

# Mobilisation ex situ de vieux arganiers par marcottage aérien

**Ronald Bellefontaine<sup>1</sup>, Abderrahim Ferradous<sup>2</sup>, Mimoun Mokhtari<sup>3</sup>, Lamia Bouiche<sup>4</sup>, Lynda Saibi<sup>4</sup>, Lahcen Kenny<sup>3</sup>, Mohamed Alifriqui<sup>5</sup>, Quentin Meunier<sup>6</sup>**

1 - CIRAD, UMR AGAP, F-34398 Montpellier, France, [ronald.bellefontaine@cirad.fr](mailto:ronald.bellefontaine@cirad.fr)

2 - CRRF Marrakech, Maroc

3 - IAV-Agadir, Maroc

4 - Master Bio-Ressources, Université Paris XII

5 - Université de Marrakech, Maroc

6 - Université de Liège, Gembloux Agro-bio Tech., Belgique

## Résumé

Avec l'expérience acquise d'une part dans divers pays d'Afrique et d'autre part à l'Institut Agronomique et Vétérinaire d'Agadir en 2008, une technique performante de marcottage aérien sur 13 des 14 clones sélectionnés d'arganier a été testée en 2009-2011 par le CIRAD et le Centre de Recherche Forestière de Marrakech (Projet J. Goelet de clonage de vieux arganiers 2007-2010). L'itinéraire technique, adopté antérieurement au Burkina Faso, Cameroun et en Ouganda, s'est montré tout-à-fait adapté aux arganiers, âgés approximativement de 150 à 300 (400) ans. Le marcottage a permis de reproduire végétativement et de multiplier des têtes de clone sélectionnées par les populations riveraines. Ces ortets ainsi mobilisés sont regroupés en un seul lieu pour constituer un parc à clones, *ex situ*, à proximité d'une aire de multiplication végétative. Ces copies d'arbres + peuvent alors être multipliées par une technique moderne - bouturage herbacé sous *mist*, culture *in vitro*, etc. - pour la création d'un parc à bois multi clones ou d'un verger à graines clonal, ou encore pour la vente de clones à des privés. Nos résultats semblent montrer que certains clones sont aisément mobilisables par marcottage, alors que d'autres semblent réfractaires. Le marcottage est relativement peu onéreux et ne nécessite qu'une formation très brève. Les avantages et inconvénients de cette technique sont présentés.

**Mots clés** : multiplication végétative ; marcottage ; arbre plus ; parc à clones.

## Summary

With the experience gained on the one hand in various countries of Africa and on the other hand at the Agronomic and Veterinary Institute of Agadir in 2008, a successful technique of air layering on 13 of the 14 selected clones of argan was tested in 2009-2011 by the CIRAD and the Forest Research Center of Marrakech (Project J. Goelet of cloning of old argans 2007-2010). The technical way, adopted before in Burkina Faso, Cameroon and in Uganda, was shown completely adapted to the argan trees, old roughly from 150 to 300 (400) years. The layering made it possible to reproduce vegetatively and to multiply clones selected by the local populations. These ortets thus mobilized is gathered in only one place to constitute a clonal park *ex situ*, near a nursery equipped for vegetative multiplication. These copies of trees can then be multiplied by a modern technology - propagation by herbaceous cutting under mist, *in vitro* culture, etc. - for the creation of a clonal park with various clones or of a clonal orchard for seeds, or for the sale of clones to the private ones. Our results seem to show that some clones are easily mobilized by layering, whereas others seem refractory. The layering is relatively not very expensive and requires only one very short formation. The advantages and disadvantages of this technique are discussed.

**Keywords**: vegetative propagation; air layering; plus tree; clonal park.



## Introduction

La reproduction sexuée a l'avantage de favoriser la diversification du patrimoine génétique et entraîne une grande variabilité génétique, notamment chez l'arganier qui est un arbre principalement allogame (fécondation croisée ou allopollinisation). Un clone est une population de plantes génétiquement semblables, issue d'un seul individu par multiplication végétative<sup>1</sup> ou asexuée. La MV ne fait pas appel aux organes de reproduction. Deux avantages principaux sont à noter : i / l'appareil végétatif se reproduit uniquement par divisions cellulaires par mitoses qui permettent de produire une descendance rigoureusement identique à l'arbre sélectionné ; ii / si les clones obtenus sont plantés dans le même environnement que l'arbre\* sélectionné, ils s'adaptent sans problème puisque ce génotype est parfaitement adapté au site. L'inconvénient majeur est que la MV induit parfois la propagation de maladies. Parmi les techniques de MV testées sur l'arganier, divers progrès récents ont été signalés lors de ce congrès pour le bouturage et le greffage. En ce qui concerne la culture *in vitro*, les essais se poursuivent, mais il faudra encore patienter pour obtenir un taux d'enracinement valable pour toutes les phases et des explants stables. Le marcottage terrestre naturel a été signalé sur de nombreuses espèces par divers auteurs (Hirayama et Sakimoto 2003 ; Bationo *et al.* 2005 ; Bellefontaine 2005 ; Malvicini *et al.* 2009). Dans l'arganeraie, on peut observer des cas de marcottage terrestre le long des côtes sur des sujets assez jeunes, plagiotropes, couchés par les vents marins et dont les branches au contact du sol ont émis des racines. Dans les plaines inondées, des rejets dominés peuvent être recouverts de sédiments et former des rares racines adventives (Bellefontaine 2010 ; Bellefontaine *et al.* 2010).

