graines sont difficiles à conserver (Leakey et Asaah, 2013) ou à récolter. C'est encore vrai lorsque les semences montrent une dormance très profonde (Bellefontaine, 1993) et nécessitent alors pour germer dans la nature une conjonction rare de phénomènes climatiques. Lorsque le nombre d'arbres de la même espèce à l'hectare est peu élevé ou lorsque le sex-ratio est négatif (Barrington, 1988), il faut s'attendre à des décalages phénologiques importants réduisant les possibilités de croisement et désavantageant la fécondation croisée. Dans ce cas, il peut se révéler utile de compléter les connaissances relatives à la MVfc pour les ligneux concernés.

Les graines, si elles parviennent à germer et à s'installer définitivement, contribuent à maintenir une variabilité génétique importante. C'est le principal inconvénient de la MVfc, qui induit une augmentation de la consanguinité, car tous les arbres proches d'un ortet, sont génotypiquement identiques. Des risques de dégénérescence et de pertes de productivité et/ou de résistance à diverses attaques peuvent se produire. Ce n'est pourtant pas le cas de **Populus tremuloides** (De Woody *et al.*, 2008) dans de très grands massifs, ni de divers **Grevillea** (**G. infucunda**, **G. rhizomatosa**, **G. renwickiana**) et **Eucalyptus curtisii** que l'on ne retrouve plus que sur des aires relictuelles minuscules selon James et McDougall (2014), Gross *et al.* (2012), Gross et Caddy (2006), Smith *et al.* 2003, Kimpton *et al.* (2002). Il en va de même pour **Lomatia tasmanica** (Lynch et Balmer, 2004), **Hakea pulverina** (Smith, 2004), **Nothofagus moorei** (Taylor *et al.*, 2005). Tous ces auteurs assurent que ces ligneux se reproduisent uniquement par drageons, sans aucun problème.

Conclusion

Pour rendre la couverture de ligneux plus dense en Afrique de l'Ouest, les forestiers ont opté pendant les années 1970-80 pour des plantations d'espèces exotiques à croissance rapide (**Eucalyptus**, **Gmelina arborea**, *etc.*) et/ou pour un aménagement sous forme de taillis simple basé sur des coupes à blanc et sur les rejets de souche (sans reconnaître l'importance des drageons, marcottes terrestres, tubercules ligneux). Ce type d'aménagement permet temporairement de régénérer l'arbre, tout en augmentant considérablement l'érosion pendant les premières années qui suivent la coupe à blanc. Il a été très vite et unanimement reconnu que les (re)boisements en massif d'espèces exotiques ne pouvaient constituer la voie royale, étant donné leur faible rendement, leur coût et les problèmes socio-économiques qu'ils engendraient. Depuis les années 1980-85, l'agroforesterie a pris le relais en favorisant la préservation des semis et rejets (à cette époque, rares étaient les auteurs distinguant les rejets des drageons et des marcottes terrestres) dans les champs et les jachères. Mais ce mode de régénération par semis naturels se heurte à de nombreux facteurs défavorables : saison sèche très longue, très forte concurrence entre les plantules ligneuses et les herbacées à fort développement, risque de feux de brousse, mise en culture des champs, divagation du bétail et notamment des chèvres après la période des cultures, broutage conduisant à la multicaulie, *etc.*

En Afrique, l'accumulation progressive depuis une trentaine d'années de connaissances relatives à la MVfc devrait mettre fin au mythe - croyance manifestement erronée -, voire au dogme - affirmation présentée comme incontestable sans démonstration rationnelle - préconisant qu'en Afrique, les plantations, la reproduction sexuée et les rejets de souche sont les seules méthodes pour enrichir un écosystème agrosylvopastoral ou pour régénérer un site dégradé. Les sylviculteurs de certaines régions tempérées et boréales ont franchi cet écueil depuis quelques décennies. Dans les pays subtropicaux et spécialement dans les régions semi-arides, la MVfc doit venir relayer ou appuyer la reproduction sexuée.

En plus de la gestion du domaine forestier et de sa protection, les forestiers africains doivent restaurer l'espace forestier surexploité ou réhabiliter les terres érodées. La valorisation du patrimoine ligneux subsistant est le point de départ pour diffuser les espèces à usages multiples par la voie sexuée, mais aussi pour multiplier les meilleurs clones par MVfc. La gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols en Afrique doit reposer sur des solutions simples, économiques et robustes (Roose *et al.*, 2011), privilégiant entre autres les approches biologiques. Parmi ces dernières, la résistance des sols exposés à l'érosion par la colonisation par induction du drageonnage d'espèces ligneuses n'a jamais été testée. Associé à l'étude des micro-organismes symbiotiques, le drageonnage et le marcottage terrestre peuvent se révéler fructueux pour réhabiliter des terrains de parcours surexploités ou pour contribuer à maintenir leur fertilité. Au Sahel, le problème le plus important pour les éleveurs reste celui de la dégradation des sols et des parcours, menacés par la surexploitation et la disparition des meilleures espèces fourragères, dont certaines sont ligneuses. Il est urgent de vulgariser toutes les méthodes qui permettent le maintien de la fertilité des sols en réduisant les pertes en éléments nutritifs et l'érosion des terres. L'utilisation de la MVfc, pour certaines espèces et dans certaines stations et lors de la saison optimale, permettrait de multiplier la densité et le nombre de pieds de ligneux fourragers à l'hectare, dans des proportions raisonnables et en accord avec le potentiel hydrique des sols. Ceci est capital pour les pasteurs et les agro-pasteurs des zones tropicales ou méditerranéennes à longue saison sèche. La pénurie de pâturages accessibles, spécialement durant la saison sèche, conduit malheureusement à donner aux ligneux fourragers une valeur et un rôle croissant dans l'équilibre alimentaire du cheptel nomade.

