

Contribution à la domestication de l'arganier pour la production d'huile

Rachida Nouaïm^{1,2}
Abdelwahad Echairi^{1,2}
Mariam Kaaya¹
Rémi Chaussod²

¹ Laboratoire d'agroforesterie,
Faculté des sciences,
Université Ibnou Zohr,
BP 28/S,
Agadir
Maroc
<rachida.nouaim@dijon.inra.fr>
<echairi@dijon.inra.fr>
<moujamariam@yahoo.fr>

² Unité mixte de recherche (UMR)
« Microbiologie & géochimie des sols »,
Institut national de la recherche agronomique
(Inra) – Université de Bourgogne,
17, rue Sully,
BP 86510,
21065 Dijon cedex<
<remi.chaussod@dijon.inra.fr>

Résumé

Des enquêtes effectuées dans cinq localités de l'arganeraie ont montré que l'huile d'argane représente une part importante des revenus des usagers et que, dans la production d'huile, l'étape de cassage des noix est la plus longue et la plus pénible pour les femmes. Dans trois localités, les femmes font la distinction entre les arbres donnant des noix faciles à casser et ceux donnant des noix très dures ; nous les avons appelés arbres F et arbres D. Pour les arbres identifiés comme donnant des noix faciles à casser, nos mesures mécaniques objectives ont confirmé une force de rupture nettement plus faible et ont montré que cette caractéristique est associée à une coque plus fine et à un rapport poids de l'amande/poids de la noix plus élevé. Ce dernier paramètre montre que, pour un même poids de noix, on peut obtenir une quantité d'huile beaucoup plus importante à partir des noix faciles à casser. Nous disposons désormais d'au moins trois critères de sélection pour optimiser la production d'huile d'argane. Le bouturage des arbres adultes sélectionnés permet de sauvegarder les phénotypes les plus productifs en huile sous forme de micropieds mères à partir desquels seront produits les plants mycorhizés destinés à l'installation de vergers d'arganiers oléagineux.

Mots clés : argania; domestication ; enquête; multiplication végétative ; verger.

Thèmes : productions végétales ; méthodes et outils.

Abstract

Contribution to the domestication of the argan tree for oil production purposes

A survey conducted in 5 sites in the argan tree forest showed that argan oil represents an important part of the users' incomes. Nut-breaking is the most time-consuming and tedious step for the women involved in oil production. In 3 sites, the women were capable of distinguishing between those trees that yield nuts easy to break and trees yielding nuts difficult to break. These trees were named F and D, respectively. In each site, fruits were harvested from trees identified as F or D by the users, or at random. Those fruits were characterized by a set of measurements, including the force needed to break the nuts. Our measurements pointed out that the nuts harvested from F trees require a lower break force and have a thinner shell and a higher almond weight/nut weight ratio than the nuts harvested from D trees. These three parameters are proposed as a first basis for selecting argan trees for oil production purposes. The higher almond/nut ratio in F trees implies a higher oil yield than with D trees, for the same amount of nuts. Vegetative propagation of adult trees by cuttings allows selected phenotypes to be preserved in nurseries in the form of micro-mother trees from which mycorrhizal plants can be produced by vegetative propagation in order to set up orchards geared to the production of argan oil.

Key words: argania; domestication; orchards; surveys; vegetative propagation.

Subjects: vegetal productions; tools and methods.