Mais la voie la plus aisée et peu onéreuse pour cloner des arganiers exceptionnels (arbres\*) est le marcottage aérien<sup>2</sup> (MA). Cette méthode est utilisée sur de très nombreuses espèces dans le monde (Silla *et al.* 2002 ; Daneluz *et al.* 2009 ; Sasso *et al.* 2010). Des essais de MA ont été réalisés avec l'appui du CIRAD dans plusieurs pays et c'est en se basant sur ces essais et sur les travaux sur l'arganier de Mokhtari (2002) que de nouveaux essais ont été entrepris à Agadir et à Marrakech entre 2008 et 2011.

## Mise au point de la méthodologie dans d'autres pays d'Afrique

### ***Ouganda (Bushenyi District, 2005 à 2007)***

Des expériences relatives au MA, drageonnage, bouturage de tiges ou de racines, ont eu lieu à partir de 2004 (Meunier 2005) et se sont poursuivies de 2005 à 2007 (Meunier *et al.* 2006, 2008a et b). Parmi, les 22 espèces observées en 2005, 18 se marcottaient sans problème et 4 restaient réfractaires (Meunier *et al.* 2006). Parmi les 30 testées en 2006 et 2007 (dont 10 communes à la 1<sup>ère</sup> liste), 15 sur 20 (car le MA n'a pas été essayé sur 10 nouvelles espèces) peuvent être multipliées par MA (Meunier *et al.* 2008-a,b). La technique utilisée consistait en une annélation complète sur 5 à 7 cm, suivie de l'installation d'un manchon de sphaigne qui restitue à la plante l'eau emmagasinée, en fonction de ses besoins). Une comparaison de la vitesse de croissance de 60 *Solanecio mannii* issus de 30 semis et de 30 MA (mis en place à la même date) montre un accroissement juvénile en hauteur et en diamètre plus important et une mise à fruits plus précoce (dès le 4<sup>ème</sup> mois ; à 24 mois, ils ont tous déjà produit des fruits 1 à 3 fois) pour les MA. Elles ont un système racinaire moins développé que les semis. Seuls 46% des jeunes plants semés fructifient entre le 18<sup>ème</sup> et le 24<sup>ème</sup> mois (Meunier *et al.* 2012).

1- MV = multiplication végétative

2- MA = marcottage aérien ou marcotte aérienne



Le positionnement de la MA dans l'arbre n'est pas sans conséquence. C'est une des conclusions de ces essais : la MA posée sur un rejet (de souche ou un drageon) érigé ou sur une branche relativement dressée développera un système racinaire orthotrope, plus dense et équilibré que si elle est réalisée sur une branche pendante (géotrope) (photo 1).



**Photo 1. Racines de la marcotte cherchant l'humidité de la sphaigne (branche pendante (Ph Bellefontaine).**

Dans ce cas, les racines font des angles, voire des chignons, et développent dans certains cas des racines assez fines. Ce qui est totalement déconseillé (Le Bouler *et al.* 2012).

### **Burkina Faso : quatre essais entre 2006 et 2008**

\* A Dinderesso, un essai a été réalisé sur *Pterocarpus erinaceus* le 2 mai 2006. Près d'un mois plus tard, sur 20 MA témoins et sur 20 autres avec hormone (Chryzotop Vert - 0,25% d'acide b-indole butyrique ou Fertligène), on a observé 28 jours après leur installation respectivement 70 et 75% de marcottes vivantes avec racines et seulement 4 et 3 MA mortes sur 20, les autres n'ayant pas encore formé de racines. Ouedraogo (2007) observe qu'en général le volume des racines est plus important pour les témoins que pour les MA avec hormone, mais ces dernières s'enracinent une semaine avant les témoins.

\* Un autre essai de MA sur *Diospyros mespiliformis* et *Balanites aegyptiaca* a été effectué début février 2008 dans la forêt de Gaongo avec 30 répétitions pour chaque traitement (sur des rejets à divers niveaux de la tige, à savoir la partie basale et la partie médiane). Un autre test, en pépinière à Saria, a été effectué sur des semis en planche de *Sclerocarya birrea*, âgés de 4 ans, avec 20 répétitions pour chaque traitement. Un anneau de 3 à 4 cm de long de l'écorce a été prélevé. Le plastique est rempli d'un substrat composé de 3/5 de sciure et de 2/5 de terre, légèrement ré-humidifié au cours de l'essai à l'aide d'une seringue. Mi-mai (à la fin de la saison sèche), 100 jours après leur mise en place, on observe le MA des parties basales (72%) et médianes (65%) des rejets de *B. aegyptiaca* et des parties médianes (40%) de *S. birrea* (aucune réaction sur la partie basale), alors que la saison ne s'y prêtait apparemment pas bien. *D. mespiliformis* semble réfractaire : aucune néo-formation de racines et peu de cicatrization de l'annélation (16% : partie médiane ; 36% : partie basale) (Zida 2009).