Dans cette optique particulière, le forestier sahélien ou méditerranéen ne peut en principe que favoriser une coopération réciproque avec les agriculteurs et les éleveurs-pasteurs, notamment durant la période de soudure, au moment où les troupeaux souffrent le plus. En retour, les éleveurs devraient accepter de gérer les ligneux à usages multiples de ces espaces forestiers de manière viable, en se conformant strictement à la capacité de charge moyenne supportable par ces espaces et en adoptant des techniques « d'élagage » moins traumatisantes pour les ligneux, qui subissent souvent un ébranchage très sévère, qui s'assimile plus à un écimage complet, voire un étêtage désastreux. L'érusage est une technique préservant les branches et laissant moins de plaies béantes. Le succès de cette coopération ne dépendra pas uniquement de la composante biologique, pénalisée par le fait que la MVfc des espèces ligneuses n'a été que trop peu étudiée à ce jour. Elle dépendra également de l'approche socio-culturelle, car il est indéniable que la possibilité de revégétaliser certaines terres des zones semi-arides via la MVfc, ne serait-ce que partiellement, ne peut se concevoir sans l'adhésion et la contribution efficace des populations locales. La réputation qu'ont les drageons et marcottes terrestres de constituer un matériel très vigoureux par rapport aux semis, au moins pendant les premières années de leur vie, prône en faveur de leur maintien lors des coupes de régénération. Particulièrement pour le domaine pastoral sahélien, une sylviculture des espèces ligneuses fourragères ou fruitières, fondée sur une exploitation sélective privilégiant les drageons et les marcottes terrestres, sans exclure les autres formes de régénération, semble être une voie à approfondir, afin de limiter l'érosion éolienne et pluviale des terrains de parcours surexploités.

Dans les zones agrosylvopastorales tropicales sèches, les arbres fixateurs d'azote (AFN) qui ont une aptitude à se régénérer végétativement (Bellefontaine, 2005) présentent un avantage indéniable à savoir leur appoint fourrager indispensable à la survie des troupeaux. La teneur en protéines des graminées tropicales est généralement de l'ordre de 5 à 12 %, alors qu'elle est de plus de 20 % chez certains AFN (Dommergues *et al.*, 1999). Leur apport en protéines se révèle vital durant la période de soudure au plus fort de la saison sèche. Mais outre cette caractéristique fondamentale, les AFN ont de nombreux autres avantages :

« Ils satisfont leurs propres besoins en azote, ce qui leur permet de prospérer sur des sols très pauvres en azote (premier facteur limitant après l'eau), (...) et peuvent aussi reconstituer le stock azoté de sols et contribuer à l'approvisionnement en azote des plantes associées ; (...) Ils fournissent un fourrage de haute qualité et servent d'aliments pour l'homme ; (...) Ils contribuent à la décompaction des sols argileux, processus (...) qui résulterait du fait que, lors de l'émondage, les racines fines (et éventuellement les nodules) meurent formant ainsi des canalicules qui favoriseraient l'aération des horizons du sol exploités par les racines ; (...) les racines des arbres restent en principe actives toute l'année et de plus la fixation de N₂ se poursuit bien au-delà de la fin de la saison des pluies » (Dommergues *et al.*, 1999).

Pour accroître les revenus des populations rurales, l'optimisation du développement de rejets, drageons, boutures de segments de racine, marcottes terrestres et aériennes, est importante, car l'agriculteur africain, sa femme et ses enfants connaissent les caractéristiques des arbres + poussant sur leurs parcelles. Ainsi, des clones potentiels sont protégés pour certaines espèces : **Parkia biglobosa**, **Vitellaria paradoxa**, **Argania spinosa**, *etc.* Les méthodes de MVfc permettraient de résoudre partiellement ces problèmes de conservation de clones sélectionnés et favoriseraient la domestication des espèces les plus prisées par les populations (Le Boulter *et al.*, 2013 ; Leakey et Asaah, 2013 ; Bellefontaine, 2010). En Afrique à ce jour, rares sont les ligneux domestiqués. À l'exception des fruitiers commerciaux (agrumes, oliviers, manguiers, *etc.*), des efforts pour étudier la variabilité génétique et la MV sont en cours pour diverses espèces : **A.**

spinosa, Pistacia vera, Ceratonia siliqua en Afrique du Nord et **Adansonia digitata, Ziziphus mauritiana, Balanites aegyptiaca, P. biglobosa, V. paradoxa, Sclerocarya birrea, Tamarindus indica, Ricinodendron heudelotii, Dacryoides edulis, Irvingia gabonensis, I. wombolu, Chrysophyllum albidum, Uapaca kirkiana** au sud du Sahara.

