

Des vergers d'arganier :

Une agriculture innovante pour une production durable d'huile d'argane

Rachida NOUAIM¹ et Rémi CHAUSSOD²

1 - Professeur Universitaire, présidente de l'Association Internationale des Arganophiles.

2 - chemin du Lavoir, 21310 Viéville (France). E-mail : nouaim.rachida@orange.fr

2 - Directeur de Recherches à l'Institut National de Recherche Agronomique, UMR Agro-Ecologie, INRA / Université de Bourgogne / AgroSup, 10 rue Sully, BP 86510, 21065 Dijon cedex (France). E-mail : remi.chaussod@dijon.inra.fr

Résumé

Plus de vingt années de recherches sur l'arganier nous ont permis de jeter les bases de la domestication de cet arbre et de son utilisation en tant qu'arbre fruitier oléagineux pour la production d'huile d'argane dans des vergers ou dans des systèmes agroforestiers modernes. Nos travaux sur la biologie de l'arbre ont mis en évidence des caractéristiques exceptionnelles au plan de la diversité génétique, du système racinaire, de la dépendance mycorhizienne, etc. A partir de ces connaissances, des travaux appliqués nous ont permis de définir les meilleures conditions de production de plants d'arganier pour la création de vergers d'arganiers. Enfin, nous avons montré que l'utilisation de techniques innovantes pouvait considérablement améliorer la croissance initiale des jeunes plants et la formation des arbres, favorisant une mise à fruit rapide. Les aspects bio-techniques de la création de vergers d'arganiers étant aujourd'hui maîtrisés, les travaux se poursuivent sur la domestication de l'arganier à travers la sélection de variétés performantes.

Mots-clés: Arganier, domestication, sélection, multiplication, vergers

Argan tree orchards : an innovative agriculture for a sustainable production of argan oil.

abstract

Twenty years of scientific research on argan tree allowed to start the domestication of this tree and its use as a fruit tree for oil production. Studies on argan tree biology pointed out exceptional characteristics about genetic diversity, root system, mycorrhizal dependancy, etc. From this knowledge, applied studies allowed the definition of the best conditions of argan tree plantlets production for the establishment of orchards. We also showed that the use of innovating techniques are able to improve the growth of argan tree plantlets and the shape of the trees, favouring a fast fruit production. The bio-technical aspects of orchards establishment being already under control, our studies are now devoted to the argan tree domestication through the selection of well performing varieties.

Key words : Argan tree, domestication, selection, propagation, orchards



Introduction

L'arganeraie marocaine est en régression continue, diminuant inexorablement la production potentielle d'huile d'argane, alors que l'engouement pour cette huile réputée et appréciée aussi bien au Maroc qu'à l'étranger a provoqué une augmentation considérable de la demande. Le déséquilibre croissant, ces dernières années, entre l'offre et la demande représente d'ailleurs un risque réel pour la filière. Pour l'huile alimentaire, le niveau des prix atteints (400 DH par litre, au détail) est devenu dissuasif pour de nombreux consommateurs ; pour l'huile cosmétique, plusieurs industriels envisagent d'abandonner l'huile d'argane pour se retourner vers des produits plus abordables et dont l'approvisionnement est plus sûr. Il est aujourd'hui évident, en raison des implications écologiques et socio-économiques, qu'il faut de toute urgence fiabiliser la filière et donc augmenter et réguler la production d'huile d'argane (Chaussod *et al.*, 2005).

Une première action à entreprendre consiste bien entendu en une amélioration quantitative et qualitative de la production traditionnelle, à travers la réhabilitation de l'arganeraie naturelle. Il s'agit tout à la fois de préserver l'écosystème, de conserver la variabilité génétique de l'arganier, et d'assurer une amélioration des revenus des ayant-droit tout en veillant à un retour positif au plan écologique.

Toutefois, il serait hasardeux de baser toute la filière « huile d'argane » uniquement sur un système de cueillette, fortement soumis aux aléas climatiques. C'est pourquoi, à côté du système traditionnel, il apparaît aujourd'hui nécessaire de développer une production de type agricole, utilisant l'arganier comme un arbre fruitier oléagineux, cultivé dans des vergers ou dans des systèmes agroforestiers modernes. Les travaux que nous avons menés ou encadrés depuis plus de 20 ans s'inscrivent dans cet objectif. Nous présentons ici les principaux résultats obtenus, depuis les recherches fondamentales jusqu'aux expérimentations de terrain, montrant la faisabilité bio-technique de ces nouveaux vergers d'arganier et traçant les perspectives de la domestication de cet arbre typiquement marocain.

