

Essai d'installation et de suivi de comportement de l'arganier (*argania spinosa*) dans le contexte aride de Tafilalet

HOMRANI BAKALI Abdelmonaim¹

1 - Chercheur à l'Institut National de Recherche Agronomique, Errachidia, BP. 2 Errachidia principale, Av. de la Marche Verte. Email : (homrani_bakali@yahoo.fr)

Résumé

Un essai est mené au domaine expérimental d'Errachidia dans le but de tester l'installation et le comportement de l'arganier (*Argania spinosa*) dans le contexte climatique de la région d'Errachidia. Pour vérifier l'efficacité de nos techniques, un dispositif en split plot a été réalisé combinant le bloc en ciment (cylindre sans fond pour forcer la croissance racinaire en profondeur) avec trois fréquences d'irrigation (une, deux et trois fois par mois). Le taux de survie après regarnis est 89.9%. Ce taux varie selon les traitements étudiés, le taux le plus élevé est réalisé grâce à la méthode de fibrociment (93.3%). L'arganier ne s'est pas bien acclimaté au climat d'Errachidia puisque la partie aérienne des plants se dessèche chaque année durant le mois de janvier (durant 5 ans). Ces plants reprennent par la suite grâce à leur système racinaire qui survit à l'hiver. Ce comportement négatif a influé certainement notre analyse statistique, puisqu'on n'a pas relevé de différence significative entre les traitements étudiés. La croissance de l'espèce est relativement lente pendant la première année, le gain moyen enregistré est de 19 cm. À noter aussi que deux pieds sont arrivés au stade floraison en 2007, mais une fois de plus le froid a freiné leur croissance en 2008.

Mots clés : *Argania spinosa*, Bloc en ciment, Fréquence d'irrigation, comportement, aride

Study of the establishment and the behavior of arganier tree (argania spinosa) in the arid context of tafilalet

Abstract

A test is carried out in the experimental station of Errachidia in order to test the establishment and the behaviour of argan tree (*Argania spinosa*) to the climatic context of Errachidia region. To verify the efficiency of our techniques, a trial in split plot has been achieved combining the block made of cement (cylinder without bottom made to force the root growth in depth) with three irrigation frequencies (one, two and three times per month). The survival rate after replenishment is 89,9%. This rate varies according to the studied treatments, the most elevated rate is achieved thanks to the method of fibrocement (93.3%). The argan tree didn't get acclimatized to the climate of Errachidia since the aerial part of the plants dries up every year during the month of January (during 5 years). These plants renew their aerial parts thanks to their root system that survives to the winter. This negative behaviour has influenced certainly our statistical analysis, since we did not register any significance differences between the studied treatments. The growth of the argan tree is relatively slow during the first year, the recorded average gain is of 19 cm. We note also that two plants arrived to flowering stage in 2007, but once again the cold weather slowed down their growth in 2008.

Key words: *Argania spinosa*, Block in cement, Frequency of irrigation, Behaviour, arid.



Introduction

L'arganier (*Argania spinosa*) est un arbre multi-usage (forestier-fruitier-fourrager) de la famille des Sapotacées, endémique au Maroc. Il joue un rôle socio-économique important. Chaque partie de l'arbre est utilisable et constitue une source de revenus ou de nourriture. Le bois est utilisé comme combustible, les feuilles et les fruits comme fourrage pour les chèvres et l'huile extraite de l'amande par les femmes est utilisée en alimentation humaine et en médecine traditionnelle (M'hirit et al., 1998 ; El Aich et al., 2007).

C'est un arbre thermophile, xérophile et adapté aux régions arides et peut survivre aux conditions de sécheresse. Il appartient à l'étage inframéditerranéen (type océanique de l'étage thermoméditerranéen inférieur) et pousse à l'état sauvage et en abondance dans les régions arides et semi-arides du Sud-ouest marocain. Ces dernières sont caractérisées par climat doux en général et un contraste thermique atténué. Cette zone s'étend de Safi jusqu'à la frange saharienne et limitée par l'océan Atlantique à l'ouest et l'Atlas à l'est (Prendergast & Walker, 1992 ; Msanda, 2005).

L'aire de l'arganier se dégrade d'année en année sous l'effet conjugué de l'accroissement de la population et du cheptel de l'apparition des cultures intensives (notamment le maraîchage sous serre), avec comme corollaires : le déboisement, le surpâturage, la désertification et l'exode accentué des populations rurales vers les villes de la région (M'hirit et al., 1998). Si les rares tentatives de reconstitution par transplantation opérées jusqu'à maintenant ont connu un peu de réussites dans certaines régions, dans la majorité des cas, elles ont enregistré des échecs dus entre autres au déficit hydrique et le manque de collaboration entre les gestionnaires et les chercheurs.