Le drageonnage, son induction par sectionnement de racines superficielles et les diverses formes de marcottage et de bouturage sont des méthodes de MVfc dont on ne peut dorénavant plus sous-estimer l'intérêt. L'objet de cet article de synthèse est d'inciter les chercheurs (africains et d'autres horizons) à s'intéresser à la MVfc. Mieux comprendre les processus de MVfc en fonction des saisons et des espèces permettrait de vulgariser les techniques les plus appropriées à chaque espèce ligneuse aux populations rurales. Les quelques éléments d'observation et d'information rapportés ici incitent à fonder un certain espoir en ce sens.

BIBLIOGRAPHIE

Des DOI (Digital Object Identifier) sont automatiquement ajoutés aux références par Bilbo, l'outil d'annotation bibliographique d'OpenEdition. Les utilisateurs des institutions abonnées à l'un des programmes freemium d'OpenEdition peuvent télécharger les références bibliographiques pour lesquelles Bilbo a trouvé un DOI.

Asaah, E.K., T.N. Wanduku, Z. Tchoundjeu, L. Kouodiekong et P. Van Damme, 2012, Do propagation methods affect the fine root architecture of African plum (*Dacryodes edulis*) ? *Trees*, 26, pp. 1461-1469. DOI : [10.1007/s00468-012-0720-9](https://doi.org/10.1007/s00468-012-0720-9)

Aumeeruddy Y. et F. Pinglo, 1991, Phytopratiques des régions tropicales. Recueil préliminaire de techniques traditionnelles d'amélioration des plantes, Unesco-Programme sur l'Homme et la Biosphère (MAB), Paris et Institut de Botanique, Laboratoire de botanique tropicale, Montpellier, 74 p.

Avana Tchamdjou, M.L., 2006, Domestication de *Prunus africana* (Hook.f.) Kalkam (Rosaceae) : étude de la germination et du bouturage, Thèse, Université de Yaoundé 1, Cameroun, 132 p.

Barnes, H. W. 2013, Root cuttings : a novel approach to producing plants. *Acta Horticulturae*, 1014, pp. 281-283. DOI : [10.17660/ActaHortic.2013.1014.63](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1014.63)

Barring, U., 1988, On the Reproduction of Aspen (*Populus tremula* L.) with Emphasis on Its Suckering Ability. *Scan. J. For. Res*, 3, pp. 229-240. DOI : [10.1080/02827588809382511](https://doi.org/10.1080/02827588809382511)

Bationo, B.A., S. Karim, R. Bellefontaine, M. Saadou, S. Guinko, A. Ichaou et A. Bouhari, 2005, Le marcottage terrestre : une technique économique de régénération de certains ligneux tropicaux. *Sécheresse, revue électronique*, n° 3^E, [En ligne] URL : http://www.secheresse.info/article.php3?id_article=2342

Belem B., J.I. Boussim, R. Bellefontaine et S. Guinko, 2008, Stimulation du drageonnage de *Bombax costatum* Pelegr. et Vuillet par blessures de racines au Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques*, 295, 1, pp. 71-79.

Bellefontaine, R., 1997, Synthèse des espèces des domaines sahélien et soudanien qui se multiplient naturellement par voie végétative, pp. 95-104, dans J.M. d'Herbès, J.M.K. Ambouta et R. Peltier Ed., Actes de l'Atelier « Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens », Niamey nov. 1995, Ed. John Libbey Eurotext, Paris, 274 p.

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 et *Sécheresse électronique* 3^E (2005), [En ligne] URL : http://www.secheresse.info/article.php3?id_article=2344

Bellefontaine, R., 2010, De la domestication à l'amélioration variétale de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) ? *Sécheresse*, 21, 1, pp. 42-53.

Bellefontaine, R. et S. Yameogo-Gaméné, 1999, Prétraitement des graines : quand et comment ?, pp. 155 – 161, A.S. Ouedraogo et J.M. Boffa (Ed.), Actes du premier atelier régional de formation sur la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques en Afrique de l'Ouest, Afrique Centrale et Madagascar, 16-27 mars 1998, "Vers une approche régionale des ressources génétiques forestières en Afrique sub-saharienne", Centre national de semences forestières, Ouagadougou, Burkina Faso et IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute), Rome, 299 p.

Bellefontaine, R., E.A. Nicolini et S. Petit, 1999, Réduction de l'érosion par l'exploitation de l'aptitude à drageonner de certains ligneux des zones tropicales sèches, pp. 342-352, E. Roose (Ed.), Colloque International « L'homme et l'érosion », Cameroun, 9-18 décembre 1999, Bulletin du Réseau Erosion, IRD-CTA, n° 19, 608 p.

Bellefontaine, R., O. Monteuis et C. Edelin, 2002, Propagation végétative naturelle : compte-rendu de la première réunion du 10 mai 2001 au Cirad-forêt (Montpellier), Cirad-forêt (Montpellier) et GEA (Groupe d'étude de l'Arbre), 16 p.

Bellefontaine, R. et M. Malagnoux, 2008, Vegetative Propagation at Low Cost : A Method to Restore Degraded Lands, pp. 417-433, C. Lee and T. Schaaf (Ed.), "The Future of Drylands", International Scientific Conference on Desertification and Drylands Research, Tunis, Tunisia, 19-21 June 2006. Published jointly by UNESCO Publishing, Man and the Biosphere series (Paris) and Springer SBM (Dordrecht), 855 p.