\* Un 3<sup>ème</sup> essai de MA a été entrepris de février à fin juin 2008 en forêt de Dinderesso sur *Prosopis africana* et *Detarium microcarpum* (4 répétitions de 20-25 MA par traitement). L'objectif était de tester la date optimale pour l'annélation et ainsi l'aptitude au MA de ces espèces à deux époques (au milieu de la saison sèche longue de 6 à 7 mois : mi-mars ; à l'approche de la saison des pluies (mi-mai). Les expériences ont été menées sur des rejets orthotropes et branches érigées de 1 à 3 cm de diamètre. Dans la 1<sup>ère</sup> série de MA, on n'a observé aucune rhizogenèse, ni régénération de l'écorce, ni initialisation de cal. Lors de la 2<sup>ème</sup> série, les MA ont été entr'ouvertes (puis immédiatement refermées) un mois après leur pose : les *D. microcarpum* présentaient le plus grand nombre de racines (près du double par rapport à *P. africana*).



Fin juin, avec l'arrivée des pluies, l'ouverture des sachets (malheureusement prématurée, car le stage se terminait) a montré que 25% des MA du traitement T6 (sphaigne et annélation) sur *D. microcarpum* formaient des racines. De plus, la présence de cals pour T6 ainsi que pour T5 (mélange terre + sciure et annélation) nous laisse penser à une probable différenciation cellulaire permettant une rhizogenèse durant les mois de juillet et août (càd en pleine saison des pluies). On observe aussi une plus grande proportion de cals pour le traitement T5 par rapport au T6 chez *P. africana*. Pour cette dernière, même si les taux d'enracinement sont moins importants que pour *D. microcarpum*, l'apparition de racines est encourageante. L'auteur conclut que l'absence de résultat avec une blessure superficielle démontre qu'une annélation circulaire complète est indispensable. L'utilisation d'un substrat permettant un bon développement des racines est primordiale : trop compact, le substrat terre et sable est à éviter. Le traitement T6 est le plus performant (Ricez 2008).

\* Dans cette même forêt, un autre étudiant a testé diverses techniques de MV sur *Pterocarpus erinaceus* et *Burkea africana*, mais avec la même technique, même nombre de répétitions, et même substrat que l'essai ci-dessus. Sur chacun des 14 arbres de chaque espèce, 6 MA ont été placées<sup>3</sup> (21 par répétition) pour chacun des traitements (avec ou sans hormone, avec ou sans papier aluminium, mélange de terre/sciure et sphaigne du Chili, blessure superficielle ou annélation complète. Pour la 1<sup>ère</sup> série d'essais (mi-mars), aucune espèce n'a réagi : ni racine, ni cal. La saison peu propice et l'impact des fourmis, qui en déchirant le plastique asséchaient ainsi le substrat, semblent responsables de cet échec. Lors de la 2<sup>ème</sup> série, l'efficacité de la sphaigne est confirmée principalement pour *P. erinaceus*. La réussite (100%) est due à une annélation complète ; la blessure superficielle semble inefficace. La période optimale doit au préalable être bien déterminée. Le stage (4 mois) est trop court (Zougari 2008). En conclusion, au Burkina Faso, il semblerait que le MA réussisse au début de la saison des pluies (fin mai) certaines années, mais pas pour toutes les espèces. Deux périodes, le milieu (juillet-août) et la fin de la saison des pluies (septembre-octobre) devraient encore être testées.

### **Nord-Cameroun (2009)**

Dans la région de Kering, les MA posées sur 45 *Balanites aegyptiaca* (4 branches pour chaque arbre) en octobre (fin de saison de pluie et début de la saison sèche) donnent de très bons résultats (95%). La technique utilisée consistait à choisir des branches, parfois des rejets de souche, de 1 à 3 cm de diamètre, puis à enlever l'écorce sur 80% de la circonférence et sur 2 cm de long. La pose d'un sac étanche entourant un manchon de sphaigne du Chili, humide mais sans excès, intervient immédiatement après l'annélation et l'application d'hormone. Le tout est ensuite recouvert par du papier aluminium pour protéger la marcotte du soleil. Pour *Sclerocarya birrea* malheureusement après cinq mois, aucune racine néoformée n'est apparue (Ndzié 2009). Pour *Daniellia mespiliformis*, seules 5% des MA (3 sur 60) présentent un cal, mais la durée du stage limitée à 5 mois, n'a pas permis de suivre leur évolution plus longtemps. Ces deux espèces semblent à première vue réfractaires au MA. Notons qu'une technique plus rigoureuse (chapitre 4) devrait être testée (en fin de la saison sèche juste avant l'arrivée des pluies ; un mois après le début de celle-ci). A Kering, *B. aegyptiaca* peut être multipliée par MA à la fin de la saison des pluies (octobre) (Noubissié-Tchiagam *et al.* 2010).

3 - Pour un manchon de 15 centimètres de longueur et 6-8 cm de diamètre, il fallait 10 g de sphaigne sèche.



## Au Maroc

### **Essais au Complexe Horticole d'Agadir (CHA / IAV)**

Des essais sur quatre arganiers (*Argania spinosa*) menés à Agadir en fin 1996, poursuivis en juin 1997, ont comparé trois types de blessure d'1 à 2 cm de long avec 3 répétitions sur chaque arganier : i/ annélation complète ; ii / deux incisions l'une sur la face supérieure du rameau et l'autre sur la face inférieure ; iii / trois incisions en laissant chaque fois un lambeau d'écorce intact entre les incisions (Mokhtari 1998). Pour l'essai de novembre, seuls deux rameaux à double incision ont produit chacun une racine unique. Pour l'essai de juin 1997, les dessèchements des rameaux ont été encore plus rapides. Mokhtari (1998) conclut que le MA pendant la saison sèche et chaude n'est pas indiqué.