Malgré l'importance économique, sociale et environnementale de cet arbre et les efforts déployés par les Eaux et Forêt pour sa régénération, peu de travaux ont concerné son installation hors de son biotope au Maroc et à l'étranger (-Smith, 1884 ; Van Den Berghe, 1889 ; Chevalier, 1953 ; Rieuf, 1962 ; Montoya, 1984- cités par Nouaïm, 2005). Les tentatives les plus intéressantes restent dans le semi-aride de l'Espagne, l'Algérie et l'Israël qui ont connue un peu de succès (Nerd et al., 1998). Les facteurs de pluviométrie, d'humidité, de froid et des particularités liés au système racinaire, demeurent peut-être les obstacles majeurs pour l'extension et la bonne réussite des opérations de plantation et de reboisement de l'arganier dans les zones arides continentales à l'instar des régions présahariennes (Msanda, 2005). Dans ces zones, la quantité de pluie est généralement faible pour permettre la plantation sans apport d'eau ($P < 250$ mm). En plus, le froid qui règne dans ces régions reste l'obstacle majeur de l'extension l'arganier et plusieurs autres espèces (Sakai & Larcher, 1987). La diversité génétique de l'arganier (Le Maire en 1929 distinguait déjà deux variétés *var. apiculata* et *var. Mutica*) et sa large élasticité qui se trouve au Maroc depuis 0 à 2000 mètres, nous a poussés à installer un essai au domaine expérimental d'Er-Rachidia dans le but de voir s'il y a possibilité de son extension dans la région de Tafilalet, de suivre son comportement et son installation.

Matériels et méthodes

La présente étude se déroule au domaine expérimental d'Errachidia. Ce dernier est localisé dans une zone écologique présaharienne, situé géographiquement entre le croisement de 2 routes principales N° 21 reliant Meknès-Rissani et N° 32 reliant Agadir-Bouarfa (Longitude 4°25' Ouest, latitude 31°75' Nord et altitude de 1060 m). Le sol de la parcelle d'essai est sablonneux-limoneux. Les précipitations moyennes annuelles sont de 150 mm (Figure 2) et les températures d'été peuvent atteindre 50°C. L'handicap majeur est l'évaporation estimée à plus de 3000 mm/an.



Le site a été classé comme subdésertique ($P/ETP = 0.063$) avec un hiver froid ($-1 < m = 0.9 < 1$) (Le Houérou, 1995) (m représente la température moyenne minimale du mois le plus froid, représentant le stress thermique hivernal). Le quotient pluviothermique «Q2» d'EMBERGER pour la station d'Errachidia est de 13.44, ce qui la place d'après le climagramme pluviothermique dans l'étage aride inférieur à hivers frais. Ce coefficient se rapproche des coefficients de Goulmine (13.6) et Taфраout (15.9) qui présentent l'arganier à l'état naturel (M'hirt, 1998)

L'essai qui a commencé en 2005 consiste à étudier le comportement de l'arganier au contexte présaharien et de tester l'impact des blocs en ciment et trois cadences d'irrigation sur l'installation et la croissance de l'arganier. Les blocs en ciment ont été confectionnés manuellement pour forcer la croissance racinaire en profondeur. Ainsi des cylindres sans fond de 25 cm de diamètre et 75 cm de longueur ont été confectionnés artisanalement. Ce cylindre permet de canaliser l'eau d'arrosage en profondeur, évite la diffusion de l'eau latérale et limite l'évaporation en mettant l'eau d'arrosage à l'abri de la chaleur (Figure 1). La composition du bloc adopté est de 15% de ciment mélangé avec 85% de sable. Cette composition a été adoptée de sorte à favoriser la désintégration du bloc avec le temps. Ce cylindre a coûté 35 Dh de plus pour chaque trou de plantation.

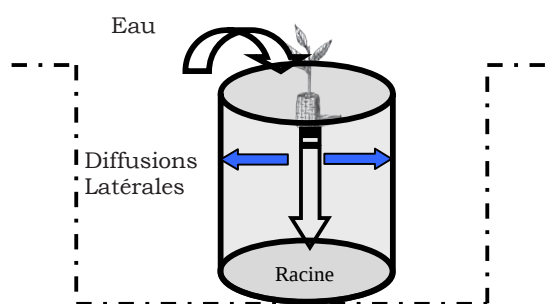


Figure 1 : Disposition du bloc en ciment dans le trou de plantation

Pour comparer la méthode du fibrociment avec la méthode normale de plantation, un dispositif expérimental split plot a été préparé. L'essai compare 3 fréquences d'irrigation croisées avec la présence ou l'absence de fibrociment, soit 6 traitements au total. La fréquence d'irrigation occupe les grandes parcelles alors que les blocs en ciment occupent les petites parcelles. Les fréquences adoptées pour cet essai sont une, deux et trois fois par mois (F1, F2 et F3). La quantité apportée par plant est 15 l. Les fréquences d'irrigation ont été effectuées durant la période allant du mois de février 2006 jusqu'au mois de septembre 2007.