Bellefontaine, R., M. Bernoux, B. Bonnet, A. Cornet, C. Cudennec, P. D'Aquino, I. Droy, R. Escadafal, S. Jauffret, M. Leroy, M. Malagnoux et M. Réquier-Desjardins, 2011, Le projet africain de Grande Muraille Verte : quels conseils les scientifiques peuvent-ils apporter ? Une synthèse de résultats publiés, Montpellier, Comité scientifique français de la désertification (CSFD), [En ligne] URL : http://www.csf-desertification.org/pdf_csf/GMV/dossier-GMV-fr.pdf

- Bellefontaine, R., M. Malagnoux et A. Ichaou, 2012, Techniques forestières et innovations dans les opérations de reboisement, pp. 433-469, dans A. Dia et R. Duponnois (Ed.), « La Grande Muraille Verte. Capitalisation des recherches et valorisation des savoirs locaux », Paris, IRD Editions, 493 p. (+ cd-rom).
- Bellefontaine, R., A. Ferradous, M. Alifriqui, Z. Bouzoubâa, C. Ky-Dembélé, R. Nsibi, H. Le Boulter et Q. Meunier, 2013a, Multiplication végétative d'arganiers par greffes, drageons et boutures de segments racinaires, pp. 379-388, dans INRA-Maroc (Ed.), « Actes du 1^{er} Congrès international de l'Arganier, 2011/12/15-17, Agadir, Maroc, 516 p., [En ligne] URL : <http://www.inra.ma/Docs/actesarganier/arganier379388.pdf>.
- Bellefontaine, R., A. Ferradous, M. Alifriqui, O. Fikari et S. El Mercht, 2013b, Mobilisation de vieux arganiers par bouturage sous nébulisation artificielle, pp. 145-154, dans INRA-Maroc (Ed.), « Actes du 1^{er} Congrès international de l'Arganier, 2011/12/15-17, Agadir, Maroc, 516 p., [En ligne] URL : <http://www.inra.ma/Docs/actesarganier/arganier145154.pdf>.
- Bellefontaine R., Ferradous A., Mokhtari M., Bouiche L., Saibi L., Kenny L., Alifriqui M. et Meunier Q., 2013c. Mobilisation **ex situ** de vieux arganiers par marcottage aérien, pp. 368-378, dans INRA-Maroc (Ed.), « Actes du 1^{er} Congrès international de l'Arganier, 2011/12/15-17, Agadir, Maroc, 516 p., [En ligne] URL : <http://www.inra.ma/Docs/actesarganier/arganier368378.pdf>.
- Bernoux M., Chevallier T., Bégni R., Bellefontaine R., Chassany JP., Choumert G., Cornet A., Escadafal R., Fagot M., Haddock E., Malagnoux M., Réquier-Desjardins et M. Tréboux, 2013. Le carbone des sols dans les régions sèches. Comité scientifique français de la désertification (CSFD), 42 p., [En ligne] URL : <http://www.csf-desertification.org/actualites/item/dossier-csfd-carbone-sols-zones-seches>
- Beyl, C.A., 2008. Adventitious shoot and root formation on leaf and root cuttings, pp. 233-244, dans C.A. Beyl et R.N. Trigiano (Ed.), Plant propagation – Concepts and laboratory exercises), CRC Press, 462 p.
- Bognougnou F., P. Savadogo, A. Thiombiano, M. Tigabu, I.J. Boussim, P.C. Oden et S. Guinko, 2009, Impact of disturbance from roadworks on *Pteleopsis suberosa* regeneration in roadside environments in Burkina Faso, West Africa, Journal of Forestry Research, 20, 4, pp. 355-361.
- Bond W.J. et J.J. Midgley, 2003, The evolutionary ecology of sprouting in woody plants, **Int. J. Plant Sci.** 164 (3-suppl.) : S 103-S 114.
- Catinot, R., 1994, Aménager les savanes boisées africaines - un tel objectif semble désormais à notre portée, **Bois et Forêts des Tropiques**, 241, pp. 53-69.