Des expériences plus récentes ont été entreprises en 2007 et 2008. Les essais ont été menés au CHA/IAV sur des arganiers non irrigués (situés dans la « Réserve Biologique ») ainsi qu'en irrigué (au goutte à goutte ou à la rampe). Une seule MA avec racines a été, transplantée au laboratoire (Saïbi 2007). Les tests ont été poursuivis en 2008 de mars (début de la saison sèche) à fin juillet (températures très élevées). Le plan initial prévu avec 14 arbres-mères, 6 traitements et 25 répétitions n'a pu être mis en place « faute de moyens financiers » (Bouiche 2008). Ces essais ont dès lors été effectués sans répétition (mais avec chaque fois 10 MA par traitement) sur huit génotypes différents et sur des rameaux ou sur des gourmands à la base du tronc comparant treize traitements : en irrigué ou non, avec ou sans hormone (hormone en poudre ; AIB 500 ppm ; AIB 1000 ppm), comparaison de trois substrats (tourbe, mélange de tourbe et de fibre de coco, sphaigne du Chili) avec incision de 3-4 cm de long, simple ou double sur deux faces opposées. Au total, 170 MA ont été mises en place, certaines en bour, d'autres en irrigué durant les mois de mars et de mai 2008. La première évaluation des MA a été réalisée le 27 juin 2008 : sans pouvoir tirer des conclusions définitives du fait de l'absence d'un dispositif statistique strict, on peut signaler que 3 à 4 mois après la pose des MA, des racines adventives apparaissent (8 MA sur 170) dans le substrat à base de sphaigne du Chili (sous papier aluminium) et sur rameau jeune. L'arganier n° 3 (20 marcottes, dont 10 rameaux « rajeunis ») n'a produit qu'une MA sur 10 avec racines pour les branches adultes non rajeunies, mais par contre, parmi les dix rameaux « rajeunis » de ce même arbre n° 3, six MA ont de nombreuses racines. Ces MA ont été transplantées. Il semble également se dégager de ces essais que certains génotypes (arbre n° 3) se marcotent assez aisément, alors que d'autres paraissaient récalcitrants (Bouiche 2008). Les MA réalisées sur des arbres non irrigués n'ont pas produit de racines. L'irrigation du clone n° 3 durant les mois secs a favorisé, semble-t-il, l'induction de racines adventives, mais pas pour les autres arganiers irrigués. L'hormone semble ne pas promouvoir la néo-formation de racines, mais au contraire les inhiber : des MA sans hormone ont émis des racines. Le 28/7/2008, juste avant le départ de la stagiaire, les 6 MA sevrées fin juin avaient développés en 1 mois un réseau de racines ramifiées (Photo 2) et de nouvelles feuilles. Fin juillet, 2 autres MA ont pu être transplantées ; les autres MA étaient soit desséchées, soit sur les 8 arbres sans avoir formé de racines (Bouiche 2008).



**Photo 2. Un mois après le sevrage, la marcotte émet des nouvelles radicelles (Ph° Bouiche).**



Ces essais ne permettent aucune conclusion définitive (Bellefontaine 2010). Ils donnent apparemment quelques indications quant à la saison et/ou l'importance de l'irrigation, le type de substrat, la durée d'obtention des racines adventives, la qualité de l'enracinement sous le manchon, la facilité de la transplantation et de la reprise sous certaines conditions.

### **Essais réalisés sur le terrain et MA transférées au CRRF à Marrakech (2009-2011)**

Dans le cadre du Projet financé par John GOELET «Production de plants clonés d'arganiers», environ 220 MA ont été posées entre octobre 2009 et mars 2011 sur les arbres<sup>+</sup> sélectionnés. L'objectif principal de ce projet était la mise au point d'un itinéraire technique pour mobiliser *ex situ* un échantillon d'arganiers âgés (14 arbres<sup>+</sup> sélectionnés par la population) au sein de 3 terroirs distants de plusieurs dizaines de km (Bellefontaine *et al.* 2012-b). Leur âge est inconnu, mais par extrapolation (Boudy 1950), on peut l'estimer à 200 – 300 ans (400 ans ou plus pour les 2 géotypes les plus âgés). En novembre 2008, un 1<sup>er</sup> essai prospectif de MA a été mis en place. En fonction des résultats acquis ailleurs (décrits très sommairement au chapitre 2), un seul substrat a été employé : la sphaigne. Cet essai préliminaire étant positif, 41 MA ont été posées les 4-5/10/2009, sans irrigation sur les arganiers à Aoudjou et Imi-n-Tlit. Le 28/4/2010, sept mois après leur installation, un contrôle rapide sur 3 MA nous a permis d'apercevoir de jeunes racines adventives dans la sphaigne, l'une d'entre elles avait produit au moins cinq racines de 0,5 à 3 cm de longueur, très fragiles (photo 3), la 2<sup>ème</sup> des « boutons » racinaires, la 3<sup>ème</sup> n'avait émis apparemment ni racine, ni cal. Ces racines semblent très récentes et leur néo-formation dans la sphaigne daterait de mars, voire avril 2010 (renflement de sève élaborée en amont de l'entaille). Il faut signaler que la pluviométrie a été relativement faible durant cet hiver dans les deux sites (Bellefontaine *et al.* 2012-b).