Dans le Sud-Ouest marocain, les forêts d'arganiers (*Argania spinosa* L. Skeels) forment de vastes espaces naturels appelés argane-

raies (Msanda *et al.*, 2005) qui sont habités depuis des millénaires. Dans ces régions semi-arides et arides à influence océanique, l'arganier représente la « clé

de voûte » d'un agro-écosystème original (Alifriqui, 2004), aussi important au niveau écologique que socio-économique. Par sa grande résistance aux aléas climatiques et grâce à son puissant système racinaire, l'arganier contribue de façon efficace à prévenir l'érosion et la désertification qui menacent le Sud marocain. Mais surtout, cet arbre « multi-usage » est le pivot de systèmes agroforestiers traditionnels qui ont permis jusqu'ici de subvenir au moins en partie aux besoins des populations locales. En effet, bien que l'arganier soit par son statut juridique considéré comme un arbre forestier sous la tutelle des services des Eaux et Forêts, les habitants jouissent de droits d'usage étendus aussi bien sur les arbres que sur les sols de l'arganeraie (Benchekroun et Buttoud, 1989 ; Nouaïm, 2005). De fait, d'un point de vue économique, l'arganier est avant tout un arbre oléagineux et fourrager. L'huile extraite de l'amande représente d'importants revenus potentiels pour les usagers (Chaussod *et al.*, 2005) ; l'élevage caprin permet également de valoriser une partie du feuillage de l'arganier, en plus du pâturage sous les arbres, ce qui correspond à une adaptation d'un mode de production aux aléas climatiques (El Aïch

et al., 2005 ; Bourbouze et El Aïch, 2005). En revanche, l'exploitation du bois au profit des communes rurales, par coupes à blanc-étoc et mise en protection sur de longues périodes, correspond à une privation prolongée de revenus pour les ayants droit.

Pour enrayer la dégradation continue de l'arganeraie, la diminution des revenus qui en sont tirés et l'exode rural qui en résulte, il serait nécessaire non seulement de conserver l'arganier là où il subsiste, mais aussi et surtout de réhabiliter l'arganeraie en optimisant les systèmes agraires pour qu'ils correspondent mieux aux besoins actuels. Compte tenu des connaissances acquises ces quinze dernières années, il s'avère aujourd'hui possible de passer de l'arganier arbre forestier sauvage à l'arganier fruitier oléagineux pour une production d'huile d'argane, dans une perspective de développement durable.

La démarche de domestication de l'arganier que nous présentons ici passe par différentes étapes. Tout d'abord, nous avons effectué des enquêtes auprès des populations concernées pour identifier les arbres qu'elles considèrent comme plus ou moins productifs. L'analyse de la

production de plusieurs dizaines de ces arbres nous a permis ensuite une caractérisation objective des phénotypes à retenir. Enfin, la faisabilité de la multiplication végétative par bouturage d'individus les plus prometteurs a été vérifiée, en vue de produire en pépinière des plants sélectionnés et mycorhizés destinés à former des vergers oléagineux.

Matériel et méthode

Enquêtes auprès des exploitants de l'arganier

Nous avons effectué des enquêtes auprès des populations de cinq *douars* (villages) de l'arganeraie, dans les provinces d'Essaouira, d'Agadir, de Taroudant et de Tiznit (*figure 1*). Ces cinq stations correspondent à des conditions variées en termes de précipitations (du semi-aride près d'Essaouira à l'aride près de Tiznit) et d'altitudes (plaine du Souss sous influence océanique à l'est d'Agadir et zone de montagne sur le versant sud du

