

**ALGERIE, PLANTES DES MILIEUX SEMI-ARIDES ET  
ARIDES  
(Tome 1)**



**Recueil d'articles réalisé par Djamel BELAID**  
Ingénieur Agronome

SOMMAIRE

CHAPITRE  
L'ACACIA

CHAPITRE  
L'ARGANIER EN ALGERIE

CHAPITRE  
ATRIPLEX

CHAPITRE  
L'OPUNTIA, UNE UTILISATION MULTIFORME

## CHAPITRE

# L'ACACIA

### UN ARBRE POUR CHANGER LE MONDE ... «ACACIAS FOR ALL»

Aurélie Machghoul Lundi, 23 Juillet 2012

Elle arrive un peu en retard à notre rendez-vous mais ce n'est pas bien grave car Sarah Toumi, 24 ans, enchaîne les rendez-vous depuis quelques temps. Elle cherche des financements et des soutiens pour le projet « Acacias for all », projet qui lui tient tant à cœur et qui a été primé par Ashoka (organisation internationale de soutien aux entrepreneurs sociaux).

« Acacias for all » c'est un vaste programme de lutte contre la désertification, la pauvreté et l'inégalité des genres en Tunisie. Tout commence dans le gouvernement de Sfax dans les années 2006-2007 pour aboutir en 2012 à une collaboration entre 5 agriculteurs tunisiens, 500 femmes rurales du village de Bir Salah et 4 jeunes tunisiens en France.

#### « Acacias for all » : un projet solidaire

En avril 2012, 1000 arbres ont été plantés, l'objectif est d'atteindre 10 000 arbres en 2013. Le principe est le suivant : grâce à un système de sponsoring et la générosité de donateurs, l'association Ajmi Toumi met en place dans le village de Bir Salah une serre, procède à l'achat du matériel agricole, au forage d'un puits et à l'achat des plants d'acacias. Après 2 ans passés en pépinière, 5 acacias sont donnés gratuitement à chaque femme qui adhère au projet (au nombre de 500 aujourd'hui). L'objectif est que chacune de ces femmes prenne soin de ses 5 acacias. Chaque arbre produit à partir de sa 3ème année de vie de la gomme arabique, matière recherchée sur le marché de l'agro alimentaire (plus de 10 000 produits en contiennent) et de la cosmétique européenne. Un arbre produit en moyenne par an 2 kg de gomme arabique. 1kg de gomme arabique est vendu 18 euros. Le projet « Acacia for all » permet donc à ces femmes d'avoir des revenus complémentaires via la production et la vente de gomme arabique issue des acacias. Ces revenus complémentaires sont estimés à 500 euros/an et par femme. Ils constituent une alternative adaptée aux nouvelles conditions climatiques aux mauvaises récoltes résultant de la sécheresse et de la désertification.

Mais là où l'équipe de l'association Ajmi Toumi a su faire fort c'est d'offrir la possibilité de compenser leur facture carbone aux entreprises tunisiennes comme aux touristes ou aux Tunisiens résidents à l'étranger en plantant des arbres dans le sud tunisien. Ainsi pour selon les calculs de l'association, pour planter un arbre chez une femme d'une zone rurale, cela coûte 10€ : de la graine à la transplantation. En faisant un don de 10€ vous offrez un arbre, 20€ 2 arbres, etc. Phénomène de mode qui consiste à rendre écolo les activités économiques ou début de pratique plus vertueuse, les faits sont là et les acacias aussi !

#### L'acacia, un arbre aux milles vertus

Tout d'abord parce que c'est un arbre endémique de la Tunisie et qui a tendance à disparaître. Ensuite parce que l'acacia nourrit les sols en azote et que le système racinaire très développé de cet arbre puise l'eau jusqu'à 100m de profondeur et contribue à la fertilisation, à l'amélioration des sols et au développement des cultures maraîchères. De plus, il permet ainsi de lutter contre la désertification qui menace 3/4 des terres tunisiennes. L'acacia en produisant de la gomme arabique procure également des revenus aux femmes.

Enfin, les feuilles de certains arbres qui seront également plantés comme le Moringa oleifera ont la propriété de produire de la farine aux vertus hyperprotéinées qui permette de lutter contre la famine et la malnutrition dans le monde. Le Moringa oleifera, arbre originaire d'Inde, est aujourd'hui très largement répandu à travers les tropiques mais on le retrouve aussi dans des zones très arides comme le Sahara. Cet arbre suscite de plus en plus d'intérêt auprès des ONG, des scientifiques et même des entrepreneurs du fait de la qualité nutritionnelle de ses feuilles, très riches en vitamines, minéraux et protéines. L'huile de Moringa est aussi recherchée dans le cadre de la pharmacie (huile de massage ayurvédique).

### **La coopérative Acacialma œuvrant au développement du commerce équitable**

Le deuxième point important du projet « Acacias for all » est la mise en place à court terme d'une coopérative des femmes de Bir Salah. Celle-ci a pour objectif d'organiser les moyens de production et de commercialisation de la gomme arabique sous un label de commerce équitable. La prime liée à ce label commerce équitable sera utilisée par la coopérative pour des projets communs liés à l'amélioration des conditions de vie. Il s'agit également à travers la coopérative Acacialma qui fonctionnera comme une école de la citoyenneté de permettre à de jeunes diplômés tunisiens de mettre à profit leurs compétences en commerce, communication, marketing, comptabilité (...) pour aider ces femmes à développer d'autres marchés (artisanat, couture, fruits et légumes biologiques...). Ainsi en faisant des femmes les porteuses de projet, l'association Ajmi Toumi via Acacias for all leur donne une voix plus importante au sein de leur village, et leur permet de s'émanciper financièrement mais aussi de se former et d'agir au profit de l'égalité homme/femme au niveau local.

### **Un évènement, « Désert dégage »**

Cerise sur le gâteau, afin de promouvoir le projet « Acacias for all » mais aussi de se questionner sur la désertification (autant d'un point de vue climatique que social ou culturel), l'évènement « Désert dégage » aura lieu au mois de novembre 2012. Des concerts, débats, table-ronde, échanges décentralisés à Bir Salah avec l'envie de développer à l'occasion le tourisme chez l'habitant. Tunisia Rally Tour, organisé par Mythic Events, est le premier partenaire de « Acacias for all »: chaque moto va sponsoriser un arbre, et une halte avec déjeuner est prévue pendant le rallye en novembre 2012, afin de faire travailler les restaurants de Bir Salah et de créer plus de liens entre les participants et le projet.