Les plants de l'arganier issu de la multiplication par graine proviennent des eaux et forêts de Taroudant.

Tous les essais ont été répétés trois fois. Les résultats, présentés sous forme de courbes ou d'histogrammes, rejoignent le plus souvent des valeurs moyennes encadrées par leurs écarts-types, ces derniers ont été réalisés par le logiciel SPSS (version 12). Les résultats sont soumis à l'analyse de la variance à deux facteurs fixes et les moyennes sont comparées selon le test de Newman et Keuls au seuil de 5% d'erreur, basée sur la plus petite amplitude significative. Les variables mesurables sont le taux de réussite, la croissance de la tige principale, le diamètre et la phytomasse.



Résultats et discussions

Taux de survie

Durant la phase initiale, le taux de mortalité a été de 24,43% pour l'arganier. Ce taux a été réduit à 11,1% après le regarni effectué durant l'année suivante (figure 2). Ces mortalités sont réparties selon la saison et sur les différentes variables étudiées d'une façon plus ou moins homogène, c.-à-d. qu'on n'a pas relevé de différences significatives selon le test de Newman et Ke

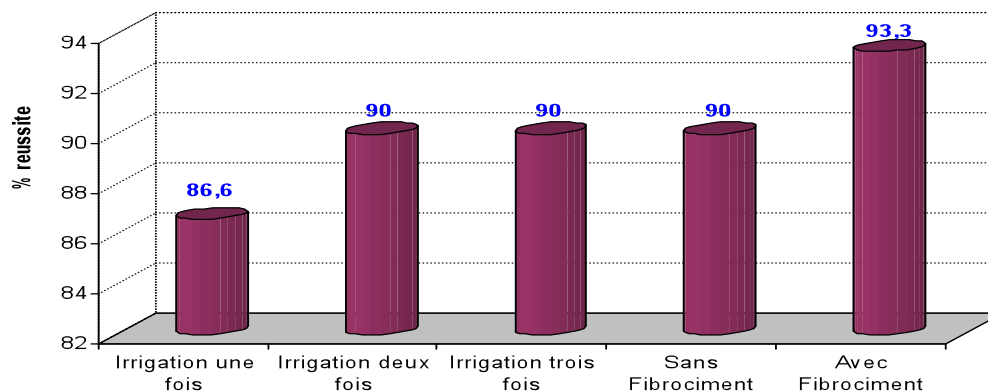


Figure 2 : Taux de réussite des plants de l'arganier réparti sur les différents traitements

La période de transplantation, la faible taille initiale des plants transplantés (nos plants avaient une taille moyenne initiale de 16cm), un système racinaire peu développé et déformé (sachet en plastique qui forme le chignon), le stress hydrique que connaît la région d'Errachidia, le développement des mauvaises herbes consommatrices d'eau et le froid sont peut être les principaux facteurs des mortalités enregistrés chez l'arganier. En fait, la période de transplantation d'automne ne semble pas propice pour l'installation de l'arganier. Le Floc'h (1988) signale que la période de transplantation ne doit pas être pratiquée durant la période de froid (cité par El Euch, 2000), ceci est notre cas, puisque la plantation a été effectuée juste avant la période du froid.

La transplantation de l'arganier a fait l'objet de plusieurs études. Nouaïm (2005) signale que la réussite de transplantation dépend plutôt des soins particuliers donnés au système racinaire assurant la longueur du système pivotante et surtout une ramification adéquate. Le système secondaire est aussi essentiel pour la symbiose mycorhizienne, c.-à-d. l'association avec les champignons du sol qui les aident à prélever l'eau et les éléments nutritifs (Nouaïm et al., 1993). L'étude faite sur plusieurs clones très différents a révélé que l'arganier est très dépendant de la symbiose mycorhizienne (Nouaïm et Chaussod, 1994 ; Nouaïm et al., 1994 ; Nouaïm et al., 1995 ; Echairi et al. 2008). Le système racinaire est aussi influencé par le type de conteneur (Alouani & Bani-Aameur, 2004), les caractères transmis par le conteneur conditionnent la réussite de la transplantation et la stabilité des arbres aux différents stress environnementaux. Dans ce sens, Alouani & Bani-Aameur, (2004) recommandent l'usage des plateaux de semis qui produisent des plants de qualité. En outre, le préconditionnement (acclimatation) à la sécheresse appliqué au niveau de la pépinière favoriserait la réussite des reboisements en conditions hydriques sévères (M'hirit et al., 1998 ; Van Den Driessche, 1991).