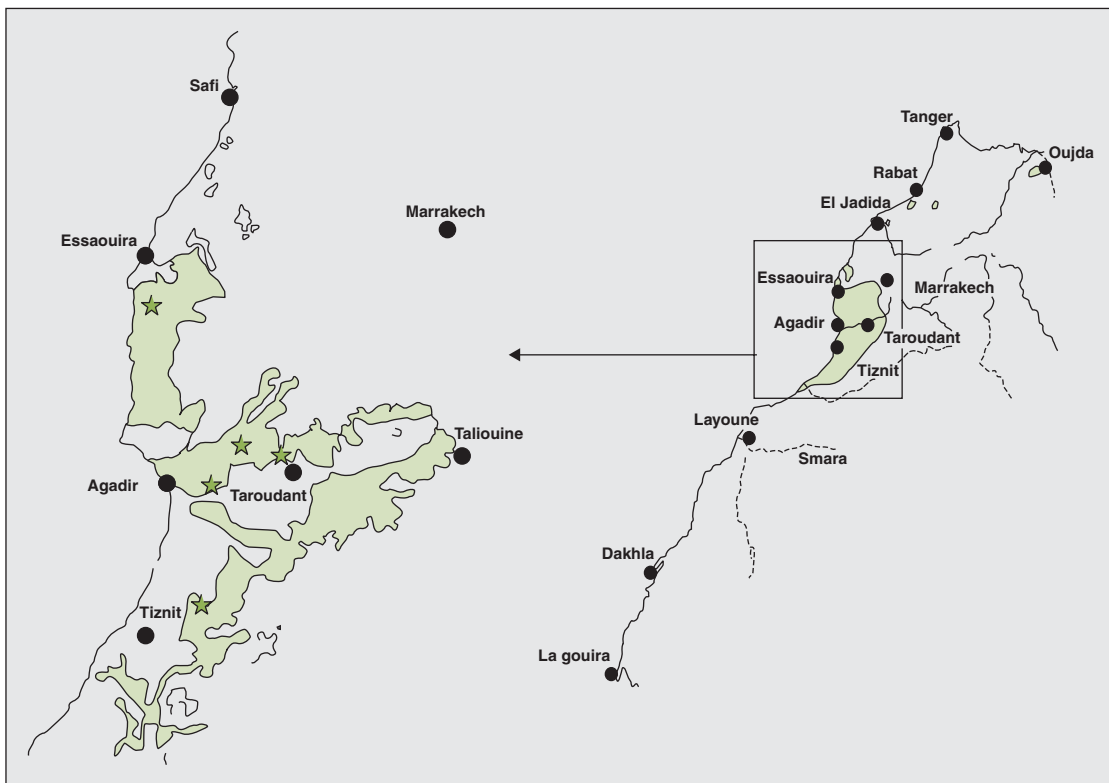


Figure 1. Localisation des sites de l'étude (★) dans l'arganeraie.

Figure 1. Location of the study sites (★) within the argan tree forest.

Haut Atlas entre Agadir et Taroudant). Au cours d'entretiens avec les usagers, des questions ont été posées sur l'importance de l'arganier dans l'économie du *douar* en général et du ménage en particulier. D'autres questions ont porté sur la récolte des fruits, l'extraction de l'huile et l'éventuelle distinction entre les arbres selon leur intérêt pour les usagers.

Mesures parallèles aux enquêtes

Pour compléter les enquêtes, nous avons mesuré la production (poids total de récolte) de quelques arbres dans le *douar* Aoudjou, près d'Argana (province de Taroudant). En outre, dans chacun des cinq *douars* de l'étude, nous avons sélectionné de 6 à 10 arbres et nous avons récolté un minimum de 120 fruits mûrs par arbre. Dans les *douars* où les populations locales faisaient une différence entre les arbres, ces derniers ont été choisis parmi ceux qu'elles identifiaient comme intéressants ou inintéressants pour la production d'huile. Dans les autres *douars*, ils ont été choisis au hasard pour être aussi représentatifs que possible des arbres présents. Pour chaque arbre, les fruits (repérés individuellement) ont été mesurés, pesés, séchés à l'air puis dépulvés à la main. La longueur, le diamètre ainsi que le poids des noix ont alors été enregistrés. L'épaisseur de la coque a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse après cassage des noix. Nous avons enfin pesé les amandes présentes dans chaque noix d'argane. Parallèlement, la force nécessaire au cassage des noix a été mesurée sur 25 noix par arbre, à l'aide d'une machine (Adamel Lhomargy DY26) destinée aux essais de compression des matériaux. Toutes les caractéristiques mesurées ont donné lieu à des analyses statistiques élémentaires, notamment le test t de comparaison de moyennes, à l'aide du logiciel SPAD v4.5 (Cisia-Ceresta, Montreuil, France).