Vous l'aurez compris, « Acacias for all » est pour l'instant en train de se développer dans le gouvernorat de Sfax où Sarah Toumi a ses attaches mais l'objectif à terme est de voir ce programme faire des petits en Tunisie comme au Maroc, en Algérie ou ailleurs. Dans ce cadre là Sarah Toumi est en lien Kinomé Forest&Life, qui travaille dans le monde entier dans les domaines de la reforestation, la recherche sur l'eau, et la création d'économies alternatives dans les pays touchés par la désertification. Kinomé Forest&Life a travaillé avec de nombreuses entreprises telles que Danone sur des projets de plantation d'acacias car la gomme arabique conserve le ferment actif des Activia... ou Accor sur des projets pluridisciplinaire. Une dimension internationale qui porte haut les couleurs de solidarité, de partage et d'engagement de cette jeune tunisienne.

**Pour plus d'informations :** [www.acaciasforall.org](http://www.acaciasforall.org)

## L'ARGANIER EN ALGERIE

Revue des Régions Arides - Numéro Spécial - n° 35 (3/2014) - Actes du 4ème Meeting International  
"Aridoculture et Cultures Oasisennes : Gestion des Ressources et Applications Biotechnologiques en Aridoculture  
et Cultures Sahariennes : perspectives pour un développement durable des zones arides, 17-19/12/2013  
999 - 1006

### **Effet du stress hydrique sur la germination et la croissance de l'arganier (*Argania spinosa* L.Skeels) en Tunisie**

El Adib Saifeddine, Gaida ahlem, Slim slim, Ben Jeddi Fayçal Laboratoire des sciences horticoles, INATunisie,  
43,avenue Charles Nicole\_Tunis\_Mahrajène Tunisie Email : Seif.eladib@gmail.com

**RESUME** Un suivi de la cinétique de germination in vitro des baies d'argan cueillies à partir de trois arbres d'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) situés dans l'arboretum de l'INATunisie a été réalisé à différentes températures ( $10 \pm 3$ ;  $15 \pm 3$ ;  $20 \pm 3$ ; et  $25 \pm 3^\circ\text{C}$ ), et stress hydrique (0; -0,5; -1; et -3bars). Les baies pré-germées ont été repiquées dans une serre vitrée dans des pots de végétation (15x10cm) remplis de terreau. La croissance caractérisée par la hauteur de végétation, le nombre de feuilles, le diamètre des tiges, la densité des épines, et le nombre d'entre-nœuds des plantules levées a été suivie durant 98 jours suivant la levée. La caractérisation morphologique de 240 baies d'argan fait apparaître une diversité de forme; poids; largeur et longueur. 25% des baies se caractérisent par un poids de 3 à 3,5g et seulement 3% ont un poids de 6 à 6,5g. En phase germinative, la température  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  paraît favoriser la variation du poids la plus élevée de 0,130g. Dans cette situation, Les taux de germination ont varié significativement selon le stress hydrique simulé par le PEG6000 de 52,08% à 0bar (S0) à 4,16% à -3bars (S3). La hauteur des plantules ayant subi une conduite hydrique normale (S0) est dans l'ordre de 40,25cm contre 28 ; 21 et 11cm respectivement pour les plantules provenant des régimes hydriques S1 (-0,5bar), S2 (-1bar), et S3. Mots clé : Germination, argania spinosa, Stress hydrique, PEG, croissance juvénile

### **1. INTRODUCTION**

L'Arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels) est une espèce endémique du Maroc où elle se trouve sous forme de populations (arganeraies). L'arganier a de multiples intérêts, ainsi il est considéré comme arbre forestier, fruitier et fourrager. De plus, cet arbre joue un rôle dans l'équilibre écologique pour lutter contre l'érosion éolienne et hydrique. A l'échelle internationale, prend de plus en plus de l'importance grâce à son huile très recherchée ainsi que ces vertus médicinales et cosmétiques (Charrouf et al., 2002). La régénération naturelle de l'arganier est actuellement très faible voire même absente. Des essais d'introduction de l'arganier en Tunisie ont été réalisés dans un grand nombre de stations entre les années 1963 et 1968 à Tunis (INAT, INRGREF), Korbous, Sousse (INRGREF 2011) mais cette espèce n'est pas encore valorisée. Cette recherche s'intéresse à l'effet des contraintes environnementales comme la température et l'humidité sur la germination des semences qui entrave l'installation et la croissance juvénile de l'arganier sachant que le faible pourcentage de germination des baies d'argan constitue un obstacle au pépiniériste visant la production massive de plants

(Roussel 1995).

### **2. MATERIELS ET METHODES**

#### **2.1. Matériel biologique**

Le matériel biologique utilisé est représenté par des fruits mures cueillis de trois pieds d'arganier *Argania spinosa* L. Skeels A, B et C situés dans l'arboretum de l'INAT.

#### **2.2. Préparation des baies d'argan**

Les fruits d'arganiers mûrs ont été ramassés au dessous de chaque arbre durant la période allant de mi-octobre jusqu'à fin novembre 2011. Ces derniers ont été séchés à l'air libre pendant une semaine puis dépulvés. La cueillette a rassemblé 240 baies au total. Des mensurations ont été réalisées sur ces baies et ont concerné le poids en gramme par baie, les longueurs et largeurs moyennes en cm et par baie. Le poids et la taille des baies ont été réalisés respectivement à l'aide d'une balance de précision et un pied à coulisse. Une scarification manuelle à l'aide d'un papier abrasif afin de faciliter la pénétration de l'eau et de l'oxygène (Roussel 1984; Danthu et al., 1992; Ndour 1997) suivi d'une désinfection des baies afin d'éviter des

contaminations responsables des fontes de semis (Nouaïm 1991; Chaussod et Nouaïm 1994). Cette désinfection consiste à un trempage des baies pendant 30 minutes dans une solution de fongicide comme le Benlate à 1g/l. Puis, les baies ont été lavées 3 fois à l'eau distillée. La

deuxième phase de la désinfection permet d'immerger les baies dans une solution d'hypochlorite de sodium à 50% pendant 30 minutes, puis rincées 3 fois à l'eau distillée.