1) *Biologie de l'arganier : de l'acquisition des connaissances à leur utilisation pratique.*

Il y a 20 ans, les connaissances sur la biologie de l'arganier étaient plutôt limitées (Nouaïm *et al.* 1991). Des travaux pluri-disciplinaires engagés à la Faculté des Sciences d'Agadir, notamment dans le cadre d'une Action Intégrée franco-marocaine suivie de diverses actions de coopération entre chercheurs marocains et français, ont permis des avancées décisives dans plusieurs domaines.

1.1) Diversité génétique et multiplication de l'arganier.

L'espèce *argania spinosa* se caractérise par une diversité génétique énorme (Msanda, *et al.*, 1993 ; 2005 ; El Mousadik & Petit, 1997), entretenue dans la nature par un mode de reproduction très largement -si ce n'est exclusivement- allogame (Msanda *et al.*, 1993). L'autofécondation n'est pas biologiquement impossible mais n'est pratiquement observée que pour des individus très isolés ou dans des conditions expérimentales maîtrisées. La multiplication de génotypes sélectionnés doit donc faire appel à une reproduction par voie végétative qui seule permet de conserver et reproduire les caractéristiques génétiques des arbres retenus, dans une perspective de domestication. Dans la pratique, plusieurs méthodes de multiplication sont envisageables, en fonction du but recherché.

Le maintien de la variabilité génétique pourra être réalisé par semis de graines pour des reboisements de type forestier. Il est en effet indispensable au plan écologique de conserver cette variabilité génétique qui est à l'origine de la résilience de l'arganeraie face aux aléas climatiques. Le choix des semis est aussi une première étape dans la production des arbres fruitiers.



Elle a été pratiquée pour de nombreuses espèces et reste utile, au moins dans un premier temps, pour la production des arganiers. Le semis permet d'obtenir des plants à croissance rapide, avec un système racinaire généralement vigoureux, et à un coût nettement plus bas que par multiplication végétative. Nous avons ainsi produit des milliers de plants d'arganier pour des expérimentations de laboratoire ou de terrain.

La multiplication de génotypes économiquement intéressants passe par la multiplication végétative. Nous avons montré qu'il est possible de multiplier l'arganier par bouturage et multiplication *in-vitro* (Nouaïm *et al.*, 2002). Le bouturage a été utilisé avec succès pour multiplier de nombreux arganiers. Cependant, le taux d'enracinement et la vitesse de croissance du système racinaire s'avèrent très variables et dépendent avant tout du clone multiplié. La micropropagation *in-vitro* s'est avérée nettement plus difficile. Cette technique nous a permis de produire des plants génétiquement homogènes utilisés dans différentes expérimentations (Nouaïm *et al.*, 1994 ; Nouaïm *et al.*, 1999). Cependant, la variabilité génétique de l'arganier constitue une difficulté majeure et il s'avère impossible de mettre au point un milieu unique permettant la multiplication et l'enracinement de tous les clones. Ce phénomène est fréquent chez les ligneux pour lesquels il faut souvent adapter les milieux en fonction des exigences des différentes variétés ou clones. Pour l'arganier, nous n'avons pas pu obtenir l'enracinement *in-vitro* de tous les génotypes que nous avons pré-sélectionnés.

La multiplication végétative, par bouturage et surtout par micropropagation *in-vitro*, autorise la production en grand nombre d'arbres sélectionnés sur différents critères, notamment en termes de production. En outre, nos observations ont montré que la multiplication *in-vitro* permet de sélectionner très précocement des clones sur le rapport parties aériennes / parties racinaires (Nouaïm et Chaussod, 1994) et l'on peut de la même façon envisager d'utiliser des tests précoces de résistance au stress hydrique ou à la salinité. Ce second niveau de sélection, appliqué à des arbres choisis sur leur productivité potentielle, permettrait de propager les plus intéressants quant à leurs performances agronomiques. La multiplication végétative devrait ainsi faciliter la domestication de l'arganier. Mais ces clones devront prouver leur supériorité globale dans des tests multi-stationnels.