Enfin, le problème majeur rencontré chez l'arganier puisque c'est une essence thermophile c'est le climat vigoureux d'Errachidia. En fait, les faibles températures et les gelées successives du mois de janvier ont causé l'éclatement des tissus et le dessèchement subséquent de 30% des plants de l'arganier durant la première année. Ces plants ont repris par la suite pendant le mois de mars grâce au système racinaire qui a survécu au froid hivernal.



La deuxième année a été plus frappante en terme de dessèchement de plants, ainsi 35,6% ont été desséchés complètement, 45,2% desséchés partiellement et seulement 15,6% sont restés verts. Cette constatation de dessèchement et de reprise a été maintenue durant six ans (2005-2011) (Figure 3). Smith (1882) dans un jardin botanique en Angleterre note aussi que les gelées ont été fatales pour l'arganier. Les moyennes des températures du mois le plus froid (m) du biotope de l'arganier varient entre 3 et 7 (Peltier et al., 1990), ce qui n'est pas le cas de notre région d'étude, puisque (m) a varié de 0.8°C (en 2010) à 2.8°C (en 2009) durant la période d'essai, d'où le problème du dessèchement des plants. On peut dire l'arganier n'a pas montré des signes de résistance au froid au niveau de la partie aérienne, mais malgré ce problème, l'arganier a été capable de reprendre soit à partir des tiges desséchées (seules les feuilles sont desséchées), soit à partir du système racinaire de la base. Le contraste observé lors du dessèchement des plants (vertes et partiellement desséchées, totalement desséchées) peut être expliqué par la diversité génétique des plants de l'arganier issus d'une multiplication sexuée. Plusieurs études faites sur plusieurs clones très différents confirment cette diversité (Nouaïm et al., 1993 ; Nouaïm et al., 1995 ; Alouani & Bani-Aameur, 2004 ; Majourhat et al., 2008 ; Bellefontaine, 2010). Bien que le durcissement au froid soit sous contrôle génétique, des signes de l'environnement conduisent parfois à des changements physiologiques et biochimiques dans l'usine de la plante, induisant une plus grande tolérance (Xin and Browse, 2000 ; Poirier et al., 2010). Le cas de l'arganier nécessite des études physiologiques pour se prononcer sur ce sujet.

Paramètres de croissance et de biomasse de l'arganier

L'analyse des données statistiques révèle l'inexistence de différences significatives pour les variables mesurables (Hauteur, diamètre, phytomasse aérienne), ceci se justifie par les taux de mortalité et de dessèchement élevés enregistrés chez les jeunes plants de l'arganier. Toutefois, vers le mois de septembre de la première année, on a constaté des différences qui se profilent à mesure du temps pour le facteur fréquence d'irrigation, la différence entre les fréquences F3 et F2 (qui se joignent vers la fin de 2006) dépasse de 16,17% la fréquence F1 (Figure 4). La croissance de l'arganier durant la première année a été très lente, les gaines enregistrées durant cette période pour les cadences 1, 2 et 3 sont respectivement 14,83 cm, 19,24 cm et 21,63 cm (Figure 4). Durant, l'année 2007, on a constaté une régression des plants de la F2 par rapport à la F3. La différence entre la F3 et la F1, F2 a atteint en 2008 respectivement 20.8% et 18.7%. L'effet du froid et les précipitations relativement favorables enregistrées durant les campagnes 2006, 2007 et 2008 avec respectivement 230.9, 188.7 et 333.5 mm avaient en quelque sorte des effets limiteurs sur le facteur fréquence d'irrigation.

Aussi, les blocs en ciment n'ont pas affecté la croissance aérienne des plants de l'arganier, ce qui est encore surprenant, c'est que vers la fin de l'essai, des différences ont commencé à se profiler en faveur des plants sans fibro-ciment. La différence a atteint vers la fin de l'essai entre les deux traitements 10.7% (Figure 5). Ceci est peut-être dû aux campagnes agricoles relativement favorables qu'a connues la région d'Errachidia durant les années de déroulement de l'essai et l'épanouissement racinaire des plants sans bloc en ciment.