Multiplication des arganiers

La propagation des individus a été effectuée selon les techniques de semis ou de multiplication végétative que nous avons mises au point et qui sont décrites en détail par ailleurs (Nouaïm *et al.*, 2002). À partir des arbres identifiés lors des enquêtes, des plants d'arganier ont été produits par semis ou par bouturage. Pour la multiplication végétative, de jeunes rameaux d'arganiers ont été prélevés

sur des arbres adultes identifiés dans la station d'Argana. Leur bouturage a été effectué, à raison de 50 boutures par traitement, selon la méthode décrite (Nouaïm *et al.*, 2002) dans des pots contenant de la vermiculite, après traitement auxinique (acide indole-butyrique, AIB). Le taux d'enracinement a été mesuré pour chaque arbre.

Résultats et discussion

Enquêtes : importance de l'arganier pour les usagers et critères de sélection

Dans les *douars* enquêtés, il apparaît que l'arganier et l'immigration constituent les principales sources de revenus pour les paysans.

- Face à l'insuffisance des ressources locales, la plupart des foyers comptent sur des ressources extérieures, venant de membres de la famille ayant émigré en ville ou à l'étranger. Cette enquête confirme les observations d'Aït Ouaziz *et al.* (1994) dans cinq zones tests de l'arganeraie ;
- Parmi les productions de l'arganier, l'huile tient une place prépondérante. Elle est souvent la seule source de revenus immédiats pour les plus pauvres, notamment les femmes veuves ou divorcées ;
- L'exploitation de l'arganier depuis le ramassage des fruits jusqu'à l'extraction de l'huile est une tâche commune de la famille, mais fait intervenir fréquemment tous les habitants du *douar*, des plus jeunes aux plus âgés. La part des absents et des malades est préservée et leur quota de travail est pris en charge par l'ensemble de la communauté ;
- Les exploitants n'ont pas une réelle estimation de la production des arbres qu'ils récoltent, aucune quantification fiable par arbre n'étant disponible. Ils ne distinguent pas les arbres selon leur production en fruits. Celle-ci semble dépendre surtout des conditions climatiques (pluviométrie et durée de la saison des pluies). Les mesures de production de fruits que nous avons effectuées lors de l'enquête au *douar* Aoudjou (Argana) sur 10 arbres différents ont donné des valeurs de l'ordre de 10 kg pour les petits arbres, de 30 kg pour les arbres de taille moyenne et

de 65 kg pour les plus grands arbres. Au dire des exploitants, ces valeurs peuvent être doublées en années pluvieuses et réduites en cas de sécheresse ;

- Les données de l'enquête montrent que les quantités d'amandons produites par foyer varient de 200 kg/an pour une famille sans terre à 2 000 kg/an pour une famille exploitant en propre plus de 2 hectares de terre et complétant sa récolte en forêt. Cela équivaut à un revenu de 3 000 à 15 000 DH (300 à 1 500 euros) par an. Il s'agit là de valeurs moyennes, affectées d'une variabilité interannuelle importante. Le stockage des noix par les usagers leur permet d'amortir les effets des fluctuations climatiques ;
- Si les données recueillies sur les quantités de fruits récoltés ou d'amandons produits sont approximatives, les exploitants de trois des cinq *douars* enquêtés font bien la distinction entre deux 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 qui donnent des 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 produisant des noix à coque facile à casser et déclarent qu'en période de grande production (années humides), les fruits des autres arbres ne sont pas ramassés. En fait, cette sélection est limitée 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 ;
- Aucune identification des arbres F sur une base morphologique n'est faite par les exploitants. L'aspect morphologique de l'arbre (taille, port, caractère plus ou moins ramifié, etc.) et son caractère F ou D ne semblent pas liés ;
- Les femmes déclarent que le travail de production d'huile d'argane est dur et leur prend beaucoup de temps ; elles disent aussi que le cassage des noix est l'étape la plus pénible. Celles qui font la distinction entre les arbres F et D souhaitent avoir plus d'arganiers donnant des noix faciles à casser. Dans ce cas, elles se disent prêtes à continuer la production d'huile et même à prendre soin des arbres.