1.2) Importance du système racinaire et mycorhization.

La réussite des plantations d'arganier repose sur un ensemble de facteurs, à commencer par le caractère « fonctionnel » du système racinaire. Transplanter des plantules au système racinaire mutilé ne peut aboutir qu'à des échecs. Quel que soit le mode de multiplication de l'arganier, il faut donc prendre en considération l'état du système racinaire, c'est à dire avant tout l'intégrité et la longueur du système pivotant, mais aussi son architecture et sa ramification, ainsi que le degré de mycorhization des racines secondaires qui portent l'essentiel de la symbiose mycorhizienne.

En effet, le système racinaire de l'arganier est le siège d'une symbiose endomycorhizienne arbusculaire (MA), comme nous avons pu le mettre en évidence pour la première fois en 1991 (Nouaïm *et al.*, 1991). Cela n'est pas surprenant dans la mesure où la plupart des arbres forestiers des zones arides et semi-arides bénéficient de cette symbiose entre leurs racines et des champignons endophytes spécialisés, mais l'arganier se distingue par une dépendance particulièrement importante. Ainsi, des plants d'arganier produits *in-vitro* et inoculés par une souche sélectionnée montrent une croissance 3 à 4 fois plus importante par rapport aux plants non mycorhizés. L'indice de dépendance mycorhizienne relatif de plants d'arganiers inoculés atteint 80% après 6 mois de croissance dans des conditions contrôlées, en présence d'une nutrition minérale et d'une irrigation convenable (Nouaïm et Chaussod, 1994). La quantité de phosphore mobilisée par les plants mycorhizés dépasse 80 % du phosphore disponible, contre seulement 6 % pour les plants non inoculés (Figure 1).



Il en est de même pour l'azote, le cuivre, le zinc et le fer, éléments indispensables à la croissance (Nouaim, *et al.*, 1994). Ceci est d'autant plus important que les sols d'arganeraies sont pauvres en phosphore et atteignent parfois les seuils de carence pour les oligo-éléments.

Nous avons également évalué l'effet à plus long terme de la mycorhization, après transplantation de plants d'arganier inoculés (tableau 1). Les résultats ont montré que le rôle bénéfique de l'inoculation s'est maintenu durablement après transplantation (Nouaïm et Chaussod, 1997). La symbiose mycorhizienne s'avère indispensable à l'arganier. Elle permet une bonne reprise des plants dans le milieu naturel, en limitant le stress de transplantation et en favorisant la croissance initiale à travers l'amélioration de la nutrition minérale et de l'alimentation hydrique.

Tableau 1 : Croissance (mm), poids frais et poids sec (g) de plants d'arganier issus de semis inoculés (M) ou non (NM) par une souche de *Glomus intraradices*.

Origine		Longueur	Partie aérienne		Partie racinaire	
			Poids frais	Poids sec	Poids frais	Poids sec
Ademine	NM	952 ± 304	10.74 ± 3.3	4.11 ± 1.5	14.1 ± 4.9	4.07 ± 1.6
	M	1512 ± 415	17.9 ± 5.3	7.89 ± 3.2	18.6 ± 9.1	5.77 ± 3.1
Argana	NM	1220 ± 294	14.01 ± 2.6	5.52 ± 1.1	29.2 ± 10	6.42 ± 2.6
	M	2061 ± 573	21.8 ± 3.6	9.28 ± 1.9	28.1 ± 10	7.4 ± 2.7

L'effet bénéfique de la mycorhization a été confirmé sur plusieurs clones d'arganiers phénotypiquement et génotypiquement différents multipliés par bouturage, ainsi que sur des plants issus de semis. Les résultats montrent que les plants mycorhizés se développent mieux que les témoins non mycorhizés, la différence entre les deux groupes étant statistiquement significative même un an après le début de l'expérience (Echairi *et al.*, 2008).