### 2.3. Etude de la germination des baies d'argan en condition de stress thermo-hydrique

Cet essai est représenté par deux facteurs abiotiques de variation. La température d'incubation: quatre températures différentes ont été testées ( $10 \pm 3^\circ\text{C}$ ,  $15 \pm 3^\circ\text{C}$ ,  $20 \pm 3^\circ\text{C}$ , et  $25 \pm 3^\circ\text{C}$ ); et d'autre part, différents niveaux de potentiel hydrique par l'utilisation de PEG6000 ont été utilisés. Ainsi, des solutions de PEG6000 de concentrations croissantes et induisant des potentiels hydriques également croissants (conformément à l'équation établie par Michel et al., 1973) ont été utilisées pour induire les différents niveaux de stress osmotique testés. Les valeurs du potentiel hydrique testées sont 0; -0,5; -1; et -3bars qui correspondent à 0g/l; 36,24g/l; 72,49g/l; et 143,20g/l concentrations de PEG(Michel et al., 1973). La combinaison des facteurs de variation thermique et hydrique deux à deux fait apparaître 16 traitements. Après désinfection des baies d'argan, ces dernières ont été mises à germer à l'obscurité, sachant que la germination de l'argan est indifférente à la lumière (Danthu et al., 2003). Cette germination a été faite dans des boîtes de Petrie sur du papier filtre avec quatre répétitions par traitement. Chaque boîte comporte 4 baies. Une imbibition a été effectuée chaque fois que l'humidité du papier filtre diminue avec de l'eau distillée ou une solution PEG6000.

### 2.5. Etude de la croissance juvénile des baies pré-germées Installation de l'essai

Les baies pré-germées issues de chaque traitement thermo-hydrique ont été semées dans des pots de végétation contenant un terreau (terreau de multiplication) de type A240, à base de tourbe de sphaigne ayant les caractéristiques suivantes exprimées en % de la masse produit brute (matière sèche: min 30%; matière organique: min 30%; pH= 6,2; résistivité: 5000 Ohm/cm; rétention 70% Ohm/cm). Le semis a été effectué à une profondeur égale à une à trois fois le diamètre de la baie (de 8 à 10 cm). A cette profondeur, une humidité adéquate et une température ambiante favorisent la germination. Les semis ont été échelonnés sur une période de 2 mois. L'arrosage des plantules a été effectué selon le besoin à une cadence de 4 fois par semaine. Chaque pot reçoit l'équivalent de 50ml d'eau. En 98 jours suivant le semis, les plantules de l'arganier

avaient reçu un total de 2,8l d'eau par pot soit 35,66mm. L'irrigation a été faite à l'aide d'un arrosoir de jardinier. Les gouttelettes d'eau doivent être fines afin d'éviter le risque de déterrer les baies. La conduite de l'essai a été faite dans une serre vitrée dont la température moyenne est  $31,57^\circ\text{C}$  (min:  $22,9^\circ\text{C}$ ; max:  $36,2^\circ\text{C}$ ) et l'humidité moyenne est 27,75% (min: 25%; max: 39%).

### 2.6. Analyse statistique

Les différents paramètres étudiés ont été statistiquement analysés moyennant le logiciel SAS (version 9.1). Ces analyses ont porté sur la variance multifactorielle (Durée, température, traitement) en utilisant la procédure PROC ANOVA. La comparaison des moyennes a été effectuée par la méthode LSD au seuil 5%. La signification de la variance a été vérifiée par le test de Fisher au seuil 5%.

## 3. RESULTATS

### 3.1. Effet du stress hydrique et thermique sur la germination des baies d'argan

Evolution du poids des baies d'argan scarifiées L'analyse de variance ( $p < 0,05$ ) a montré que le poids des baies d'argan est soumis à l'effet conjugué de la sécheresse simulée par le PEG6000 et la température (Tableau 1). Par ailleurs un effet significatif associé de ces 2 facteurs a été noté.

Tableau 1. la variation du poids (g) des baies d'argan scarifiées (*Argania spinosa* L. Skeels) selon la température (T); le stress hydrique (S), et le prélèvement

Figure 1. Vitesse d'évolution du poids (en gramme) des baies scarifiées d'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) selon la température T1, T2, T3 et T4, le stress hydrique S0 (0 bar); S1 (-0.5 bar); S2 (-1bar); S3 (-3bars) et le prélèvement pendant 30 jours d'incubation.

Dans les conditions de l'essai, quelque soit la température, l'effet du niveau hydrique a été plus sensible à -3 bars (0,074g). La variation des poids des baies demeure relativement constante dans les autres milieux d'incubation (Tableau 1). Contrairement à l'effet température où la variation des poids des baies d'argan devient significative à partir de  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  (0,130g). Les températures plus basses n'engendrent que de faibles variations et ce dans tous les milieux d'incubation (Tableau 1). A  $10 \pm 3^\circ\text{C}$  l'évolution du poids des baies est très lente (inférieur à 0,002g/j). A partir du 10ème jour, les baies soumises à S2 se caractérisent par la vitesse la plus élevée pour atteindre 0,0058g/j après 30

(...)

jours de mise à germination. Dans ces conditions, un stress hydrique de -3bars, tends à stabiliser la vitesse d'évolution du poids des baies au seuil de 0,002g/j

(Figure 1). A cette température, l'absorption de l'eau par les graines est moins rapide. De même, à  $15 \pm 3^\circ\text{C}$  la vitesse d'évolution du poids des baies augmente mais d'une façon très lente pour les 4 niveaux hydriques pour ne pas dépasser  $0,005\text{g/j}$  après 25j d'incubation (Figure 1). La température  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  favorise la meilleure variation journalière du poids des baies d'argan. le niveau hydrique -3bars entraîne la vitesse d'évolution du poids la plus faible  $0,0048\text{g/j}$  (Figure 1). La température  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  favorise les meilleures germinations des baies d'argan, confirmant ainsi les travaux de (Berka et Harfouch 2001). La température de  $25 \pm 3^\circ\text{C}$  et une pression osmotique de -3bars est moins favorable à une absorption d'eau rapide, engendrant ainsi une variation de poids des baies relativement faible.

Variation de la faculté germinative des baies d'Argan selon le milieu d'incubation Les différentes concentrations de polyéthylène glycol (PEG6000) ont un effet significatif sur la germination invitro des baies de l'arganier ( $p < 0,05$ ). Ainsi la faculté germinative des baies d'argan a été réduite par le stress hydrique simulé. Les baies mises à germination dans l'eau distillée ont favorisé la meilleure germination (52,08%) après incubation à une température de  $20 \pm 3^\circ\text{C}$ . Sous une pression de (-3bars) a favorisé la germination diminue dans l'ordre de 4,16% (Figure 2). Dans les mêmes conditions, (Tazi et al., 2003) ont trouvé que le PEG 6000 a un effet significatif sur la germination in vitro des amandes d'arganier.