- Charles-Dominique, T., 2011, Analyse des relations entre plasticité architecturale des buissons et prolifération de leurs populations, Thèse en co-tutelle, Université Montpellier II (France) et Université de Montréal (Canada), 113 p. + ann. (7 p.), Thèse disponible sur HAL [en ligne] URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00663793>
- Chong, C., W. Edwards, R. Pearson et M. Waycott, 2013, Sprouting and genetic structure vary with flood disturbance in the tropical riverine paperbark tree, *Melaleuca leucadendra* (Myrtaceae), American Journal of Botany, 100, 11, pp. 2250-2260. DOI : [10.3732/ajb.1200614](https://doi.org/10.3732/ajb.1200614)
- Clair-Maczulajtys, D., 1985, Quelques aspects de la biologie de *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. Étude de la double stratégie de reproduction par graines et par drageonnement en relation avec les métabolites de réserve. Thèse, Université Paris VII, 441 p. + ann.
- Clair-Maczulajtys, D., 1986, Evolution des réserves glucidiques dans les parties pérennes des drageons de *Ailanthus glandulosa* Desf. (Simarubacées), L'arbre : biologie et développement, Montpellier, 9-14 septembre 1985, Naturalia Monpeliensis, numéro hors série, pp. 523-553.
- Cruz A., B. Pérez et J.M. Moreno, 2003, Resprouting of the Mediterranean-type shrub *Erica australis* with modified lignotuber carbohydrate content, Journal of Ecology, 91, 3, pp. 348-356. DOI : [10.1046/j.1365-2745.2003.00770.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2003.00770.x)
- Del Tredici, P., 1995, Shoots from roots : a horticultural review, *Arnoldia*, 1995, pp. 11-19.
- Del Tredici, P., 2001, Sprouting in Temperate Trees : a Morphological and Ecological Review, *Botanical Review*, 67, 2, pp. 121-140.
- De Woody J., C.A. Rowe, V.D. Hipkins et K.E. Mock, 2008, "Pando" Lives : Molecular Genetic Evidence of a Giant Aspen Clone in Central Utah". *Western North American Naturalist*, 68, 4, pp. 493-497.
- Diowo Mukumary S., P. Proce, E. Dubiez, J.N. Marien, R. Peltier et R. Bellefontaine, 2015, Caractérisation partielle de la régénération naturelle d'*Albizia adianthifolia* sur le plateau Batéké (République Démocratique du Congo) - Note de recherche. *Vertigo*, la revue électronique en sciences de l'environnement, Regards / Terrain, [En ligne] URL : <http://vertigo.revues.org/15446>, DOI : 10.4000/vertigo.15446
- Dommergues Y., E. Duhoux et H.G. Diem, 1999, Les arbres fixateurs d'azote, Paris, ORSTOM et Rome, FAO, Montpellier, Espaces 34, 501 p.
- Dourma M., K.A. Guelly, K. Kokou, K. Batawila, K. Walla, R. Bellefontaine et K. Akpagana, 2006, Multiplication par drageonnage d'*Isobertinia doka* et *I. tomentosa* au sein des formations arborées du Nord-Togo, *Bois et Forêts des Tropiques*, 289, 3, pp. 49-57.
- Drenou, C., 2014, Du gourmand au suppléant... vocabulaire botanique, technique, anthropocentrique ? La Garance voyageuse, mars 2014, pp. 6-11.
- Eusemann, P., 2010, Population genetics and reproduction biology of *Populus euphratica* Oliv. (Salicaceae) at the Tarim River, Xinjiang Province, NW China. Dissertation Dr. Rer. Nat., Universität Greifswald, 104 p., [en ligne] URL : <http://d-nb.info/1004073224/34>
- Fordham, A.J., 1969, *Elliottia racemosa* and its propagation, *Arnoldia*, 29, pp. 17-20.