Tableau 1. Principales caractéristiques des noix récoltées à partir d'arbres F ou D dans deux stations de l'arganeraie.

Table 1. Main characteristics of nuts harvested from F and D trees in two stations in the argan tree forest.

	Poids des noix (g)	Épaisseur coque (mm)
Ademine arbres F	0,9 ± 0,2 à 2,6 ± 0,6	1,3 ± 0,3
Ademine arbres D	1,0 ± 0,2 à 3,4 ± 0,7	1,9 ± 0,3
Argana arbres F	1,6 ± 0,4 à 4,7 ± 0,9	1,1 ± 0,1
Argana arbres D	1,5 ± 0,5 à 3,4 ± 0,8	1,8 ± 0,2

Caractérisation des arganiers et sélection

Le poids et la forme des fruits et des noix varient d'un arbre à l'autre et d'une station à l'autre pour une même station, mais très peu pour un même arbre. La première colonne du *tableau 1* rapporte, à titre d'exemple, l'amplitude des valeurs moyennes par arbre observées dans deux stations pour les arbres F et D, respectivement. Une telle variabilité est principalement liée à la diversité génétique de l'arganier (Bani-Aameur et Ferradous, 2001).

Nous n'avons pas observé de relation directe entre la taille ou la forme des noix et la facilité ou la difficulté de les casser selon les déclarations des exploitants. En revanche, si on considère l'épaisseur de la coque ou la force de pression nécessaire pour casser des noix, les mesures sont en cohérence avec les résultats de l'enquête : les arbres dont les noix sont jugées faciles à casser par les utilisateurs se distinguent bien des autres, selon ces critères objectifs. Nous avons constaté que les arbres F présentent une épaisseur de coque statistiquement plus faible ($p < 0,001$) que les arbres D (*tableau 1*, colonne 2) et un rapport poids d'amande/poids de noix plus élevé.

Les forces de cassage sont corrélées à l'épaisseur de la coque et sont nettement plus faibles pour les arbres F que pour les arbres D. La *figure 2* montre un exemple d'arbre D d'Ademine dont les noix nécessitent une force de cassage de 288 ± 41 daN, alors que celles d'un arbre F n'en demandent que 106 ± 16 daN. À titre de comparaison, il suffit d'une force de 17 ± 6 daN pour casser des noix de noyer (*Juglans regia* L.). Ces valeurs illustrent la difficulté de cassage des noix d'argane et confirment que la distinction des arbres sur ce critère est d'une importance pratique considérable.

Les mesures de la force de cassage des noix, de l'épaisseur de la coque et du

rapport poids de l'amande sur poids de la noix ont été utilisées pour caractériser les arganiers dans les régions de Taroudant et de Tiznit où les exploitants ne font pas de distinction entre les arbres. Ces mesures objectives autorisent l'identification d'arbres potentiellement intéressants pour la production d'huile sans avoir recours à l'enquête auprès des populations.

Finalement, 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. Outre la réduction de la pénibilité du travail de cassage pour les femmes, il apparaît à travers le dernier critère que les arbres F sont aussi les plus intéressants au plan de la production d'huile : un arbre F peut produire jusqu'à 8,9 kg d'huile pour 100 kg de noix quand un arbre D n'en produit que 3,7 kg. Dans

une optique de domestication de l'arganier pour la production d'huile, il serait donc souhaitable de sélectionner des arbres aux caractéristiques F affirmées, produisant en abondance des noix de grande taille. Enfin, une meilleure homogénéité des caractères biométriques et physiques des noix permettrait d'envisager plus facilement une mécanisation du cassage au niveau familial ou artisanal.