Finalement, nous avons sélectionné un isolat très efficace à partir du sol de la forêt d'Ademine (près d'Agadir). Etant issu de la microflore indigène, il est bien adapté aux conditions pédoclimatiques locales. Cet isolat est aujourd'hui utilisé en tant qu'inoculum pour la production de plants d'arganiers mycorhizés. Dans le cadre du projet européen VARGAMED, nous avons mis au point l'ensemble des conditions de production et d'inoculation des plants d'arganier au stade pépinière. Tous les plants d'arganier utilisés dans nos essais au champ sont désormais préalablement mycorhizés dès le stade pépinière.

2) Sélection d'arganiers.

2.1) Enquêtes auprès des populations.

La réussite d'un programme de développement reposant avant tout sur le degré d'implication des populations locales, nous avons souhaité impliquer les usagers dans la démarche de sélection d'arganiers, afin de prendre en considération leurs besoins et leurs priorités dès le départ. Dans un premier temps (en 1994 et 1997), nous avons effectué des enquêtes auprès des populations de 5 douars correspondant à différentes zones rurales de l'arganeraie des provinces d'Essaouira, d'Agadir, de Taroudant et de Tiznit (Kaaya, 1998). Ces zones se distinguent au plan climatique et écologique, mais aussi au niveau de l'organisation sociale. Ces enquêtes ont été complétées en 2005 et 2006 par des prospections dans d'autres régions.





Figure 1 : Plants d'arganier mycorhizés (M) ou non (T) par une souche de *Glo-mus intraradices*

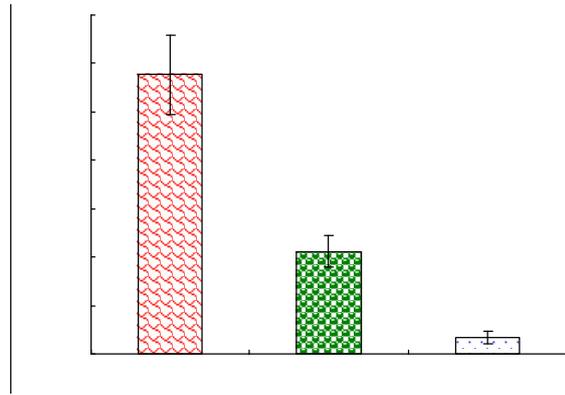


Figure 2 : Force de cassage moyenne des noix d'un arganier F et d'un arganier D de la station Ademine, et comparaison avec des noix de noyer. (« f » pour facile à casser «d» pour difficile à casser)

Dans les douars enquêtés, il apparaît que l'arganier et l'immigration constituent les principales sources de revenus pour les paysans (Nouaïm *et al.*, 2007). Les femmes déclarent que le travail de production d'huile d'argane est dur et leur prend beaucoup de temps ; elles disent aussi que l'étape de cassage des noix est la plus pénible. Celles qui font la distinction souhaitent avoir plus d'arganiers à coques faciles à casser (Figure 2). Dans ce cas, elles se disent prêtes à continuer la production d'huile et même à prendre soin des arbres.

Bien que les données recueillies sur les quantités de fruits récoltés ou d'amandons produits soient approximatives, les usagers de 3 des 5 douars enquêtés font bien la distinction entre 2 types d'arbres : les arganiers à coque facile à casser et ceux à coque difficile à casser. Ces deux types d'arbres portent d'ailleurs des noms différents en berbère : respectivement *amragh* et *adrdour* à Argana et Ademine, *tamroukhte* et *tassemmate* à Tamanar. Nous avons appelé F et D ces arbres aux noix faciles ou difficiles à casser. Cette distinction est absente ou a été perdue dans les douars enquêtés près de Taroudant et de Tiznit. Là où la distinction est faite, les habitants préfèrent les arbres à coque facile à casser et déclarent qu'en période de grande production (années humides), les fruits des autres arbres ne sont pas ramassés, lorsqu'ils les connaissent et peuvent les distinguer. En fait, ce repérage est limité aux arbres proches du douar, alors que ceux de la forêt sont bien moins connus ; seules quelques femmes âgées distinguent les arbres F des arbres D dans la forêt. Cependant, aucune identification des arbres F sur une base morphologique n'est faite par les utilisateurs. Il ne semble pas y avoir de relation entre la taille ou la physionomie de l'arbre et son caractère F ou D.