**Photo 3. La marcotte commence à émettre des racines en avril 2010 (Photo Bellefontaine).**

La température étant trop élevée fin avril 2010, elles n'ont été sevrées et transportées au CRRF que le 11/2/2011, et celles d'Imi-n-Tlit qu'en mars 2011. A l'exception de celles dont l'annélation n'avait pas été complète et celles détruites par des animaux, la plupart avaient des racines puissantes. Toutes les MA obtenues ont été repotés dans des conteneurs solides (hors sol), chacune avec le numéro de l'arbre<sup>+</sup> d'origine. Ces plants sont gérés en parc à clones de façon intensive (tailles régulières à certaines périodes de l'année) comme des pieds-mères hors sol, en favorisant la production de nouvelles pousses qui seront bouturées (rajeunissement physiologique pour faciliter l'enracinement). Avec la sphaigne comme substrat unique, le taux de réussite est important (photo 4) pour mobiliser à peu de frais les arganiers, y compris les plus vieux (400 ans) à condition de respecter des règles strictes (voir chapitre 4). C'est pourquoi, 144 nouvelles MA ont été réalisées avec de la sphaigne en mars 2011. Il est prévu de les sevrer 7 mois plus tard avec le retour des pluies.

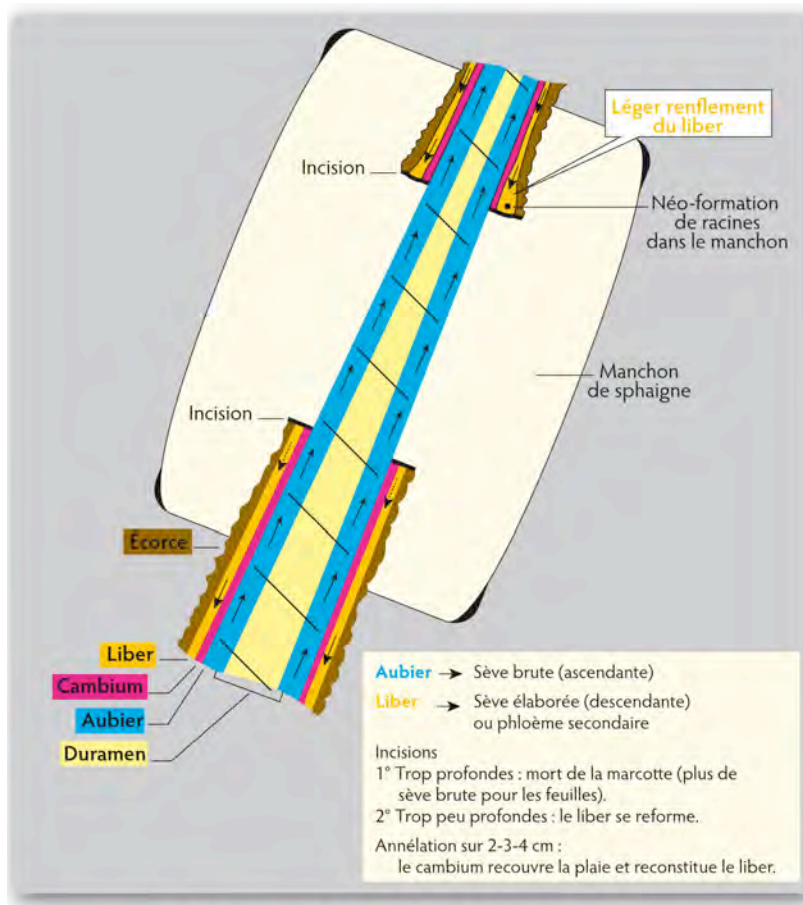


Photo 4. : Nombreuses racines dans le manchon de sphaigne (Ph Bellefontaine)



## Méthodologie conseillée

- \* Sélectionner des arganiers remarquables et monocaules, car les multicaules proviennent de 2 à 3 (4) graines logées dans le même fruit et n'ont pas le même patrimoine génétique.
- \* Choisir des rejets de souche ou des branches érigées de 1 à 2 (max. 3) cm de diamètre.
- \* Les dénuder de leurs feuilles sur 10 cm, puis inciser l'écorce sur 6-8 cm longitudinalement, puis aux 2 extrémités sur toute la circonférence pour enlever un anneau (annélation).
- \* Sur tout le pourtour, enlever le liber (pour stopper le flux de sève élaborée descendante).
- \* Bien gratter le cambium, sinon l'anneau sera recouvert d'un tissu de cicatrisation (fig.1).



- \* Ne pas endommager l'aubier pour laisser libre le flux de sève brute (sève montante) afin d'approvisionner les feuilles qui sont situées à l'extrémité distale.
- \* Recouvrir immédiatement l'aubier mis à nu d'un manchon de sphaigne humide, mais sans excès, d'un diamètre de 6-8 cm, puis d'un sachet en plastique étanche et d'un papier aluminium (pas de lumière ; réduction de la température quand la marcotte est exposée au soleil).
- \* De l'eau peut être apportée à l'aide d'une seringue tous les 45 jours. Il faut alors prendre soin de reboucher le trou occasionné par l'aiguille par un morceau de scotch.