Figure 2. Variation des taux de germination (%) des baies scarifiées d'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) selon le niveau de stress hydrique (S0: 0bar; S1: -0.5bar; S2: -1bar; S3: -3bars) à une température de  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  et à l'obscurité

Cinétique de la germination des baies d'Arganier à  $T^\circ$  ( $20 \pm 3^\circ\text{C}$ ) L'évolution des germinations dans le temps a montré que le nombre des baies germées augmente selon une allure sigmoïdale (Figure 3). Cette variation de germination affiche 3 phases. Une phase de latence qui dure de 15 à 30 jours selon l'intensité de la pression osmotique (de S0 à S4). Une deuxième phase d'accélération de germination comprise entre 45 et 52 jours selon la pression osmotique du milieu. Cette phase disparaît à la pression (-1bar). Une troisième phase qui coïncide avec le 70 et 76ème jour après incubation respectivement à une pression osmotique de 0 et -0,5bar.

Figure 3. Cinétique de germination des baies d'argan (*Argania spinosa* L. Skeels) à  $T^\circ$  ( $20 \pm 3^\circ\text{C}$ ) (S0: 0bar; S1: -0.5bar; S2: -1bar; S3: -3bars)

3.2. Effet du stress sur la variation de l'hauteur de la tige des plantules

L'évolution de la hauteur des tiges des plantules d'arganiers issus de la germination des baies sous

diverses conditions de stress hydrique a été suivie durant le stade juvénile pendant 98 jours. Les périodes de levée des plantules a été de 42, 49, 56, et 70 jours respectivement pour les baies issues des régimes hydriques germinatifs S0, S1, S2, et S3 (Figure 4). La taille des plantules a été significativement différente après 98 jours de végétation. Les arganiers ayant subi une conduite hydrique normale en cours de la germination atteignent une hauteur de 40.25cm contre 28, 21, et 11cm respectivement pour les plantules provenant des régimes hydriques S1, S2, et S3. La hauteur des plantules est réduite avec l'augmentation du niveau de stress hydrique au stade germinatif. L'effet du stress hydrique germinatif est observé en phase post-repiquage suite à l'action du PEG sur la pression osmotique du milieu germinatif. Cet effet est similaire à l'action d'un stress hydrique exercé en plein champ sur des plantules d'arganier du sud-ouest du Maroc (Khabou et al 1995; Harrouni et al., 1995).

(...)

Figure 4: Evolution de la hauteur en cm des plantules d'arganier en phase juvénile selon le stress hydrique germinatif

#### 4. DISCUSSION

Après l'étude de la variation du pouvoir d'absorption des baies pour l'eau et l'oxygène, on a constaté que la température joue un rôle essentiel. Ainsi, des températures plus faibles que l'optimum de germination des espèces comme le colza (*Brassica napus* L.) (Puppalaet al., 1999); le tournesol (*Helianthus annuus* L.) (Ebrahimi, 2008); et le gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) (Hussain et al., 2006) tendent souvent à retarder la germination et réduire le pouvoir d'absorption de l'eau par les graines. Ce mécanisme est observé suite à la variation du poids des graines mises à germer. En effet, Nykiforuk et Flanagan (1999) ont montré que des basses températures de 6 et  $10^\circ\text{C}$  entraînent une diminution de la vitesse d'absorption d'eau par les graines de colza pendant la phase d'imbibition (vitesse de germination). Cependant, l'augmentation du niveau du stress hydrique dans le milieu d'incubation des semences induit souvent une diminution de leur faculté germinative. Ce résultat a été confirmé par des recherches sur des différentes espèces (Neffati 1994). En effet, plus la concentration du milieu en PEG augmente plus le pouvoir germinatif diminue. D'autres recherches sur les graines de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) (Tanoh et al., 2008) ont montré l'effet négatif du PEG sur la germination et la durée nécessaire à la levée des graines d'acacia (*Acacia tortilis* subsp. *radiana* L.) (Jaouadi et al., 2010). (taux de germination). Bouzoubaa (1995) et Tazi et al., (2001) ont obtenu des effets similaires du stress salin sur la germination des baies d'argan. La diversité de réaction des espèces au stress hydrique a montré que le test de

tolérance au stade germinatif ne prouve pas nécessairement leur tolérance au stade adulte. Mais, la tolérance à la sécheresse au moment de la germination, constitue, selon les conditions qui suivent une étape avantageuse pour les cycles qui suivent (Grouzis et al., 1986).

## 5. CONCLUSION

La présente recherche vise à explorer d'une part l'effet du stress thermo-hydrique sur la germination des baies d'argan; et d'autre part son impact sur la croissance juvénile des plants d'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels). L'évaluation de la vitesse d'évolution du poids des baies selon la température et le niveau de stress hydrique montre que la température  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  paraît favoriser la meilleure variation journalière des poids. L'impact d'un stress hydrique germinatif sur la croissance juvénile de l'arganier a été démontré. Ainsi, selon la nature du stress hydrique antérieur, la taille des plantules a été significativement différente après 98 jours de végétation. Le suivi de la hauteur de végétation des arganiers ayant subi une conduite hydrique normale en cours de la germination atteignent une hauteur de 40,25cm contre 28; 21; et 11cm respectivement pour les plantules issues des régimes hydriques S1, S2, et S3. De même, Ces résultats montrent que la croissance juvénile de l'arganier installé en condition hydrique optimale se trouve hautement affectée par le niveau d'un stress hydrique antérieur ayant lieu en phase germinative.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-Berka S., et Harfouch A. (2001) : Effets de quelques traitements physico-chimiques et de la température sur la faculté germinative de la graine d'Arganier. *Revue Forestière Française*, Vol.53, N°2, p. 125-130. La Maison Rustique. Paris, 185-195. -Bouzoubaa Z. (1995) : Effet du sel sur la germination de l'arganier *Argania spinosa* L. Skeels Actes du colloque international la forêt face à la désertification "cas des Arganeraies" Faculté des Sciences, Agadir 26-28 octobre, pp. 100-103. -Charrouf Z. (2002) : Valorisation de l'arganier : Résultats et perspectives. In Collin G. et Garneau F.X. (dir.), 5 e Colloque Produits naturels d'origine végétale. Actes du colloque de Sainte-Foy (Québec, 7 au 9 août 2001), Laboratoire d'analyse et de séparation des essences végétales, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, Québec b : 261-270. -Chaussod R., et Nouaim R., 1994. Avantages et inconvénients des différents modes de multiplication de l'arganier. In : Journées de l'Arbre, Marrakech, Avril 1994, 4 p. -Danthu P., Roussel J., et Neffati M. (2003) : La graine et la germination d'*Acacia raddiana*. In : Grouzis M. & Le Floch E., eds. *Un arbre au désert Acacia raddiana*. Paris :