Multiplication des arganiers

Multiplication par semis

La comparaison des noix issues d'arbres F ou D quant à leur germination montre une différence significative entre les deux types d'arbres (*tableau 2*). La facilité de germination des noix d'arbres F est probablement liée à la faible épaisseur de la coque, facilitant l'imbibition d'eau jusqu'à l'amande et l'ouverture de la noix (éclatement) pour la sortie de la radicule. Toutefois, l'hérédité de la forme F des noix peut être complexe et conduire dans la descendance sexuelle à des formes moins favorables, d'autant plus que l'allogamie est de règle chez cette espèce (Msanda *et al.*, 1995 ; El Moussadik et Petit, 1996). Pour maîtriser parfaitement ce caractère, la multiplication végétative est la solution de choix. Elle est réalisée chez l'olivier dans ce but et permet l'homogénéité de la production pour le diamètre et la composition des olives.

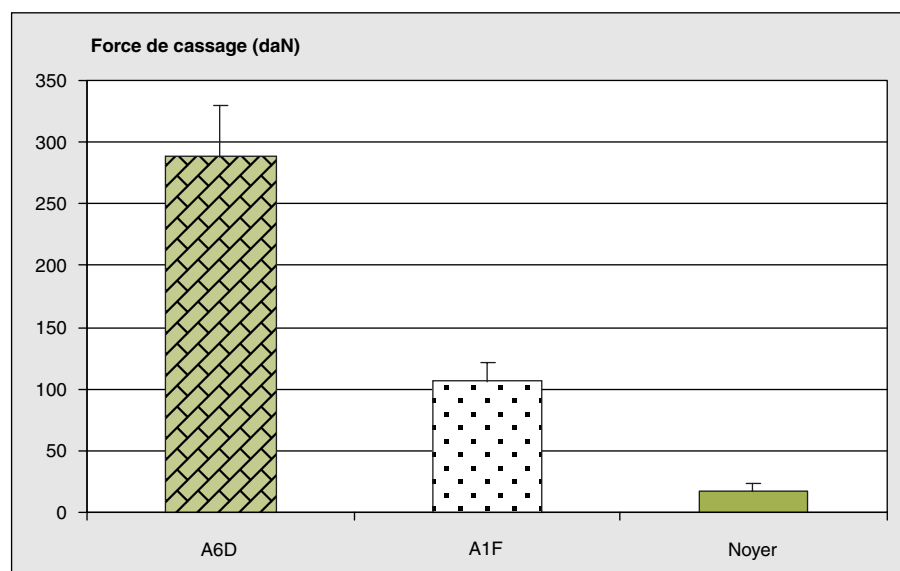


Figure 2. Force de cassage moyenne des noix d'un arganier F et d'un arganier D de la station Ademine, et comparaison avec des noix de noyer.

Figure 2. Average breaking force of nuts from argan trees D and F sampled at Ademine station, and comparison with walnut tree nuts.

Tableau 2. Germination dans le sol de noix issues d'arbres F et D de la station d'Ademine. Pourcentage de plantes levées 30, 60 et 90 jours après le semis.

Table 2. Germination in the soil of nuts from F and D trees sampled at Ademine station. Percentage of plants visible 30, 60 and 90 days after sowing.

Jours après semis	A1F	A2F	A3F	A4D	A5D	A6D
30	33	4	7	1	4	0
60	59	24	34	6	7	0
90	70	33	54	10	13	0

Multiplication par bouturage

Le bouturage est la solution la plus simple pour récupérer et multiplier les phénotypes sélectionnés (figure 3). A partir d'arbres F adultes, nous avons obtenu un pourcentage de boutures enracinées variant entre 4 et 30 % selon l'arbre mère, deux mois après la mise en culture. La vermiculite utilisée comme substrat dans ces expériences menées à Agadir est certes moins favorable que l'argile calcinée (terragreen®) utilisée en France, mais ces résultats confirment la difficulté de bouturer des arbres adultes (Platteborze, 1977 ;

Badji *et al.*, 1991) et la variabilité importante dans la réponse à l'enracinement de génotypes différents (Nouaïm *et al.*, 2002). Ils montrent cependant que le bouturage est possible au moins pour récupérer des génotypes aux caractéristiques intéressantes pour la production d'huile. Si le taux d'enracinement à partir d'arbres adultes est trop faible pour que la méthode puisse être envisagée en routine, un taux de réussite plus favorable doit pouvoir être obtenu après rejeuvenissement. La technique des micropieds mères utilisée pour le noyer (Beaujard et



Figure 3. Deux jeunes arganier produits par bouturage à partir du même arbre mère.