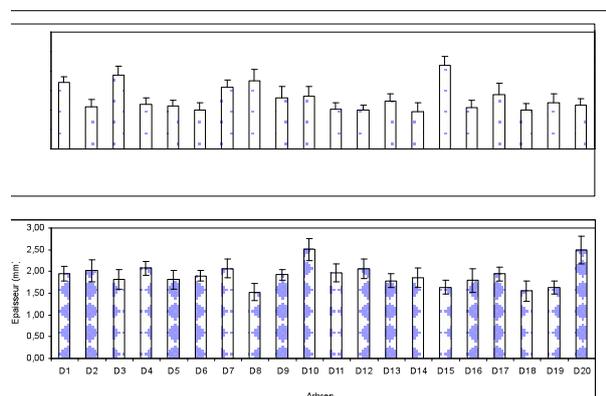


Figure 3 : Distribution de l'épaisseur de la coque d'arganiers jugés «F» ou «D» dans la station d'Ademine



2.2) Caractérisation biométrique des arganiers sélectionnés.

Pour vérifier si la caractéristique de facilité de cassage des noix, retenue par les populations locales, est liée à d'autres caractéristiques des arbres ou des fruits et pour définir des critères objectifs pour reconnaître ces arbres, nous avons réalisé une série de mesures. Ces mesures ont été effectuées en utilisant un grand nombre d'arbres par site. Les prélèvements de fruits ont été effectués sur la base des données de nos enquêtes, les arbres étant repérés avec l'aide des populations autochtones. Nous avons affecté l'indice « F » aux arbres dont les noix sont jugées faciles à casser par les populations locales, l'indice « D » pour les arbres ayant des noix jugées difficiles à casser par les mêmes populations. Dans chacun des sites, nous avons récolté 120 fruits mûrs par arbre.

La figure 3 donne un exemple des résultats obtenus lors de la première série de mesures. Plusieurs paramètres mesurés sur les fruits, les noix et les amandons varient, parfois de façon importante, d'un arbre à l'autre. Il n'y a généralement pas de relation entre le caractère F ou D et les autres paramètres mesurés. En revanche, nos mesures montrent que l'on peut caractériser les arbres F par un ensemble cohérent de critères : une force de cassage faible, une épaisseur de coque réduite, un rapport poids d'amandons / poids de noix élevé. Il s'agit là de critères pouvant former la base d'un processus de sélection des arganiers pour la production d'huile (Nouaïm, 2006). Outre la réduction de la pénibilité du travail de cassage pour les femmes, il apparaît à travers le dernier critère que les arbres F peuvent produire jusqu'à 8,9 kg d'huile pour 100 kg de noix quand un arbre D n'en produit que 3,7 kg.

Si on ne tenait compte que l'épaisseur de la coque comme critère de sélection, le nombre d'arganiers retenus serait de 16 sur 40 dans le site d'Ademine (figure 4) et de 20 sur 40 dans le site d'Argana, mais aucun parmi ceux étudiés dans les sites d'Aoulouz et de Birkouate. Si on prenait aussi en considération la quantité d'huile susceptible d'être produite, en retenant les individus ayant à la fois une coque facile à casser et un poids d'amande élevé, seulement 3 individus seraient retenus pour le site d'Ademine et 12 dans la station d'Argana.

Ces différences entre localités peuvent être d'origine purement génétique (populations génétiquement différentes dans des sites différents) ou d'origine agronomique (sol plus fertile ou régime hydrique plus favorable dans certains sites). Le fait que les caractères F et D coexistent dans un même site et distinguent parfois des arganiers très proches l'un de l'autre indique que les conditions pédo-climatiques globales à l'échelle du site influencent moins le caractère épaisseur de la coque que le génotype. Nous avons observé par ailleurs que les échantillons de sol prélevés sous les arbres F ne présentent pas une fertilité physico-chimique ou biologique plus importante que les échantillons de sol prélevés sous les arbres D, que ce soit à Argana ou à Admine.

Toutefois, il n'est pas impossible que des différences entre les arbres existent en ce qui concerne la profondeur de sol ou d'enracinement, la réserve hydrique, la fracturation ou non de la roche sous-jacente. On ne peut donc en toute rigueur exclure un effet du milieu sur les caractéristiques des arbres identifiés, mais s'il existe il est très vraisemblablement moindre que l'effet du génotype.