IRD, 265-283. -Danthu P., Roussel J., Dia M., et Sarr A. (1992) : Effect of pretreatment on the germination of *Acacia* Senegal seeds. *Seed Sci. Technol.* 20:111-117. -Ebrahimi A. (2008) : Contrôle génétique de la qualité des graines chez le tournesol (*Helianthus annuus* L.) soumis à la sécheresse. Thèse de Doctorat en Agrosystèmes, Ecosystèmes et Environnement, Université de Toulouse, France. 168p. -Emberger L., 1925. Le domaine naturel de l'Arganier *Bull. Soc. Bot., Paris*, 770-774. -Grouzis M., Legrand E., et Pale F. (1986) : Germination des semences des régions semi-arides du Sahel. In : Actes du colloque Les végétaux en milieu aride, 8-10 septembre 1986, Djerba, Tunisie, 534552. -Harrouni M C., Zahri S., EL Hemaïd A. (1995) : Transplantation des jeunes plantules d'arganier: effet combiné de techniques culturales et du stress hydrique. Actes du colloque international la forêt face à la désertification « cas des Arganeraies », faculté des sciences, Agadir, 26, 27 et 28 octobre 1995 :115-33. -Hussain S., Sajid M., Amin N.U., Alam S., Zafar I. (2006) : Response of Okra cultivars (*Abelmoschus esculentus*) to different sowing times. *Journal of Agriculture and Biological Science*. 1, 55-59. -Jaouadi W., Hamrouni L., Souayah N., et Khouja. (2010) : Etude de la germination des graines d'*Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 643-652. Khabou W., et Trigui A., 1995. Contribution à l'étude de la germination des amandons d'olive au Cv. « Chemlali de Sfax » : Résultats Préliminaires. *Olivae* 55 : 26-30. -Michel B.E., et Kaufman R.M. (1973) : The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant. Physiol.*, 51, 914-916. -Ndour P. (1997) : Comportement de quelques espèces du genre *Acacia* en condition de stress hydrique et salin simulé. DEA : Biologie végétale, Université Cheikh Anta Diop, Dakar (Sénégal) -Neffati M. (1994) : Caractérisation morpho biologique de certaines espèces végétales nord-africaines. Implications pour l'amélioration pastorale. Thèse Doct. Université gent Belgique : 264p. -Nykiforuk CL., Johnson-Flanagan A.M. (1999) : Storage reserve mobilization during low temperature germination and early seedling growth in *Brassica napus*. *Plant Physiol. Biochem* 37: 939-947. -Puppala N., Fowler J., Poindexter L., and Bhardwaj H.L. (1999) : Evaluation of salinity tolerance of canola germination. p. 251-253. In: J. Janick (ed.), *Perspectives on new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA. *Revue des Régions Arides - Numéro Spécial - n° 35 (3/2014) - Actes du 4ème Meeting International "Aridoculture et Cultures Oasisennes : Gestion des Ressources et Applications Biotechnologiques en Aridoculture et Cultures Sahariennes : perspectives pour un développement durable des zones arides*, 17-19/12/2013 -Roussel J. (1984) : Germination des semences forestières: utilisation de l'acide sulfurique en traitement des principales espèces sahéliennes, soudano-sahélienne et exotiques. Fiche technique n°3. Dakar: Centre national de recherches forestières. -Roussel J. (1995) : Pépinières et plantations forestières en Afrique tropicale sèche. Dakar : ISRA-Cirad. -Tazi M R., Berrichi A., Benyounès H. (2003) : Effet du polyéthylène glycol sur la germination et la croissance in vitro de l'Arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) des Beni-Snassen (Maroc oriental). *Science et changements planétaires/sécheresse*. 14, 1, [24/11/2011].



**EVALUATION EN CONTINU PAR DES MESURES SYNCHRONIQUES DE L'AIRE DE REPARTITION DE L'ARGANIER EN ALGERIE**S TABET<sup>1</sup>., M.S.A KECHEBAR<sup>1</sup>., S. KAROUNE<sup>1</sup>, M. BELHAMRA<sup>2</sup> 1

CRSTRA Division Bioressources 2Université Mohamed Khider Biskra / Chercheur associé au CRSTRA

**RESUME**

L'aire de l'Argania spinosa L. de la région de Tindouf en Algérie constitue un des milieux caractéristiques dont l'existence en ripisylve dépend étroitement de l'eau provenant d'oueds et de sources. Cet écosystème joue un rôle écologique et environnemental important et pourrait aussi jouer un rôle économique pour les acteurs locaux. La cartographie constitue un outil de travail pratique et synthétique. Elle est perçue comme un outil d'aide à la décision en aménagement. En même temps, un moyen privilégié d'aide à la définition des objectifs et des opérations de gestion de l'espace constituant un canevas d'intervention pour le gestionnaire. L'aire cartographiée à l'aide de l'outil SIG sur une surface assez réduite, dans un milieu à fortes contraintes et, de plus, soumises au surpâturage, a permis d'envisager une veille écologique. Celle-ci est assurée à travers des mesures et observations effectuées, suivies de sorties de terrains régulières. Ce travail a permis d'évaluer les caractéristiques fonctionnelles de l'écosystème avec une méthode de fragmentation de l'aire de répartition en plusieurs habitats distincts en tenant compte du critère physiognomique de la végétation et de sa dominance et ainsi comprendre les processus de dysfonctionnements. Mots Clés : Argania spinosa ; Tindouf, veille écologique, conservation, SIG.

**SUMMARY**

The area of the Argania spinosa L. the region of Tindouf in Algeria is one of the media characteristics whose existence depends heavily on riparian water from wadis and springs. This ecosystem plays an ecologically and environmentally important and could also play an economic role for local actors. Mapping is a practical tool and synthetic. It is seen as a tool for decision support in development. At the same time, an important means of helping to define goals and operations management area constituting a framework of action for the manager.

The area mapped using GIS on a relatively small area, in a high stress environment and, in addition, subject to overgrazing, has led to consider ecological monitoring. This is achieved through measurements and observations conducted, followed by regular land trips. This work evaluates the functional characteristics of the ecosystem with a method of fragmentation range into several distinct habitats taking into account the distinct criterion physiognomic vegetation and its dominance and thus understand the process malfunctions.