\* Après quelques semaines, sectionner les MA (sevrage) et les transplanter à l'ombre, immédiatement et individuellement, en les marquant (étiquette) dans un seau de 15 litres de terreau horticole. Couper, puis disposer la MA avec son manchon de sphaigne (sans l'ouvrir), entouré de son sachet plastique (qui aura été incisé sur toute sa longueur et dont le fond aura été découpé) dans le terreau et retirer le plastique par le haut très délicatement. Comprimer très légèrement ce terreau pour ne pas casser les racelles très fragiles. Arroser copieusement et transporter les marcottes sevrées à l'abri sous une bâche (vent, soleil).

\* Les disposer dans le parc à clones ombragé pendant les premières semaines qui suivent le sevrage et les arroser régulièrement, mais peu.

\* A titre de conseils complémentaires, on peut ajouter :

\* Le type d'entaille correspondra à une annélation complète sur 6 à 8 cm de long. Certains auteurs préconisent à tort une annélation complète sur 1 à 3 cm de long et très peu profonde (Mokhtari et Zakri 1998) ou une incision légère sur 3 cm tout en laissant l'écorce en place (Mokhtari 2002 ; Ndzié 2009), d'autres encore une double incision sur le haut et le bas du rameau (Mokhtari et Zakri 1998 ; Mokhtari 2002).

\* Il est généralement préférable de badigeonner le cambium mis à nu avec une hormone (AIB 0,4%) qui favorise la néo-formation de racines, mais ce n'est pas indispensable.

\* La sphaigne doit être humidifiée 24 h à l'avance par simple trempage dans de l'eau. On placera dans chaque manchon 100 grammes de sphaigne vigoureusement pressée juste avant emploi (soit l'équivalent de 5 à 10 g de sphaigne sèche).

\* Le sac doit être étanche et résistant aux vents, UV, fourmis et autres insectes piqueurs qui sont attirés par l'eau retenue par la sphaigne.

\* Bien ligaturer le sachet le papier aluminium aux deux extrémités avec des cordelettes minces et interdisant tout échange avec l'extérieur.

\* Badigeonner sur 15 cm l'écorce, sous et au-dessus de la MA, avec de la graisse de voiture de façon à empêcher que des insectes aptères ne percent le film plastique.

\* Le nombre et la qualité des racines néoformées dans le manchon sont déterminantes pour la survie future de l'arbre. L'impact d'une hormone est encore à déterminer pour l'arganier

**La sphaigne** est une mousse végétale 100% naturelle. C'est le support de culture *vivant* le plus adapté à cette technique. Les caractéristiques physico-chimiques de la sphaigne sont nombreuses : **i** / une rétention exceptionnelle en eau (1 kg = environ 20 litres d'eau) et un effet tampon très utile (l'eau emmagasinée par la sphaigne est restituée à la plante en fonction de ses besoins) ; **ii** / une ré-humidification instantanée en cas de dessèchement ; **iii** / une porosité et une texture grossière et fibreuse permettant une aération optimale des racines ; **iv** / un pH acide ayant des effets antibactériens ; **v** / quasi imputrescible, elle est réutilisable.

## Avantages et inconvénients des MA

Les avantages du MA sont connus : copie fidèle du génotype à faible coût ; évite de devoir chaque fois retourner à l'arbre\* grâce à la création d'un parc à clones *ex situ* ; rajeunissement physiologique d'arbres âgés ; production précoce de fruits (1-3 ans au lieu de 5-10) ; sauvegarde des individus précieux ou isolés (les ressources génétiques sont la source essentielle de richesses à protéger) ; méthode à faible coût et technicité que les populations rurales peuvent maîtriser rapidement.





Les inconvénients ne doivent pas être sous-estimés : le risque de chablis : après quelques années, si l'enracinement adventif est peu dense, l'arbre marcotté est parfois renversé par des vents violents (Meunier *et al.* 2012) ; faible production initiale de copies végétatives par arbre<sup>+</sup> ; gestion des pieds-mères assez lourde ; transmission possible de maladies par la multiplication végétative (Bellefontaine *et al.* 2012-b).

## Conclusions

Les populations vivant dans l'arganeraie connaissent les génotypes les plus intéressants pour divers caractères. Le CRRF et le CIRAD ont montré que le MA est une technique très efficace pour mobiliser des génotypes âgés et pour les rajeunir ; les réitérats ainsi obtenus peuvent constituer une source de ramets réactifs pour des opérations de multiplication par bouturage ou greffage. Rassemblées dans un parc à clones de pieds-mères, *ex situ* à proximité d'une aire de multiplication végétative, ces MA ne serviront que de pieds-mères pour le bouturage sous *mist* ou pour le greffage. Les plants issus de MA sont plus robustes (hauteur, diamètre), atteignent leur maturité plus rapidement que les semis du même âge (Asaah *et al.* 2010), mais leur système racinaire présente des faiblesses pour Meunier *et al.* (2012), mais pas pour Asaah *et al.* (2010), ni pour Paquin *et al.* (1998).