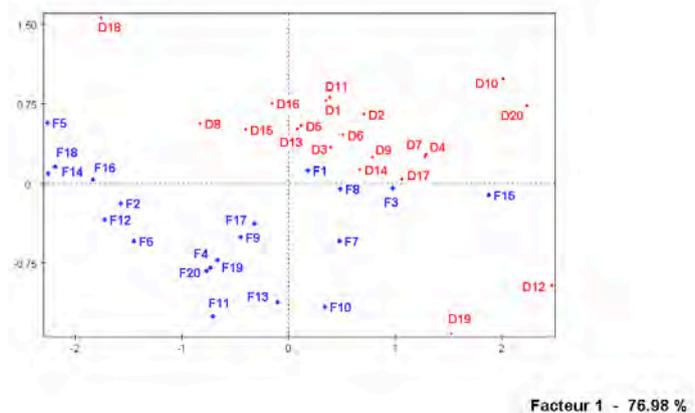


Figure 4 : Classement des individus dans l'espace des variables dans la station Ademine



Les arbres sélectionnés sont identifiés et repérés par leurs coordonnées GPS ; une caractérisation génotypique de type « fingerprint » complètera cette identification. Il est bien entendu nécessaire d'élargir le pool des arganiers sélectionnés. C'est ce que nous nous proposons de réaliser à partir des vergers d'arganiers issus de semis que nous avons mis en place ces dernières années.

3) Installation de vergers et de systèmes agro-forestiers modernes.

Nous avons installé des essais de démonstration dans différentes régions. Certains sont situés dans l'aire actuelle de l'arganier, d'autres sont situés en dehors mais dans des régions correspondant à l'aire potentielle au plan climatique : dans la région de Rabat près de Sidi Bettache où des populations d'arganier existent de façon naturelle et dans la région de Doukkala d'où l'arganier a disparu, mais où plusieurs sites gardent encore les traces de la présence de cet arbre.

Les arganiers ont été transplantés fin 2005 et fin 2006 dans ces sites expérimentaux. Les plantes accompagnatrices ont été installées en même temps ou plus tard selon les espèces. Nous avons apporté tous les soins nécessaires et mis en œuvre toutes les techniques susceptibles d'assurer une bonne reprise des plants. Surtout, chaque site expérimental a donné lieu à une comparaison de deux traitements : i) plants d'arganiers bénéficiant d'une protection par des « tubes-abri » individuels en polypropylène de 120 cm de hauteur de la marque Tubex, ii) plants d'arganier sans tubes de protection. Un suivi régulier nous a permis d'enregistrer les différents paramètres de croissance des plants pour ces deux modalités.

Grâce à la qualité optimale des plants que nous avons produits pour ces essais, les taux de reprise ont atteint de 80 à 100% après deux ans.

La figure 5 illustre la croissance des plants d'arganiers avec (T) ou sans (N) protections individuelles. En utilisant des plants de 20 à 30 cm de hauteur au départ, on constate que la croissance des arganiers est régulière, mais les plants bénéficiant de protections individuelles se développent beaucoup plus rapidement que les plants nus. La différence entre les deux est hautement significative, 22 mois après la plantation. La hauteur des arganiers sous protection atteint en moyenne 120 ± 37 cm, alors que la hauteur des arganiers nus est de 67 ± 18 cm en moyenne.

Nos résultats montrent aussi un deuxième intérêt des tubes de protection : la formation de l'arbre. En effet, le tube canalise la croissance du plant en hauteur ; il forme un axe unique (futur tronc), qui ne se ramifie réellement que lorsqu'il débouche du tube. A l'inverse, les jeunes plants d'arganier livrés à eux-mêmes se ramifient beaucoup, formant un buisson dense au lieu de se développer en hauteur. Il est important de préciser que la croissance en hauteur à l'intérieur du tube de protection est bien l'effet d'une allocation des ressources sur un axe principal unique et non à un effet d'étiollement. Les troncs formés sont puissants, avec un diamètre au collet important. Nous avons également observé que arbres « formés » par les tubes de protection fructifiaient plus précocement (en général dès la troisième année) que les buissons qui se développent dans protection et qui nécessitent par ailleurs des opérations de taille importantes. Enfin, la récolte des fruits est bien évidemment beaucoup plus aisée sous les arganiers formés d'un vrai tronc et un houppier qu'à l'intérieur des arganiers buissonnants.