**Keywords:** Argania spinosa; Tindouf, ecological monitoring, conservation, GIS.

**L'INTRODUCTION**

L'arganier Argania spinosa (L). Skeels, est une espèce rustique, xéro-thermophile, qui appartient à la famille tropicale des Sapotacées, dont elle est la seule représentante septentrionale dans la région méditerranéenne (Algérie et Maroc) d'où son endémisme marqué à cette région. Il présente de grands intérêts médicaux (ADLOUNI, 2009) et thérapeutiques (Bennania H. et al. 2009), ceci grâce à l'huile extraite de ses fruits. En outre, celle-ci est très recherchée en cosmétiques comme agent revitalisant la peau et les cheveux. Les peuplements de cette essence jouent un rôle écologique et environnemental important (BEZZALA, 2005). Son aire de répartition géographique, qui a régressé de 2/3 dans sa globalité (Brahim H., 2007) couvre un territoire relativement important en Algérie, dans le Nord-Ouest de la wilaya de Tindouf où cette espèce constitue la deuxième essence forestière après l'Acacia raddiana (DGF., 2009). La superficie de l'arganier a régressé de 40.000 ha à 3000 ha (EL WATAN., 23 Aout 2007). Il forme dans ce territoire des peuplements dispersés, le long des berges des oueds où il trouve les compensations hydriques nécessaires pour son développement. L'étude phytosociologique de l'arganeraie algérienne a été fondée en 1986 (BAUMER et al., 1999). La veille écologique et l'évaluation des caractéristiques fonctionnelles de cet écosystème particulier nécessitent avant tout une délimitation de son aire de répartition (BIORET, 1995) qui nous a permis de distinguer les différents habitats selon les critères physiognomiques observés.

**II. MATERIELS ET METHODE**

La zone d'étude est localisée dans la wilaya de Tindouf, au sud-ouest algérien, limitée au Nord par Oued Drâa (frontière marocaine) et à l'Est par la Wilaya de Béchar, au Sud-est par la Wilaya d'Adrar et au Sud par la Mauritanie, ainsi, elle est limitée à l'Ouest par le Sahara Occidental et le Maroc. Selon les données de l'ONM (1990-2005) et le climagramme d'EMBERGER, la zone d'étude appartient à l'étage saharien à hiver frais avec une

période sèche qui dure toute l'année.

## II.1. Matériels

Une représentation cartographique, qui constitue un outil de travail pratique et synthétique (BENABDELI, 1998), de l'aire de répartition de l'arganier a été réalisée; en utilisant comme support la carte topographique (feuille de MERKALA 1/200.000), la carte de répartition de l'arganier éditée par la DGF en juin 2009 (Fig 01), des MNT de 30 mètres de résolution et des images Google Earth constituées d'une mosaïque d'image Spot (2,5 m) et Digital Globe (60 cm).

Figure 01 : Limite de l'aire de l'arganier de Tindouf (Source : DGF, 2009)

## II.2. Méthode

Un travail de bureau a précédé les sorties sur terrain, où le réseau hydrographique, la toponymie et les limites des frontières Algéro-Marocaine ont été vectorisés à partir de la carte topographique. Les courbes de niveaux, la carte des pentes, la carte des orientations des pentes et la carte d'orographie ont été générées à partir des MNT. La végétation globale a été vectorisée à partir des images Google Earth. Nous avons subdivisé la zone d'étude en mailles géo-référencées (Tazi M R et al. 2003) de deux kilomètres pour chaque côté (4 Km<sup>2</sup>), (Projection UTM, Datum WGS84, zone 29 Nord, Unité mètre) (Fig 02), puis nous avons superposé ce quadrillage de mailles sur les images Google Earth. Cette superposition nous a permis d'obtenir un support pour la prospection sur terrain. Afin de rendre le travail sur terrain plus facile nous avons organisé nos sorties par zone de prospection, où chaque zone englobe 15 carrés géo-référencés (Fig 03). Cette méthode nous a permis de fragmenter l'aire de répartition de l'Arganier en plusieurs habitats distincts, de même la prise en compte du critère physiographique des peuplements, du cortège floristique, du taux de recouvrement et de la typologie des stations sur les plans édaphique et géomorphologique. La fusion de l'ensemble de ces critères a permis de cartographier l'aire de répartition actuelle des peuplements de l'arganier.

Figure 02 : Maillage de la zone d'étude

Figure 03 : Superposition du maillage sur une image Google Earth.

## III. RESULTATS ET DISCUSSION

Le travail terrain est réalisé sur une superficie totale d'environ 296.000 hectares, où nous avons pu délimiter l'aire naturelle de l'arganier, que ce soit sous forme de peuplement ou dispersé par individu. Le résultat du travail bureautique associé à celui fait sur terrain est représenté sous forme d'une carte par la figure.04. La figure.04 représente l'aire de répartition naturelle de l'arganier dans la Wilaya de Tindouf Algérie. Cette aire est constituée principalement de deux périmètres ; périmètre de Touaref Bou Aam et périmètre de Merkala-Targant. Sa superficie totale a été estimée à 96940 hectares, où l'arganier est localisé sur des altitudes allant de 315 à 630 mètres.

### A - Périmètre de Touaref Bou Aam :

ce périmètre correspond à la réserve naturelle de l'arganier qui renferme le plus grand nombre d'arbres d'arganier avec une superficie importante estimée à 72490 hectares. Au sein de ce périmètre nous avons noté que l'arganier est localisé principalement dans quatre oueds à savoir :

¼ Oued El Ma: c'est l'oued qui englobe la densité la plus importante d'arbres d'arganier où il constitue un peuplement pratiquement pur avec la présence de : *Anvillea radiata*, *Retama retam* et *Rhus tripartita*. La densité varie, entre 10 et 15 sujets/ha à partir du 5<sup>ème</sup> Km au nord de la maison forestière, cette densité augmente progressivement jusqu'à atteindre 35 sujets/ha entre le 15<sup>ème</sup> et le 20<sup>ème</sup> kilomètre au nord puis commence à diminuer pour atteindre 4 à 6 sujets/ha.

¼ Oued El Khebi : se situe au nord-est de la maison forestière à environ 6 Km, il s'étale sur une longueur de 40 Km au sein de la réserve naturelle. L'arganier est absent sur la partie sud de l'Oued et commence à faire son apparition sous forme dispersée à partir du 25<sup>ème</sup> Km au nord de la maison forestière pour atteindre 8 sujets /ha. Les principales espèces rencontrées sont : *Acacia raddiana*, *Argania spinosa*, *Retama retam* et *Anvillea radiata*. A ce niveau c'est l'*Acacia raddiana* qui domine sur l'arganier.

¼ Oued Gahouane : il se situe au nord-ouest de la maison forestière à environ 6,5 Km et s'étale sur une longueur de 10 Km. La densité moyenne de l'arganier varie entre 3 et 15 sujets/ha. Les principales espèces rencontrées sont : *Acacia raddiana* (espèce dominante), *Acacia albida*, *Argania spinosa*, *Rhus tripartita* et *Lycium intricatum*. Des traces de charbonnières et de coupes illicites sur plusieurs sujets sont observées au niveau de cet oued (photo 01).