- Francllet A., M. Boulay, F. Bekkaoui, Y. Fouret, B. Verschoore-Martouzet et N. Walker, 1987, Rejuvenation, chapitre 14, pp. 232-248, dans Bonga J. M. and Durzan D. J. (Ed.), « Cell and tissue culture in forestry, Martinus Nijhoff Publishers and Springer, Netherlands.
- Gillison A.N., C.J. Lacey. et R.H. Benett, 1980, Rhizo-stolons in *Eucalyptus*, Aust. J. Bot., 28, pp. 299-304.
- Gross C. L. et H.A.R. Caddy, 2006, Are differences in breeding mechanisms and fertility among populations contributing to rarity in *Grevillea rhizomatosa* (Proteaceae) ? American Journal of Botany, 93, 12, pp. 1791–1799.
- Gross C. L., P.A. Nelson, A. Haddadchi et M. Fatemi, 2012, Somatic mutations contribute to genotypic diversity in sterile and fertile populations of the threatened shrub, *Grevillea rhizomatosa* (Proteaceae), Annals of Botany, 109, pp. 331–342, [En ligne] URL : <http://www.aob.oxfordjournals.org>, DOI : [10.1093/aob/mcr283](https://doi.org/10.1093/aob/mcr283)
- Hallé, F., 2005, Plaidoyer pour l'arbre, Actes Sud, France, 213 p.
- Harfouche A., R. Meilan, M. Kirst, M. Morgante, W. Boerjan, M. Sabatti et G.S. Mugnozza, 2012, Accelerating the domestication of forest trees in a changing world, Trends in Plant Science, 17, 2, pp. 64-72. DOI : [10.1016/j.tplants.2011.11.005](https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.11.005)
- Harivel, A., R. Bellefontaine et O. Boly, 2006, Aptitude à la multiplication végétative de huit espèces forestières d'intérêt au Burkina Faso, Bois et Forêts des Tropiques, 288, 2, pp. 39-50.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Jr. Davies et R.L. Geneve, 1997, Plant Propagation - Principles and Practices, Prentice Hall Int., INC., 6 ed., 770 p.
- Jacq F., A. Hladik et R. Bellefontaine, 2004, Dynamique d'un arbre introduit à Mayotte, *Litsea glutinosa* (Lauraceae) : une espèce envahissante ? Revue d'Écologie (Terre et Vie), 60, pp. 21-32.
- James E.A. et K.L. McDougall, 2014, Spatial genetic structure reflects extensive clonality, low genotypic diversity and habitat fragmentation in *Grevillea renwickiana* (Proteaceae), a rare, sterile shrub from south-eastern Australia, Annals of Botany, 114, 2, pp. 413-423.
- Kammesheidt, L., 1999, Forest recovery by root suckers and above-ground sprouts after slash-and-burn agriculture, fire and logging in Paraguay and Venezuela, Journal of Tropical Ecology, 15, pp. 143-157. DOI : [10.1017/S0266467499000723](https://doi.org/10.1017/S0266467499000723)
- Karschon, R., 1976, Clonal growth patterns of *Acacia albida* Del. Bulletin of the International Group for Study of Mimosoideae, 4, pp. 28-30.
- Kielse P., D.A. Bisognin, M. Heberle, F.D. Fleig, A. Xavier et M.A. Rauber, 2013, Propagação vegetative de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steudel por estaquia radicular, Revista Arvore, 37, 1, pp. 59-66.
- Kimpton S.K., E.A. James et A.N. Drinnan, 2002, Reproductive biology and genetic marker diversity in *Grevillea infecunda* (Proteaceae), a rare plant with no known seed production. Australian Systematic Botany, 15, 4, pp. 485-492.
- Kleinschroth F., C. Schoning, J.B. Kung'u, I. Kowarik et A. Cierjacks, 2013, Regeneration of the East African timber tree *Ocotea usambarensis* in relation to historical logging, Forest Ecology and Management, 291, pp. 396-403. DOI : [10.1016/j.foreco.2012.11.021](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.11.021)
- Ky-Dembele C., M. Tigabu, J. Bayala, P. Savadogo, I.J. Boussim et P.C. Odén, 2010, Clonal propagation of **Detarium microcarpum** from root cuttings. *Silva Fennica*, 44, 5, pp. 775-787. DOI : [10.14214/sf.452](https://doi.org/10.14214/sf.452)
- Lacey, C.J., 1974, Rhizomes in Tropical Eucalypts and their Role in Recovery from Fire Damage, Aust. J. Bot., 22, pp. 29-38. DOI : [10.1071/BT9740029](https://doi.org/10.1071/BT9740029)
- Lacey, C.J., 1983, Development of large plate-like lignotuber in *Eucalyptus botryoides* Sm. in relation to environment factors, Australian Journal of Botany, 31, pp. 105-118.
- Lacey C.J. et R.D. Johnston, 1990, Woody clumps and Clumpwoods, Austr. J. Bot., 38, pp. 299-334.
- Larwanou M., M. Abdoulaye M. et C. Reij, 2006, Étude de la régénération naturelle assistée dans la région de Zinder (Niger) : une première exploration d'un phénomène spectaculaire. International Resources Group, USAID, 56 p.
- Larcher, W., 2003, Physiological plant ecology. Ecophysiology and stress physiology of functional groups, Springer, 4è édition, 513 p.
- Leakey R.R.B. et E.K. Asaah, 2013, Underutilised species as the backbone of multifunctional agriculture – The next wave of crop domestication, Acta Horticulturae, 979, pp. 293-310. DOI : [10.17660/ActaHortic.2013.979.31](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.979.31)
- Le Bouler H., M. Rondouin, M. Le Bouler et M. Verger, 2002, Le drageonnage du merisier : une technique pour produire des plants ou pour rajeunir des pieds-mères, pp. 125-134, dans M. Verger et H. Le Bouler (Ed.), « Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux : troisième rencontre du groupe de la Sainte Catherine, Orléans, 22-24 novembre 2000 », CD-Rom CIRAD-INRA.
- Le Bouler H., P. Brahic, Z. Bouzoubâa, A. Achour, C. Defaa et R. Bellefontaine, 2013, L'amélioration des itinéraires techniques en pépinière de production d'arganiers en mottes-conteneurs hors sol, p. 124-134, INRA-Maroc (Ed.), « Actes du 1^{er} Congrès International de l'Arganier, 2011/12/15-17, Agadir, Maroc, 516 p., [en ligne] URL : <http://www.inra.ma/Docs/actesarganier/arganier124134.pdf>
- Lynch A.J.J. et J. Balmer, 2004, The ecology, phytosociology and stand structure of an ancient endemic plant *Lomatia tasmanica* (Proteaceae) approaching extinction, Australian Journal of Botany, 52, 5, pp. 619-627. DOI : [10.1071/BT03023](https://doi.org/10.1071/BT03023)