Figure 3 : Plant sain, puis dessèchement par le froid et enfin reprise



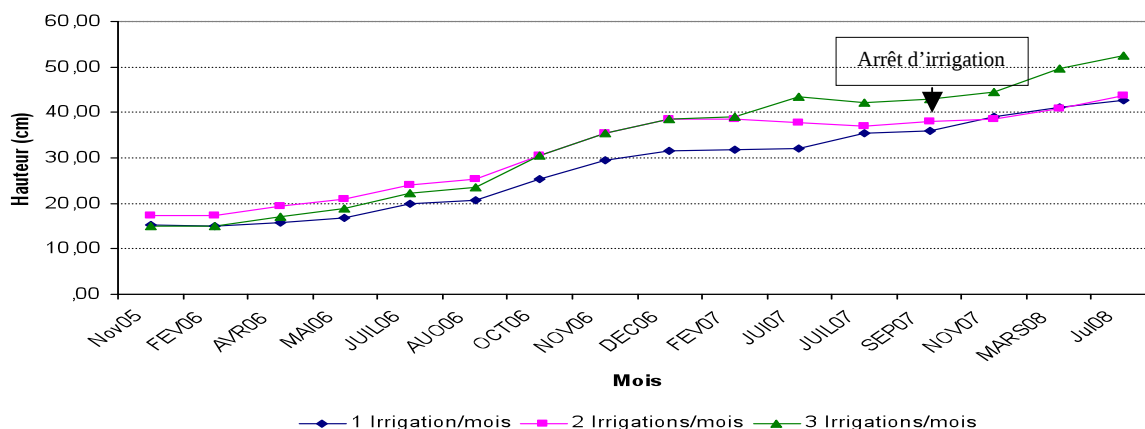


Figure 4: Effet de la fréquence d'irrigation sur l'évolution de la croissance en hauteur de l'arganier

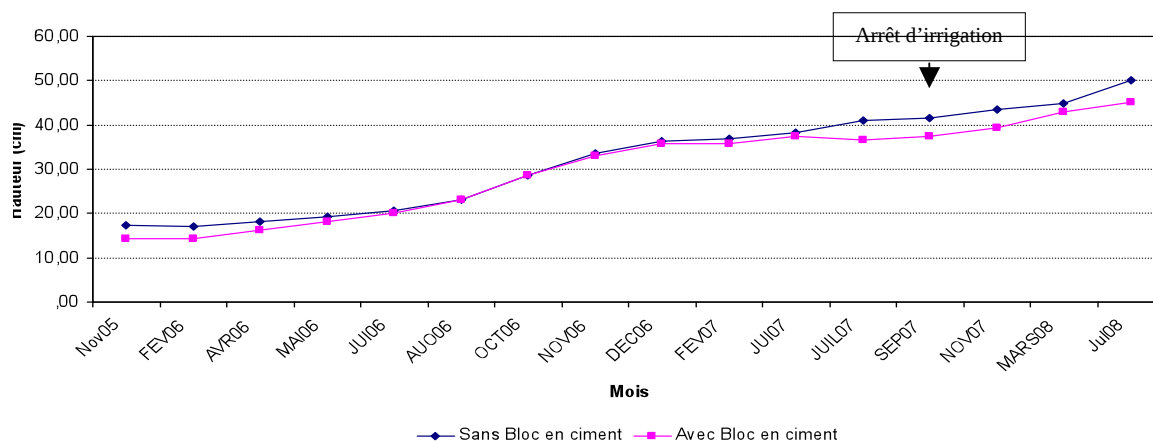


Figure 5: Effet du bloc en ciment sur l'évolution de la croissance en hauteur de l'arganier

La tendance de croissance lente de l'arganier a été confirmée auparavant par Boudy (1950) qui signalé une croissance de l'ordre de 0.2 à 0.3 m par an et M'Hirit et al. (1998) qui a signalé 0.38 m durant les vingt premières années. Le rythme de croissance de l'arganier a été très lent depuis le début de la transplantation au mois de novembre jusqu'au mois d'août (figures 3 et 4). Ce n'est qu'à partir du mois de septembre qu'on a noté une réelle augmentation de la taille des plants selon les différentes classes. Cela est dû à la physiologie de l'arganier de type C3, qui présente le maximum de photosynthèse lorsque les températures descendent de 30°C. Selon Thakur et Rai (1982), le déficit en eau est le facteur principal du retard de la croissance du végétal. Ceci est notre cas, puisque la période estivale enregistre des demandes climatiques très élevées se traduisant par une réduction de la croissance en hauteur et la diminution du nombre des feuilles. L'apport de mycorhization pourra très vraisemblablement accélérer la croissance des plants de l'arganier (Nouaïm et Chaussod, 1994 ; Echairi et al., 2008).

Le paramètre de la phytomasse aérienne selon les deux facteurs est reporté dans les figures 6 et 7. D'après ces courbes, on constat que l'arganier a bien bénéficié de l'irrigation surtout durant la phase initiale de développement des plants. Ainsi, les plants qui ont reçu plus d'eau (F3) se distinguent légèrement des autres (différences non significatives). Après l'arrêt de l'irrigation, on a constaté une recrudescence de plants de la F1 par rapport à la F2. Concernant le bloc en ciment, la différence entre les deux traitements de 10 g est très insignifiante.