Dans les zones arides et semi-arides d'Afrique du Nord, le surpâturage est généralement considéré comme une cause essentielle de la dégradation des écosystèmes naturels (LE HOUEROU, 1968). En effet, le pâturage illicite dans cette région semble être la contrainte la plus menaçante au développement de cette espèce (photo 02).

Photo 01 : Pâturage illicite

Photo 02 : Charbonnières pour bois d'arganier

<sup>3</sup>/<sub>4</sub>Oued Bouyadine : il se situe au nord-ouest de la maison forestière et il la traverse au sud. Le plus grand sujet d'arganier est enregistré au niveau de cet oued (plus de 12 mètres de hauteur). Les principales espèces notées sont : *Argania spinosa*, *Acacia raddiana*, *Anvillea radiata* et *Rhus tripartitus*. L'Arganier est présent en réseau diffus à épars et il domine avec une densité qui varie entre 7 et 20 sujets/ha. La propagation rapide de la cochenille sur la partie aérienne de l'arganier (feuilles, fruits et rameaux) peut causer des dégâts néfastes en cas d'absence de traitement.

B - Périmètre de Merkala-Targant :

ce périmètre s'étend sur une superficie de 21080 hectares, il est constitué de deux principales zones :

<sup>3</sup>/<sub>4</sub>Zone de Merkala : elle se situe à l'ouest de la maison forestière à environ 32 Km, elle est caractérisée par des pentes relativement faibles, marquées par deux principaux oueds qui s'étalent sur des longueurs de 7,3 et 5 km. Les principales espèces rencontrées au niveau de cette zone sont : *Acacia raddiana*, *Acacia albida*, *Argania spinosa*, *Anvillea radiata* et *Launea arborescens*. Cette zone est à dominance *Acacia raddiana*, les peuplements d'arganier sont généralement en réseau diffus à très épars, avec une densité allant de 7 à 15 sujets/ha. L'aspect des sujets d'arganier est buissonneux où les hauteurs varient entre 01 et 07 mètres. Des traces de termites blanches sont fréquemment observées sur plusieurs sujets d'arganier (photo 03).

<sup>3</sup>/<sub>4</sub>Zone de Targant : elle est située à l'extrême ouest de la maison forestière d'environ 45 Km ; caractérisée par des escarpements rocheux très accidentés où les peuplements d'Arganier sont en réseau dense à diffus avec une dominance en amont de l'oued. La densité varie de 6 à 30 sujets/hectare, cependant la superficie totale de cette essence est moins importante comparée à celle de la zone de Merkala. Les sujets d'Arganier dans la zone de Targant, présentent des feuilles bien développées en longueur et des rameaux moins épineux (photo 04).

Photo 03 : Impact des termites blanches sur l'arganier

Photo 04 : Aspect morphologique des arbres d'arganier de la zone de Targant

Beaucoup de travaux scientifiques s'orientent vers la culture in vitro (MORSLI, 1999) car la régénération des peuplements d'arganier, au Maroc, n'a pas été observée. Cependant, dans la zone de Targant nous avons signalé la présence de la régénération naturelle par semis ou nous avons noté 07 sujets de 30 à 40 centimètres de longueur (photo 05). Les principales espèces rencontrées sont : *Phoenix dactylifera*, *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarix sp.*

## CONCLUSION

La représentation cartographique indique que les formations végétales à *Argania spinosa* sont distribuées le long des lits d'oueds. L'aire de répartition de l'arganier est localisée principalement sur deux périmètres, le plus important est celui de Touaref Bou Aam et le deuxième englobe la zone de Merkala et la zone de Targant, couvrant une superficie totale estimée à 96940 hectares où l'arganier est localisé sur des altitudes allant de 315 à 630 mètres.

Les peuplements d'arganier sont localisés sur différents substrats à savoir : Sablonneux, caillouteux et rocheux. De même, il est présent sur de fortes pentes à Targant, des pentes moyennes avec une importante densité au niveau des ravins qui alimentent Oued El Ma, Oued El Khebi et Oued Bouyadine et sur des pentes faibles avec une densité moins importante à Merkala et la partie sud et sud-est du périmètre de Touaref Bou Aam. L'arganeraie, vu son importance, peut jouer un rôle économique pour les acteurs locaux (RADI N.), 2003) si son utilisation se fait dans un cadre de respect de l'environnement. Cependant nous constatons que le peuplement d'arganier de Tindouf à connu des interventions de coupes illicites, de surpâturage et de charbonnage depuis des décennies. En outre, la présence des bio-agresseurs tel que les termites et les cochenilles, que nous avons fréquemment observé dans le périmètre de Merkala et de Touaref Bou Aam, peut constituer une sérieuse menace en raison de leurs propagation rapide. La carte de l'aire de répartition actuelle de l'arganier en Algérie élaborée, pour la première fois, par le CRSTRA constitue une base fondamentale pour le fondement de toute étude scientifique pour l'élaboration d'outil d'aide à la décision (JOLIVEAU, 1995) en vue de conserver, développer et valoriser ce patrimoine naturel rare qu'est l'arganier.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ADLOUNI A., 2009. Place de la nutrition à l'huile d'argan dans la prévention des maladies cardiovasculaires et des cancers au Maroc. Revue Francophone des Laboratoires n°416, 34p.
2. BENNANIA H., FIET J. et ADLOUNI A., 2009. Impact de l'huile d'argan sur le cancer de la prostate : étude de l'effet antiprolifératif des polyphénols. Revue Francophone des Laboratoires n°416, 23p.
3. BEZZALA A., 2005. Essai d'introduction de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) dans la zone de M'Doukel et évolution de quelques paramètres de résistance à la sécheresse. Thèse de magistère en sciences agronomique. Université de Batna Algérie, 142p.
4. BRAHIM H., 2007. Dynamique socio-économique dans la réserve de biosphère arganeraie (RBA). IAV Hassan II, Complexe Horticole d'Agadir Association Agro-technologies Souss-Massa-Drâa ; In colloque international. 27-28 Avril 2007. Synthèse des communications. Rabat. 68p.
5. DGF., 2009. L'arganeraie algérienne. Numéro spécial, publication du projet ALG/G35, 15p.
6. EL WATAN., 23 aout 2007. L'arganier de Tindouf.
7. BAUMER M. et ZERAIA L., 1999. La plus continentale des stations de l'arganier en Afrique du nord. Revue forestière française, vol.5, N°3, pp 446-452.
8. BIORET F., 1995. Typologie et cartographie des milieux en tant qu'outil de suivi et d'aide à la gestion des réserves naturelles et des réserves naturelles volontaires. Colloque international sur la cartographie pour la gestion des espaces naturels, Saint-Etienne (France) 13-17 novembre 1995.
9. BENABDELI K., 1998. Protection de l'environnement. Quelques bases fondamentales, appliquées et réglementaires. Présentation d'une expérience réussie. Ed. Graphi Pub, Sidi Bel Abbes, 243p.
10. TAZI M R, BERRICHI A et HALOUI B., 2003. Esquisse cartographique de l'aire de l'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels au Maroc nord-oriental. Bulletin de l'Institut scientifique, Rabat, section Sciences de la vie, 2003, n°25, pp 53-55.
11. LE HOUEROU H.N., 1968. La désertification du Sahara septentrional et des steppes.
12. MORSLI A., 1999. Essai de vitro propagation de l'arganier : *Argania spinosa* L. Skeels à partir de vitro semis. Thèse de magistère protection de la nature, INA Algérie, 89p.
13. RADIN., 2003. L'Araganier : arbre du sud-ouest Marocain, en péril, à protéger. Université de Nantes, Faculté de Pharmacie, 58p.
14. JOLIVEAU T., 1995. Gestion environnementale et information sur le milieu naturel dans les parcs naturels régionaux français. Rencontre internationale sur la cartographie pour la gestion des espaces naturels, 13-17 novembre 1995 Saint- Etienne (France), pp 41-49.