Sans recul suffisant aujourd'hui et sur un petit échantillon de 13 clones âgés, il n'y aurait apparemment pas de clones réfractaires au MA, mais certains semblent aisément mobilisables. Le MA (en sec) permet de multiplier des arganiers remarquables (arbres<sup>+</sup>) à peu de frais. Il ne nécessite qu'une formation du personnel très courte. Sans irrigation, les deux meilleures saisons semblent se situer au début du printemps et à la fin de l'été-début de l'automne. L'irrigation du pied-mère n'est pas indispensable, mais permet sans doute de prolonger la période pendant laquelle les racines se forment dans la MA. Il serait utile de déraciner délicatement (et pendant quelques minutes seulement) des marcottes produites à l'IAV en 2008 pour analyser le système racinaire qui s'est formé après la plantation.

Entre 2012 et 2020, l'ANDZOA s'est fixé comme objectif la réhabilitation de 200 000 ha d'arganeraies, soit 25 000 ha/an. L'arganier pourrait avoir un second avenir surtout si des plantes à flore mycorhizienne compatible sont cultivées en mélange (plantes médicinales, aromatiques ou plantes à latex - *Parthenium argentatum* - ou guayule) en sous-étage (Bellefontaine *et al.* 2012-b). En effet après ce 1<sup>er</sup> congrès, les progrès accomplis dans le domaine de la multiplication végétative (MA, mais aussi bouturage herbacé) permettent de prévoir l'avenir de l'arganeraie avec un certain optimisme et de progresser sérieusement dans la voie de la domestication de l'arganier (Bellefontaine *et al.* 2012-a), tout en précisant que la forêt naturelle ne va pas être transformée en parcelles clonales. Un parc à clones doit cependant être créé afin de regrouper (en deux sites différents : pâturage, feux ?) les 200 à 300 « meilleurs » clones (clones inermes et précoces, faciles à décortiquer, à production élevée avec deux cycles de fructification par année, *etc.*), pour les introduire dans des vergers destinés à produire des graines améliorées.



## Références bibliographiques

- \* **Asaah E.K., Tchoundjeu Z., Wanduku T.N., Van Damme P.** Understanding structural roots system of 5-year-old African plum of seed and vegetative origins. *Trees*, 2010, 24, 789-796.
- \* **Bationo B.A., Saley K., Bellefontaine R., Sadou M., Guinko S., Ichaou A., Bouhari A.** Le marcottage terrestre: technique économique pour la régénération de certains ligneux tropicaux. *Sécheresse* 2005, 16, 4, 309-311 et *Sécheresse électronique* 3<sup>e</sup>. [http://www.secheresse.info/article.php3?id\\_article=2342](http://www.secheresse.info/article.php3?id_article=2342)
- \* **Bellefontaine R.** Pour de nombreux ligneux, la reproduction sexuée n'est pas la seule voie : analyse de 875 cas – Texte introductif, tableau et bibliographie. *Sécheresse* 2005, 16, 4, 315-317 et *Sécheresse électr.* 3<sup>e</sup> (60 p) [http://www.secheresse.info/article.php3?id\\_article=2344](http://www.secheresse.info/article.php3?id_article=2344)
- \* **Bellefontaine R.** De la domestication à l'amélioration variétale de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) ? *Sécheresse* 2010, 21, 1, 42-53.
- \* **Bellefontaine R., Ferradous A., Alifriqui M., Monteuis O.** Multiplication végétative de l'arganier (*Argania spinosa*) au Maroc: le projet John Goelet. *Bois et forêts des tropiques*, 2010, 304, 2, 47-59.
- \* Bellefontaine R., Pioch D., Palu S. Compte-rendu du 1<sup>er</sup> Congrès international sur l'arganier, Agadir, 15-17 décembre 2011. Un nouveau départ pour la recherche relative à l'arganier. *Sécheresse*, 2012-a, 23, 1, 3-6.
- \* **Bellefontaine R., Ferradous A., Alifriqui M., Fikari O., El Mercht S.** Mobilisation de vieux arganiers par bouturage sous nébulisation artificielle. Synthèse des trois années du Projet J. Goelet de clonage d'arganiers. In : INRA-Maroc (éd.) : *Actes du 1<sup>er</sup> Congrès International sur l'arganier, 15-17 décembre 2011*. Rabat, INRA, 2012-b.
- \* **Boudy P.** *Economie forestière nord-africaine. Tome 2 : Monographies et traitements des essences forestières*, fascicule 1. Paris, Larose, 1950.
- \* **Bouiche L.** *Etude des modes de régénération à faible coût de l'arganier (Argania spinosa) au Maroc*. Univ Paris XII, Master II Bioress. en Rég. Trop. et Méditer., Paris, 2008, 60 p.
- \* **Daneluz S., Pio R., Alves chagas E., Barbosa W., Ohland T., Kotz E.T.** Propagação da figueira "Roxo de Valinhos" por Alporquia. *Rev. Bras. Frutic, Jaboticaba*, 2009, 31, 1, 285-90.
- \* **Hirayama K., Sakimoto M.** Regeneration of *Cryptomeria japonica* on a sloping topography in a cool-temperate mixed forest in the snowy region of Japan. *Can. J. For. Res.* 2003, 33, 543-551.
- \* **Le Boulter H., Brahic P., Bouzoubaa Z., Achour A., Defaa A., Bellefontaine R.** L'amélioration des itinéraires techniques en pépinière de production d'arganiers en mottes-conteneurs hors sol. In : INRA-Maroc (éd.) : *Actes du 1<sup>er</sup> Congrès International sur l'arganier, 15-17 décembre 2011*. Rabat, INRA, 2012.
- \* **Malvicini G.L., Roversi A., Marino A.** On the quality of hazelnut plants obtained by mounding layer. ISHS Acta Horticulturae 845: VII International Congress on Hazelnut. *Acta Horticulturae*, 2009, 301-304.
- \* **Meunier Q.** *Soutien technique aux tradipraticiens pour la multiplication végétative d'espèces médicinales prioritaires dans le Sud-Ouest de l'Ouganda*. Univ. Paris XII, 2005, DESS Gestion des systèmes agro-sylvo-pastoraux en zones tropicales, 59 p. + annexes.
- \* **Meunier Q., Bellefontaine R., Boffa JM, Bitahwa N.** *Low-cost vegetative propagation of trees and shrubs. Technical Handbook for Ugandan rural communities*. Kampala (Ouganda) et Montpellier (France), Ed. Angel Agencies et CIRAD (Montpellier), 2006, 67 p.