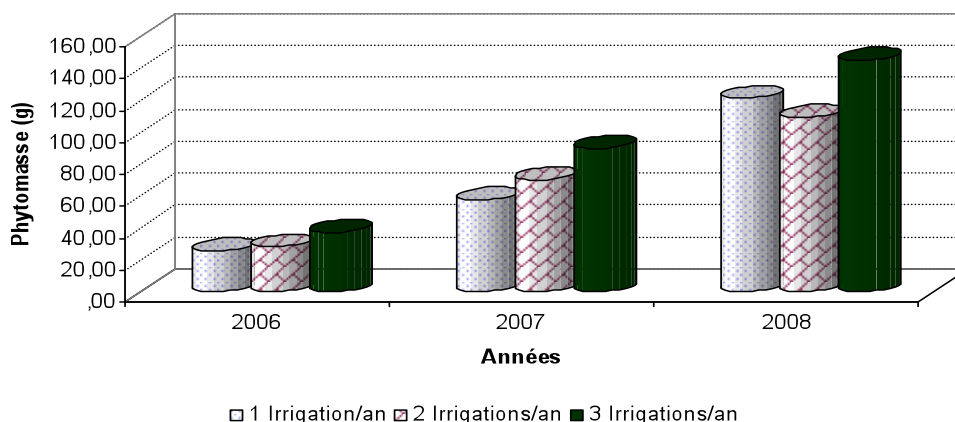


Figure 6: Effet de la fréquence d'irrigation sur l'évolution de la phytomasse aérienne de l'argan

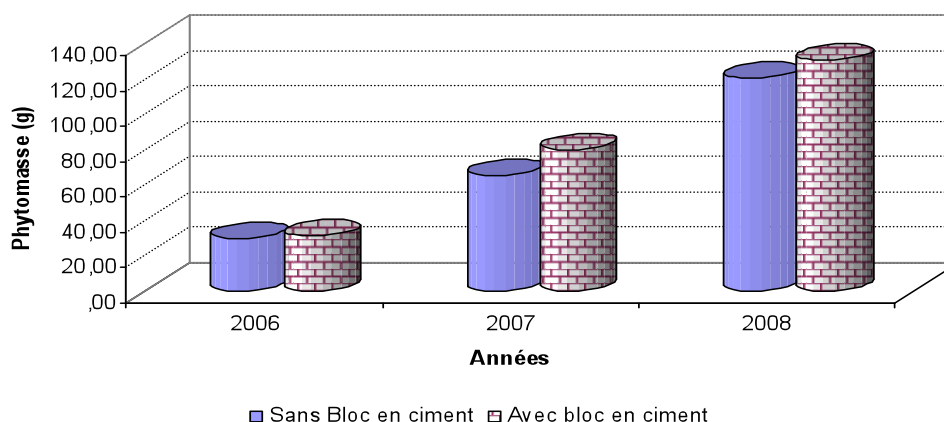


Figure 7 : Effet du fibrociment sur l'évolution de la phytomasse aérienne de l'arganier

L'accumulation de la phytomasse aérienne est fonction de la fréquence d'irrigation. Les facteurs étudiés n'ont pas révélé de différences significatives, le froid a été le principal facteur qui a limité l'évolution de l'arganier et les écarts qui commençaient à se différencier concernant principalement le facteur fréquence d'irrigation ont été dissipés par le froid.

L'impact du fibrociment est quasi nul sur tous les paramètres mesurables. Cependant, les observations effectuées sur le profil racinaire révèlent une nette différence entre la tendance des racines des plants établis sans et à l'intérieur des blocs en ciment. Les plants à l'intérieur du bloc ont tendance à densifier leur système racinaire autour de la paroi bloc et à se développer en profondeur. Par contre pour les plants sans fibrociment, les racines ont tendance à se développer dans toutes les directions (Figure 7). Le manque d'eau affecte la distribution de la biomasse chez les plantes stressées (Ledig, 1983), ceci est lié à la complémentarité des fonctions de croissance des parties racinaires et aériennes (Monroy-Ata et al., 1989). Pour le cas de l'arganier, il semble allouer au départ plus de ressources pour le développement racinaire. Ce trait est considéré par plusieurs auteurs comme un critère de résistance à la sécheresse (Davidson, 1969 ; Van Hees, 1997).

Enfin, nous aimerions signaler deux pieds dont un a atteint presque 2 mètres sont arrivés au stade floraison, mais le froid a freiné leur croissance durant l'année suivante.