Figure 5 : Croissance des plants d'arganier avec ou sans tube de protection dans un « parc à bois »



L'installation de vergers d'arganiers à relativement faible densité laisse la possibilité de conduire diverses cultures associées, soit uniquement durant les premières années avant que les arganiers ne prennent trop d'ampleur, soit de façon permanente dans le cadre de véritables systèmes agro-forestiers (Figure 6). Les cultures que nous avons essayées correspondent à des contextes pédoclimatiques et agronomiques variés. Le thym thymol s'avère un bon modèle de culture à haute valeur ajoutée. La courge à huile s'avère particulièrement bien adaptée à des contextes plus humides (région de Doukkala) et le traitement des graines fait appel aux mêmes presses mécaniques que celles utilisées pour l'huile d'argane. Nous avons également testé la possibilité de cultiver des variétés sélectionnées de raisin sans pépins (pour la table ou pour produire des raisins secs. Ces systèmes, qui sont relativement intensifs en terme de journées de travail par hectare, sont susceptibles de créer des emplois et devraient permettre d'augmenter de façon importante les revenus des familles. Enfin, la culture de l'atriplex est apparue une bonne solution dans des contextes où la pression des herbivores est à craindre, pour diminuer la pression sur les arganiers et en complément des tubes de protection individuelle.



Figure 6 : Installation et suivi de la croissance des arganiers dans un parc à bois

Conclusion et perspectives.

Il est aujourd'hui possible de produire des plants d'arganier mycorhizés de haute qualité.

L'utilisation de techniques modernes en pépinière expérimentale nous a en effet permis de produire en masse des plants d'arganier mycorhizés dont la qualité, notamment au niveau du système racinaire, permet un taux de reprise jusqu'ici inégalé et une croissance initiale très importante. L'optimisation des conditions de production de ce type de plants en pépinière au Maroc est un acquis très important et pourrait aisément être extrapolée à la production d'autres essences forestières ou fruitières.

Par ailleurs, nos travaux relatifs à la multiplication végétative et à la sélection des arganiers sur la facilité de cassage des noix ouvrent des perspectives très intéressantes pour la domestication de l'arganier pour une production sécurisée d'huile d'argane. Il est souhaitable de sélectionner et de multiplier des arbres aux caractéristiques « F » affirmées, produisant en abondance des noix de grande taille et au ratio amande / noix élevé. Cette démarche et les données quantitatives associées ont donné lieu au dépôt d'un brevet (Nouaïm, 2006). Une meilleure homogénéité des caractères biométriques et physiques des noix permettrait aussi d'envisager plus facilement une mécanisation du cassage au niveau familial ou artisanal. D'autres critères de sélection, sur lesquels nous travaillons actuellement, sont à associer à ce premier niveau.



Il est désormais possible de créer des vergers d'arganiers pour la production d'huile.

Nous avons installé des vergers d'arganiers dans plusieurs sites, représentant différentes conditions pédo-climatiques et socio-économiques. Les plants d'arganiers mycorhizés, produits en pépinière, ont montré des taux de reprise remarquables et une croissance initiale très rapide. Les soins apportés lors de la transplantation sont certainement aussi à l'origine des taux de reprise très élevés dans nos plantations. De même, la mise en œuvre de tubes de protection individuelle des plants a permis une croissance initiale très rapide des plants, et surtout la formation de véritables arbres avec une mise à fruit très précoce. Dans nos essais, les arganiers ont dépassé le sommet du tube (1,20 m) moins de deux ans après transplantation, et les premiers fruits sont récoltés 4ans après transplantation.

Il est enfin possible d'inventer des systèmes agroforestiers performants à base d'arganiers et de plantes associées.

Nous avons testé diverses cultures plus ou moins innovantes pouvant être associées aux plantations d'arganiers. Ces plantes correspondent à des conditions pédo-climatiques variées et sont susceptibles de générer des revenus, au moins en attendant une production suffisante des arganiers. Bien d'autres cultures sont envisageables en fonction des besoins ou des usages locaux.