- Mapongmetsem P.M., M.C. Djoumessi, M.T. Yemele, G. Fawa, D.G. Doumara, J.B. Tchiagam-Noubissié, M.L. Avana Tientcheu et R. Bellefontaine, 2012, Domestication de *Vitex doniana* Sweet. (Verbenaceae) : influence du type de substrat, de la stimulation hormonale, de la surface foliaire et de la position du noeud sur l'enracinement des boutures uninodales, *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 106, 1, pp. 23 – 45.
- Marouf, A., 2000, Dictionnaire de botanique : les Phanérogames. Masson Sciences, Dunod, Paris.
- Maurin O., T.J. Davies, J.E. Burrows, B.H. Daru, K. Yessoufou, A.M. Muasya, M. van der Bank et W.J. Bond, 2014, Savanna fire and the origins of the 'underground forests' of Africa, *New Phytologist*, 204, 1, pp. 201-214. DOI : [10.1111/nph.12936](https://doi.org/10.1111/nph.12936)
- Meunier Q., R. Bellefontaine, J.M. Boffa et N. Bitahwa, 2006, Low-cost vegetative propagation of trees and shrubs. Technical Handbook for Ugandan rural communities. Angel Agencies, Kampala and CIRAD, Montpellier (Ed.), 66 p.
- Meunier Q., R. Bellefontaine et J.M. Boffa, 2007, La multiplication végétative pour la régénération d'essences médicinales en Afrique tropicale : cas du *Spathodea campanulata* en Ouganda ? *Revue électronique VertigO*, 7, 2.
- Meunier Q., M. Arbonnier et A. Morin, 2008, Trees, shrubs and climbers valued by rural communities in Western Uganda. Utilisation and propagation potential. French Embassy in Uganda and Cirad, Montpellier, France (Ed.), 106 p.
- Moreno J.M., A. Cruz et W.C. Oechel, 1999, Allometric relationships in two lignotuberous species from Mediterranean-type climate areas of Spain and California, *Journal of Mediterranean Ecology*, 1, pp. 49–60.
- Mostacedo B., F.E. Putz, T.S. Fredericksen, A. Villca et T. Palacios, 2009, Contributions of root and stump sprouts to natural regeneration of a logged tropical dry forest in Bolivia. *Forest Ecology and Management*, 258, pp. 978-985.
- Munkert, H.C., 2009, Sexual and vegetative regeneration of three leguminous tree species in South African savannas, *South Afr. J. Bot.*, 75, pp. 606-610. DOI : [10.1016/j.sajb.2009.04.002](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2009.04.002)
- Njoukam R. et R. Peltier, 2002, L'aiélé (*C. schweinfurthii* Engl.) : premier essai de plantation dans l'ouest du Cameroun, *Fruits*, 57, 4, pp. 239-248.
- Noubissié-Tchiagam, J.B. et R. Bellefontaine, 2005, Pour une meilleure gestion des forêts communautaires. Appui à l'étude des diverses formes de régénération, pp. 245-254, UICN (Ed.), « Gouvernance et partenariat multi-acteurs en vue d'une gestion durable des écosystèmes forestiers d'Afrique centrale », Actes de la 5e Conférence sur les écosystèmes de forêts denses et humides d'Afrique centrale (CEFDHAC), Yaoundé, 24-26 mai 2004. UICN Cameroun, 429 p.
- Noubissié-Tchiagam, J.B., J.P. Ndzié, R. Bellefontaine et P.M. Mapongmetsem, 2011, Multiplication végétative de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Diospyros mespiliiformis* Hochst. ex. A. Rich. et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. au nord du Cameroun, *Fruits*, 66, 5, pp. 327–341.
- Nsibi R., N. Souayah, M.L. Khouja, A. Khaldi, M.N. Rejeb et S. Bouzid, 2003, Le drageonnement expérimental du chêne liège (*Quercus suber* L., *Fagaceae*). Effets de l'âge et des conditions de culture. *Geo-Eco-Trop*, 27, 1-2, pp. 29-32.
- Ouedraogo A. et A. Thiombiano, 2012, Regeneration pattern of four threatened tree species in sudanian savannas of Burkina Faso, *Agroforestry Systems*, 86, 1, pp. 35-48. DOI : [10.1007/s10457-012-9505-9](https://doi.org/10.1007/s10457-012-9505-9)
- Ouedraogo A., A. Thiombiano, K. Hahn-Hadjali et S. Guinko S., 2006, Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso, *Sécheresse*, 17, 4, pp. 485-491.
- Reij, C.P., 2009, Reverdir le Sahel : le succès de la régénération naturelle des arbres. *Agridape* : 6-8, [En ligne] URL : http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/west-africa/la-diffusion-des-pratiques-durables/reverdir-le-sahel-le-succes-de-la-regeneration/at_download/article_pdf
- Reij, C.P. et E. Botoni, 2009,- La transformation silencieuse de l'environnement et des systèmes de production au Sahel : Impacts des investissements publics et privés dans la gestion des ressources naturelles. Univ. Libre, Amsterdam, 61 p.
- Ricez, T., 2008, Études des modes de régénération à faible coût de *Prosopis africana* et *Detarium microcarpum* en forêt classée de Dinderesso. Master II « Bioressources en régions tropicales et méditerranéennes », Université Paris XII, 60 p.
- Roose E., R. Bellefontaine et M. Visser, 2011, Six rules for the rapid restoration of degraded lands : synthesis of 16 case studies in tropical and Mediterranean climates, *Sécheresse*, 22, 2, pp. 86-96.
- Ruchala, S.L., 2002, Propagation of several native ornamental plants. Thesis, The University of Maine, 115 p.
- Schier G. A. et J.C. Zasada, 1973, Role of Carbohydrate Reserves in the Development of Root Suckers in *Populus tremuloides*, *Canadian Journal of Forest Research*, 3, pp. 243-250.
- Schier G.A., W.D. Shepperd et J.R. Jones, 1985, Regeneration, pp. 197-208, DeByle N.V. and Winokur R.P. (Ed.), "Aspen : Ecology and Management in the Western US", USDA Forest Service, General Technical Report, RM-119, 238 p.
- Snedden J., S.M. Landhäuser, V.J. Lieffers et L.R. Charleson, 2010, Propagating trembling aspen from root cuttings : impact of storage length and phenological period of root donor plants, *New forests*, 39, pp. 169-182. DOI : [10.1007/s11056-009-9162-7](https://doi.org/10.1007/s11056-009-9162-7)
- Smith, J., 2004, Investigating sterility in the clonal shrub *Hakea pulvinifera* : comparative studies of reproductive biology, floral development and genetic variation. A report for the Australian Flora Foundation, School of Rural Science and Agriculture, University of New England, New South Wales, 8 p.