Figure 8: À gauche, profil racinaire sans fibrociment, à droite, profile racinaire avec fibrociment

Conclusion et recommandations

Ce travail avait pour but d'étudier le comportement de l'arganier et de tester l'impact des blocs en ciment et trois cadences d'irrigation sur l'installation et la croissance de l'arganier. Cette étude a permis de dégager les conclusions suivantes :

Le taux de survie après deux années est de 89.9% pour l'arganier. Le fibrociment n'a pas d'effet sur l'installation des deux espèces. Le taux de survie peut être amélioré par les conditions d'élevage des plants, par l'apport des mycorhizes, et en plantant durant le début de printemps.

L'arganier est une essence thermophile et xérophile, il exige un climat doux en général, à contrastes thermiques très atténués. Au niveau de la région d'Eraachidia caractérisé par des contrastes thermiques accentués entre l'hiver et l'été, le froid a été fatal sur la croissance de l'arganier, 30% de plants desséchés durant la première année et plus de 80% pendant la deuxième année. Ces effets ont orienté l'arganier vers une croissance en buisson avec plusieurs ramifications. Cependant, la différence de comportement vis-à-vis du froid observé chez les individus de l'arganier laisse un espoir pour l'installation de cette espèce dans la région de Tafilalet, surtout pour des zones caractérisées par un faible contraste thermique comme Alnif.

La croissance en hauteur est relativement lente durant les premières années. Le gain moyen de 19 cm pour l'arganier a été observé durant la première année. La fréquence d'irrigation n'a pas révélé de différences significatives, les taux de mortalité et de dessèchement de plants ont biaisé l'analyse des résultats.

La tendance de croissance racinaire diffère selon le système de plantation, les individus plantés sous bloc en ciment ont tendance à densifier leur système racinaire et s'accroître en profondeur, alors que les individus sans fibrociment ont un système racinaire dispersé et peu dense.

L'introduction de l'arganier dans la région d'Er-Rachidia a montré quelques limites quant à son adaptation. Si on veut vraiment continuer la recherche, nous recommandons de mener des études sur les aspects physiologiques de la plante (en relation avec le froid), de mettre l'accent au départ sur le choix des zones à contraste thermique atténué (ex : Alnif) et surtout de travailler sur la sélection de génotypes adaptés, en particulier les génotypes qu'en trouvent dans les hautes montagnes (adaptés au froid). Ces derniers peuvent présenter des lueurs d'espoir d'introduction de l'arganier dans le Tafilalet.



Références bibliographiques

- Alouani, M. & Bani-Aameur, F.** Argan (*Argania spinosa* (L.) Skeels) seed germination under nursery conditions: Effect of cold storage, gibberellic acid and mother-tree genotype. *Annals of Forest Science*, 2004, Vol. 61, No°2, p. 191-194.
- Bellefontaine, R.** De la domestication à l'amélioration variétale de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels). *Sécheresse*, 2010, Vol. 21, No° 1, p. 42-53.
- Boudy, P.** *Économie forestière nord-africaine. Tome II, monographie et traitement des essences forestières*. Paris : Fasc. I, Édit. LAROSE, 1950, 525 p.
- Boudy, P.** Arganier (*Argania spinosa*). In: BOUDY, P. (ed.) *Guide du Forestier en Afrique du Nord*. Paris : Edit. LA MAISON RUSTIQUE, 1952. p.185-195.
- Davidson, R. L.** Effects of soil nutrients and moisture on root/shoot ratios in *Lolium perenne* L. and *Trifolium repens* L. *Annals of Botany*, 1969, Vol. 33, p. 571 – 577.
- Echairi, A., Nouaïm, R. & Chaussod, R., 2008.** Intérêt de la mycorhization contrôlée pour la production de plants d'arganier (*Argania spinosa*) en conditions de pépinière. *Sécheresse*, 2008, Vol. 19 (4): 277-281.
- El Aich, A., El Assouli, N., Fathi, A., Morand-Fehr, P., Bourbouze, A., 2007.** Ingestive behaviour of grazing goats in the southwestern argan forest of Morocco **Small Ruminant Research**, 2005, Vol. 70, No 2, p.248-256.
- El Euch, F.** Rôle de l'Acacia cyanophylla dans l'alimentation du cheptel en Tunisie. In Sulas L. ed. *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses = Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne*. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 2000. p. 431-434 (Cahiers Options Méditerranéennes ; v. 45).
- Le Houérou, H.N.** *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation*. Montpellier : CIHEAM-IAMM, 1995. 396 p. (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches ; n. 10). ISBN 2-85352-146-X.
- Ledig, F. T.** The influence of genotype and environment on dry matter distribution in plants. In: HUXLEY, P. A, ed. *Plant research and agroforestry*, Proc Consultative Meeting, International council for research in agroforestry. Nairobi (ICRAF), 1983, p.427 – 454.
- Majourhat, K., Jabbar, Y., Hafidi, A. & Martínez-Gómez, P.** Molecular characterization and genetic relationships among most common identified morphotypes of critically endangered rare Moroccan species *Argania spinosa* (Sapotaceae) using RAPD and SSR markers. *Annals of Forest Science*, 2008, Vol. 65, No 8, p.805.
- M'hirit, O., Benzyane, M., Benchekroun, F. El Yousfi, S.M., Bendaanoun.** *L'arganier, une espèce fruitière, forestière à usages multiples*, Mardaga : PRIMONT (Belgique), 1998. 151p. ISBN/ISSN : 978-2-87009-684-0
- Monroy-Ata, A., Floret, Ch., Pontanier, R. et Rambal, S.** Rapport entre la biomasse racinaire et aérienne de plantes pérennes de la zone aride pendant la période d'installation. In: Di Castri, F., Floret, CH., Rambal, S., Roy, J, ed. *Time scales and water stress*. Proceedings of the 5th International Conference on Mediterranean Ecosystems (MEDECOS V). Montpellier: UIBS pub, 1989, p.247 – 53. ISBN°9290460725.
- Msanda, F.** Biodiversité et biogéographie de l'arganeraie marocaine. *Sécheresse*. 2005, Vol. 14, No 4, p.357-64.
- Nerd, A., Irijimovich, V. & Mizrahi, Y.** Phenology, breeding system and fruit development of argan (*Argania spinosa*, Sapotaceae) cultivated in Israel. *Economic Botany*, 1998, Vol. 52 No 2, p.161-167.
- Nouaïm, R., Chaussod, R., EL Aboudi A., Schnabel C. et Peltier J.P.** L'Arganier. Essai de synthèse des connaissances sur cet arbre. In : Riedacker, A., Dreyer, E., Pafadnam, C., Joly, H., Bory, G. Ed. *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides*. Paris : JOHN LIBBEY EUROTEXT, 1993. pp 373-388. Groupe d'étude de l'arbre, Observatoire du Sahel et du Sahara. ISBN : 2-7420-0019-4