Il n'est pas exagéré de dire que la domestication de l'arganier a commencé (Nouaïm, 2005). Nos travaux ont permis des avancées significatives pour toutes les étapes de la filière : sélection, multiplication, production de plants, création de vergers ou de systèmes agro-forestiers modernes. La plupart de ces points sont aujourd'hui maîtrisés au plan bio-technique, même si de nombreux travaux restent à poursuivre ou à compléter. Ce qui pouvait apparaître comme une utopie il y a une douzaine d'années (Nouaïm & Chaussod, 1999) est en passe de devenir aujourd'hui une réalité. Dans plusieurs expérimentations de démonstration en vraie grandeur, des vergers d'arganiers créés de toutes pièces par nos soins produisent déjà des fruits. Demain, des dizaines ou des centaines d'hectares pourront être plantés.

Références bibliographiques

- Chaussod R., Adlouni A. et Christon R.** 2005. L'arganier et l'huile d'argane au Maroc : vers la mutation d'un système agroforestier traditionnel ? *Cahiers Agriculture*, 14, pp 351-356.
- Echairi A., Nouaïm R. et Chaussod R.** 2008. Intérêt de la mycorhization contrôlée pour la production de plants d'arganier (*Argania spinosa*) en conditions de pépinière. *Sécheresse*, 19, pp 277-281.
- El Mousadik A. and Petit R.** 1996. High level of genetic differentiation for allelic richness among populations of the argan tree (*Argania spinosa* L. Skeels) endemic to Morocco. *Theoretical and Applied Genetics*, 92, pp 832-839.
- Kaaya M.** 1998. Contribution à la domestication de l'arganier : sélection et multiplication. Thèse (D.E.S.) Univ. Ibnou Zohr, 115 p. + annexes.
- Msanda F., Gasquez J., Chaussod R. et Peltier J.P.** 1994. Polymorphisme et régime de reproduction de trois populations d'arganier (*Argania spinosa*, L. Skeels) endémiques du Maroc. Premiers résultats. In : Deuxièmes Journées de l'Arbre, Univ. Cadi Ayad, Marrakech, 20-21/04/1994, pp 154-158.
- Msanda F., El Aboudi A. et Peltier J.P.** 2005. Biodiversité et biogéographie de l'arganeraie marocaine. *Cahiers Agriculture*, 14, pp 357-364.



- Nouaïm R., Chaussod R., El Aboudi A., Schnabel C. et Peltier J.P.** 1991. L'Arganier. Essai de synthèse des connaissances sur cet arbre. *In* : Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides. Groupe d'Etude de l'Arbre, Ed. (Paris), pp 373-388.
- Nouaïm R. and Chaussod R.** 1994. Mycorrhizal dependency of two clones of micro-propagated argan tree (*Argania spinosa*). I) Growth and biomass production. *Agroforestry Systems*, 27, pp 53-65.
- Nouaïm R., Linères M., Esvan J.M. and Chaussod R.** 1994. Mycorrhizal dependency of two clones of micro-propagated argan tree (*Argania spinosa*). II) Mineral nutrition. *Agroforestry Systems*, 27, pp 67-77.
- Nouaïm R. et Chaussod R.** 1997. Effet de la mycorrhization contrôlée sur la croissance de l'arganier (*Argania spinosa*) après sa transplantation en sol non désinfecté. *Al Awamia*, 96, pp 65-76.
- Nouaïm R. et Chaussod R.** 1999. Studies for sustainable development in the argan forest (South-Western Morocco). Planetary Garden'99, Chambéry (France) 14-18/03/99. Proceedings pp 518-521.
- Nouaïm R., Mangin G., Breuil M.C. and Chaussod R.** 2002. Argan tree (*Argania spinosa*) : propagation by seeds, cuttings and *in-vitro* techniques. *Agroforestry systems*, 54, pp 71-81.
- Nouaïm R.** 2005. L'arganier au Maroc, entre mythes et réalités. L'Harmattan, Paris, 230 p.
- Nouaïm R.** 2006. Procédé de sélection et de multiplication de plants d'arganier en vue de sa domestication. Brevet n°2 873 891 de l'INPI (France), 11 p.
- Nouaïm R., Echairi A., Kaaya M. and Chaussod R.** 2007. Contribution à la domestication de l'arganier pour la production d'huile. *Cahiers Agriculture*, 16, pp 199-204.