- \* **Meunier Q., Arbonnier M., Morin A. (et Bellefontaine R.)** *Trees, shrubs and climbers valued by rural communities in Western Uganda: utilisation and propagation potential*. GraphiConsult Ltd, Kampala, Cirad Montpellier, 2008-a, 106 p.
- \* **Meunier Q., Bellefontaine R., Monteuis O.** La multiplication végétative d'arbres et arbustes médicinaux au bénéfice des communautés rurales d'Ouganda. *Bois for. tropiques*, 2008-b, 295, 2, 71-82.
- \* **Meunier Q., Morin A., Bellefontaine R.** Growth and rooting comparison between plants born from seed and from air layering. Case study on *Solanecio mannii* on a 24 months trial. *Agroforestry Systems* (soumis en février 2012).
- \* **Mokhtari M.** Le greffage de l'arganier. Un challenge pour la multiplication clonale. *Bull. Mens. d'Info. et Liaison du PNTTA (Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture, Rabat)*, 2002, 95, 3-4.
- \* **Mokhtari M, Zakri B.** Limites phytotechniques et physiologiques au bouturage, marcottage et greffage de l'Arganier (*Argania spinosa* L. Skeels). In : Fac. Sc. Agadir, *Actes Coll. Int. sur Ress. Vég., Agadir, 23-25 avril 1998*, 124-31.
- \* **Ndzie J.P.** *Contribution à l'étude de deux formes de régénération végétative chez trois fruitiers sauvages : Balanites aegyptiaca (L.) Del., Diospyros mespiliformis Hochst. ex A. Rich. et Sclerocarya birrea (A. Rich.) Hochst. à Kering (Nord-Cameroun)*. Mémoire, Master Sc. Biol., Fac Sc., Univ Ngaoundéré, Cameroun, 2009, np (40 p.)
- \* **Noubissie-Tchiagam J.B., Ndzie J.P., Bellefontaine R., Mapongmetsem P.M.** Multiplication végétative de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex. A. Rich. et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. au nord du Cameroun. *Fruits*, 2011, 66, 1-16.
- \* **Ouedraogo H.** *Structure démographique et modes de régénération de Pterocarpus erinaceus Poir. et autres espèces prioritaires utilisées dans l'artisanat à l'Ouest du Burkina faso*. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (IDR), Mém. Ing., 2007, 77 p + ann.
- \* **Paquin R., Margolis H.A., Doucet R.** Nutrient status and growth of black spruce layers and planted seedlings in response to nutrient addition in the boreal forest of Quebec. *Can. J. For. Res.*, 1998, 28, 729-736.
- \* **Ricez T.** *Etudes des modes de régénération à faible coût de Prosopis africana et Detarium microcarpum en forêt classée de Dinderesso*. Univ Paris XII, Master II Bioress. en Rég. Trop. et Méditer., Paris, 2008, 60 p.
- \* **Saibi L.** *Multiplication végétative de l'arganier (Argania spinosa (L. Skeels))*. Univ Paris XII, Master II Bioress. en Rég. Trop. et Méditer., Paris, 2008, 2007, 58 p.
- \* **Sasso S.A.Z., Citadin I., Danner M.A.** Propagation of jabuticaba tree for grafting and air layering techniques. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 2010, 32, 2, 571-576.
- \* **Silla F., Fraver S., Lara A., Allnutt T.R., Newton A.** Regeneration and stand dynamics of *Fitzroya cupressoides* (Cupressaceae) forests of southern Chile's Central Depression. *Forest Ecology and Management*, 2002, 165, 213-224.
- \* **Zida A.W.** *Etude de la régénération de Balanites aegyptiaca (L.) Del., Sclerocarya birrea (A. Rich.) Hochst., et de Diospyros mespiliformis Hochst. ex A. Rich.* Université Polytechn. Bobo-Dioulasso (IDR), Burkina Faso, Mémoire Ingénieur, 2009, 77 p. + ann.
- \* **Zougari A.** *Etat de la régénération et domestication des espèces ligneuses utilisées dans l'artisanat d'art dans l'Ouest et le Sud-Ouest du Burkina Faso*. Univ Paris XII, Master II Bioress. en Rég. Trop. et Méditer., Paris, 2008, 60 p.