Nouaïm, R. et Chaussod, R. Mycorrhizal dependency of two clones of micropropagated Argan tree (*Argania spinosa*) : I) Growth and biomass production. *Agroforestry Systems*, 1994, Vol. 27, No 1, p. 53-65.

Nouaïm, R., Lineres, M., Esvan, J.M., & Chaussod, R. Mycorrhizal dependency of two clones of micropropagated Argan tree (*Argania spinosa*) : II) Mineral nutrition. *Agroforestry Systems*, 1994, Vol. 27, No 1, p. 67-77.

Nouaïm, R. *L'arganier au Maroc : entre mythes et réalités*. Paris : L'HARMATTAN, 2005. 230p. ISBN : 2-7475-8453.

Peltier, J.P., CARLIER, G. & ELABOUDI, A. Evolution journalière de l'état hydrique des feuilles d'arganier [*Argania spinosa* (L.) Skeels] sous bioclimat aride à forte influence océanique (plaine du Sous, Maroc). *Acta oecologica*, 1990, vol. 11, No. 5, p.643-668.

Poirier, M., Lacointe, A. & Ameglio, T., 2010. A semi-physiological model of cold hardening and dehardening in walnut stem. *Tree Physiology*, 2010, Vol. 30, No 15, p.1555–1569

Prendergast, H.D.V. et Walker, C.C., 1992. The Argan Multipurpose tree of Morocco. *Kew Magazine*, 1992, Vol. 9, No 9, p.76–85.

Sakai, A. & Larcher, W. *Frost survival of plants. responses and adaptation to freezing stress*, Berlin : SPRINGER-VERLAG, 1987, 321p. ISBN 0387173323

Thakur, PS. et Rai, VK. Dynamics of Amino-Acid Accumulation of 2 Differentially Drought Resistant Zea-Mays Cultivars in Response to Osmotic Stress. *Environmental and Experimental Botany*, 1982, Vol. 22, No 2, p. 221-6.

Van Den Driessche R. Influence of container nursery regimes on drought resistance of seedling following planting. I. Survival and growth. *Canadian Journal of Forest Research* 1991, Vol 21, No 5, p.555-65.

Van Hees, A. F. M., Growth and morphology of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings in relation to shading and drought. *Annals of Forest Science*. 1997, Vol. 54, No 1, p.9–18.

Xin, Z. & Browse J. Cold comfort farm: the acclimation of plants to freezing temperatures. *Plant, Cell and Environment*, 2000, Vol. 23, No 9, p.893–902.