- Smith S., J. Hughes et G. Wardell-Johnson, 2003, High population differentiation and extensive clonality in a rare mallee eucalypt : *Eucalyptus curtisii*, *Conservation Genetics*, 4, pp. 289-300.
- Stenvall N., T. Haapala et P. Pulkkinen, 2004, Effect of genotype, age and treatment of stock plants on propagation of hybrid aspen (*Populus tremula* x *Populus tremuloides*) by root cuttings, *Scand. J. For. Res.*, 19, pp. 303-311. DOI : [10.1080/02827580410024115](https://doi.org/10.1080/02827580410024115)
- Stenvall N., T. Haapala, S. Aarlahti et P. Pulkkinen, 2005, The effect of soil temperature and light on sprouting and rooting of root cuttings of hybrid aspen clones, *Can. J. For. Res.*, 35, pp. 2671–2678. DOI : [10.1139/x05-183](https://doi.org/10.1139/x05-183)
- Stenvall N., T. Haapala et P. Pulkkinen, 2006, The role of root cutting's diameter and location on the regeneration ability of hybrid aspen, *For. Ecol. Management*, 237, pp. 150-155. DOI : [10.1016/j.foreco.2006.09.040](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.09.040)
- Stenvall N., M. Piisilä et P. Pulkkinen, 2009, Seasonal fluctuation of root carbohydrates in hybrid aspen clones and its relationship to the sprouting efficiency of root cuttings, *Canadian Journal of Forest Research*, 39, pp. 1531-1537. DOI : [10.1139/X09-066](https://doi.org/10.1139/X09-066)
- Taylor K.J., A.J. Lowe, R.J. Hunter, T. Ridgway, P.M. Gresshoff et M. Rossetto, 2005, Genetic diversity and regional identity in the Australian remnant *Nothofagus moorei*. *Australian Journal of Botany*, 53, 5, pp. 437–444. DOI : [10.1071/BT04215](https://doi.org/10.1071/BT04215)
- Thunström, L., 2012, Population size structure and recruitment rate in *Pterocarpus angolensis*, an exploited tree species in miombo woodlands, Tanzania. Arbetsgruppen för Tropisk Ekologi Minor Field Study 167, Uppsala University, Sweden, 29 p., [En ligne] URL : http://www.ibg.uu.se/digitalAssets/176/176303_3167thunstrom.pdf
- Turner, P.A.M., J. Balmer et J.B. Kirkpatrick, 2009, *Stand-replacing wildfires ? The incidence of multi-cohort and single-cohort Eucalyptus regnans and E. obliqua forests in southern Tasmania*. *Forest Ecology and Management*, 258, pp. 366–375.
- Vieira D.L.M., A. Scariot, A.B. Sampaio et K.D. Holl, 2006, Tropical dry-forest regeneration from root suckers in Central Brazil, *Journal of Tropical Ecology*, 22, pp. 353-357. DOI : [10.1017/S0266467405003135](https://doi.org/10.1017/S0266467405003135)
- Vieira D. L. M., A.G. Coutinho et G.P.E. da Rocha, 2013, Resprouting ability of dry forest tree species after disturbance does not relate to propagation possibility by stem and root cuttings, *Restoration Ecology*, 21, 3, 305-311.
- Wakeling J.L. et W.J. Bond, 2007, Disturbance and the frequency of root suckering in an invasive savanna shrub, *Dichrostachys cinerea*. *African Journal of Range and Forage Science*, 24, 2, pp. 73-76.
- White, F., 1976, The Underground Forests of Africa : a preliminary review. *Gardens' Bulletin (Singapore)*, 29, pp. 57-71.
- Zida A.W., B.A. Bationo, A.N. Somé et R. Bellefontaine, 2014, Architecture racinaire et aptitude au drageonnage de *Balanites aegyptiaca*, *Sclerocarya birrea* et *Diospyros mespiliformis*. *IJBSC - International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8, 3, pp. 903-915.
- Zouggar, A., 2008, État de la régénération et domestication des espèces ligneuses utilisées dans l'artisanat d'art dans l'Ouest et le Sud-Ouest du Burkina Faso. Master II « Bioressources en régions tropicales et méditerranéennes », Université Paris XII, 60 p.

AUTEURS

R. Bellefontaine

Chercheur senior, CIRAD, UMR AGAP, F-34398 Montpellier, France, courriel : ronald.bellefontaine@cirad.fr

Quentin Meunier

Coordinateur du projet DACEFI-2, Libreville, Gabon et Univ. Liège-Gembloux, Belgique, courriel : meunierquentin@hotmail.com

Ichaou Aboubacar

Directeur INRAN-DGRN, Région de Niamey, Niger, courriel : ichaou@yahoo.fr

Hervé Le Bouler

Groupe Recherche et Développement - Adaptation aux changements climatiques, Office national des forêts, France, courriel : hlbpro@laposte.net

DROITS D'AUTEUR © Tous droits réservés

Les Éditions en environnement
[VertigO]

•  revues.org