Figure 3. Two young argan trees produced by cuttings from the same mother tree.

Galopin, 1999 ; Verger *et al.*, 2004) est à l'évidence utilisable pour l'arganier ; elle est cohérente avec la micropropagation *in vitro* (Nouaïm *et al.*, 2002).

Conclusion

La réussite d'un programme de développement repose avant tout sur le degré d'implication des populations locales. Nous avons donc souhaité impliquer les exploitants dans la démarche de sélection des arganiers les plus intéressants pour eux, afin de prendre en considération leurs besoins et leurs priorités dès le départ. Il s'est avéré que la facilité de cassage des noix revêt un intérêt primordial pour les femmes qui produisent de l'huile d'argane. Nombre d'entre elles distinguent d'ailleurs les arbres selon la facilité de cassage de leurs noix. La caractérisation des arganiers s'était jusqu'ici limitée à des données concernant la forme et la taille des fruits et des noix. Nous avons approfondi cette caractérisation en mesurant la force de cassage des noix, qui s'avère inversement liée à l'épaisseur de la coque et au rapport poids d'amande/poids de noix. Ce dernier paramètre a des conséquences directes sur la production d'huile. Avec la taille de la noix (la plus grosse possible), on dispose là désormais d'un ensemble cohérent de critères de sélection pour un programme de domestication de l'arganier. La création de vergers d'arganiers pour la production d'huile implique aussi la maîtrise des techniques de multiplication végétative des arbres sélectionnés et la production de plants. Le bouturage d'arbres adultes est possible, au moins pour établir en serre une collection de micropieds mères. Il conviendra toutefois de ne pas se limiter à quelques génotypes, aussi performants soient-ils. La conservation d'une base génétique la plus large possible est en effet souhaitable pour de futurs programmes de sélection incluant d'autres critères non encore identifiés mais qui pourraient s'avérer importants (précocité, résistance aux maladies, etc.). C'est à partir de ces pieds mères que seront produits, par bouturage ou micropropagation *in vitro*, les plants destinés aux vergers. La production de plants mycorhizés, aptes à une bonne croissance après transplantation, est aujourd'hui possible (Nouaïm et Chaussod, 1994 ; Nouaïm et Chaussod, 1997).

L'installation de vergers expérimentaux est actuellement en cours, pour étudier les étapes suivantes : conduite des plantations, taille de formation, etc. L'objectif est d'arriver le plus rapidement possible (en moins de 10 ans) à des arbres productifs, faciles à récolter et compatibles avec la culture de plantes associées. Ces dernières sont choisies en accord avec les exploitants, en fonction des conditions pédoclimatiques et de l'existence de filières de commercialisation assurant un revenu net élevé et valorisant au mieux la main-d'œuvre locale, notamment parmi les jeunes.

Aujourd'hui, l'acceptabilité sociale d'une évolution des systèmes agroforestiers traditionnels semble acquise ; la « filière » production-commercialisation de l'huile d'argane ne demande qu'à se développer. Il apparaît techniquement possible de mettre en place des vergers d'arganiers performants au plan de la production d'huile et répondant aux attentes des populations. Dans ces vergers, l'arganier passerait du statut d'arbre forestier à celui d'arbre fruitier oléagineux domestiqué, après sélection et multiplication pour assurer une production améliorée en quantité et en homogénéité, autorisant à terme une certaine forme de mécanisation. Les aspects biotechniques sont pour

l'essentiel résolu. Il reste à démontrer la faisabilité en conditions réelles sur le plan agronomique et socio-économique. ■

Références

Aït Ouaziz, Bouchelkha, Montasser, Ouhajou, Wauthélet. *Identification des structures socio-spatiales de l'arganeraie dans 5 zones tests*. Rapport d'étude pour la G.T.Z. Agadir : GTZ, 1994.

Alifriqui M. *L'écosystème de l'arganier*. Rabat (Maroc) : Programme des Nations unies pour le développement (Pnud), 2004.

Badji S, Ndiaye I, Danthu P, Colonna JP. Vegetative propagation studies of gum arabic trees. I) Propagation of *Acacia senegal* (L.) Willd using lignified cuttings of small diameter with eight nodes. *Agroforest Syst* 1991 ; 14 : 183-91.

Bani-Aameur F, Ferradous A. Fruit and stone variability in three argan (*Argania spinosa* (L.) Skeels) populations. *For Genet* 2001 ; 8 : 39-45.

Beaujard F, Galopin G. Nouvelles perspectives en multiplication végétative : formation et exploitation de micropieds-mères. *PHM-Revue Horticole* 1999 ; 400 : 64-9.

Benckekroun F, Buttoud G. L'arganeraie dans l'économie rurale du Sud-Ouest marocain. *Forêt Méditerranéenne* 1989 ; 11 : 127-36.

Bourbouze A, El Aich A. L'élevage caprin dans l'arganeraie : l'utilisation conflictuelle d'un espace. *Cah Agric* 2005 ; 14 : 447-53.

Chaussod R, Adlouni A, Christon R. L'arganier et l'huile d'argane au Maroc : vers la mutation d'un système agroforestier traditionnel? *Cah Agric* 2005 ; 14 : 351-6.

El Aich A, Bourbouze A, Morand-Fehr P. *La chèvre dans l'arganeraie*. Rabat (Maroc) : Actes Editions, 2005.

El Moussadik A, Petit R. High level of genetic differentiation for allelic richness among populations of the argan tree (*Argania spinosa* L. Skeels) endemic to Morocco. *Theor Appl Genet* 1996 ; 92 : 832-9.

Msanda F, El Aboudi A, Peltier JP. Biodiversité et biogéographie de l'arganeraie marocaine. *Cah Agric* 2005 ; 14 : 357-64.

Msanda F, Gasquez J, Chaussod R, Peltier JP. *Polymorphisme et régime de reproduction de trois populations d'arganier (*Argania spinosa*) endémiques du Sud-Ouest marocain*. Deuxièmes Journées de l'arbre. Marrakech (Maroc) : université Cadi Ayad, 1995.

Nouaïm R, Chaussod R. Effet de la mycorrhization contrôlée sur la croissance de l'arganier (*Argania spinosa*) après sa transplantation en sol non désinfecté. *Al Awamia* 1997 ; 96 : 65-76.

Nouaïm R, Chaussod R. Mycorrhizal dependency of two clones of micro-propagated argan tree (*Argania spinosa*). I) Growth and biomass production. *Agroforest Syst* 1994 ; 27 : 53-65.

Nouaïm R, Mangin G, Breuil MC, Chaussod R. Argan tree (*Argania spinosa*) : propagation by seeds, cuttings and *in vitro* techniques. *Agroforest Syst* 2002 ; 54 : 71-81.

Nouaïm R. *L'arganier au Maroc, entre mythes et réalités*. Paris : L'Harmattan, 2005.

Platteborze A. Le bouturage des arbres forestiers au Maroc. Bilan des essais réalisés en 1975 et 1976. *Ann Rech Forest Maroc* 1977 ; 17 : 145-90.

Verger M, Le Boulter H, Rondouin M. Production de plants de noyer hybride par la technique du micropied-mère. *PHM-Revue Horticole* 2004 ; 454 : 34-6.