1.

## INTRODUCTION

L'Algérie offre une flore riche et diversifiée, caractérisée par un grand nombre d'espèces endémiques. Cette biodiversité remarquable liée à l'existence de conditions écologiques très variées est parfaitement illustrée par l'arganier qui est l'essence prouvant que l'Algérie est au carrefour de flores d'origines différentes méditerranéenne et saharienne. L'appréciation dendrométrique d'un peuplement forestier se fait à la base par l'étude de la hauteur, la surface terrière et la densité (RONDEUX, 1993). Dans notre cas, nous envisageons d'étudier ces paramètres afin de comprendre les réponses en croissance de l'arganier dans les conditions sahariennes et caractériser ces populations sur le plan de la structure.

L'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels, une espèce rustique, xéro-thermophile, qui appartient à la famille tropicale des Sapotacées, dont elle est la seule représentante septentrionale dans la région méditerranéenne (Algérie et Maroc) d'où son endémisme marqué à cette région. Toutes les parties de l'arganier sont utilisables (NOUAIM, 1995) et il présente de grands intérêts économiques, médicaux et thérapeutiques (CHARROUF et al., 2006) et ceci grâce aux extraits tirés de ses organes (fruit et feuilles) (Pumareda L. et al., 2006). Les peuplements de cette essence jouent un rôle écologique et environnemental important (ERROUATI, 2005). L'huile extraite de ses fruits possède des qualités phytochimique, pharmacologique et nutritionnelle très intéressantes (CHARROUF, 1984). Son aire de répartition géographique couvre un territoire relativement important dans le Nord-ouest de la wilaya de Tindouf (sud-ouest algérien) où cette espèce constitue la deuxième essence forestière après l'*Acacia raddiana* (DGF, 2009). Il forme dans ce territoire des populations dispersées, le long des berges des oueds où il trouve les compensations hydriques nécessaires pour son développement. L'état actuel de l'arganeraie algérienne suscite des inquiétudes, car en plus de la perte de sa vigueur et de son appauvrissement d'un point de vue floristique, sa surface régresse (BENABID, 2000), où 2/3 du patrimoine a disparu (BRAHIM, 2007). Cette dégradation semble être essentiellement due aux facteurs anthropiques, au surpâturage, à la coupe du bois pour des besoins de chauffage.

La conservation ou la valorisation de cet écosystème particulier nécessitent avant tout une détermination de certains paramètres dendrométriques (indicateurs de croissance et de structure) à savoir : la hauteur, la surface du houppier et la densité. Cette caractérisation permettra d'évaluer les possibilités de cet écosystème en production potentiel de semences de qualité qui lui permettent non seulement de se régénérer continuellement mais aussi d'être valorisable.

## 2. MATERIEL ET METHODE

### 2.1. Matériel

Pour la caractérisation du peuplement d'arganier de la wilaya de Tindouf nous avons utilisé le matériel suivant :

- ¾ Croix du bucheron qui est constituée de deux bâtonnets de même longueur disposés perpendiculairement l'un à l'autre ;
- ¾ Ruban métrique ;
- ¾ GPS ;
- ¾ Carte topographique de la wilaya de Tindouf –Algérie– (feuille Merkala 1/200 000) ;
- ¾ Semences d'arganier collectées durant l'année 2011 ;
- ¾ Germinoirs avec terreau pour le test germinatif des semences de l'arganier ;
- ¾ Logiciel de traitement statistique MINITAB, 2000.

### 2.2. Méthode

La zone d'étude est localisée au nord-ouest de la wilaya de Tindouf (sud-ouest algérien) sur une superficie de 296.000 ha entre 8°05'00" W et 8°40'00" W, 28°25'00" N et 28°45'00" N (Fig 01). Notre zone d'étude est caractérisée par un climat saharien à hiver frais, maritime sous l'effet des vents humides venant de l'océan atlantique. Ces conditions climatiques donnent à la région une grande originalité floristique (Chevalier A., 1943). Nous signalons que la quasitotalité de la végétation de la région de Tindouf se rencontre dans les lits d'Oueds et les dépressions car les terrains au Nord et à l'Ouest sont constitués de Reg et de Hamada.

#### 2.2.1. Echantillonnage

Nous avons opté pour un échantillonnage systématique où les relevés phytoécologiques ont été placés au hasard les uns après les autres selon un réseau systématique de lignes correspondant au réseau hydrographique (Long G., 1974). Lors de notre travail sur terrain nous avons tenu compte des critères suivants :

- ¾ Recouvrement de la végétation globale ;
- ¾ Densité des sujets d'arganier ;
- ¾ Apparition de nouvelles espèces du cortège floristique ;
- ¾ Changement dans le relief ou le substrat.

Des échantillons de semences d'arganier ont été prélevés durant chaque relevé sur différents arbres pris au hasard.

#### 2.2.2. Mesure des arbres

L'échantillonnage a été réalisé pour les trois principales zones à arganier, à savoir : Targant, Merkala et Touaref Bou Aam, où le nombre de relevés (géo-référents) diffère d'un périmètre à un autre en raison du degré d'hétérogénéité observé sur terrain lors de l'échantillonnage (Fig 01). La caractérisation dendrométrique de l'arganeraie par la détermination de la hauteur, la surface du houppier et la densité a été faite comme suit :

¾ La mesure de la hauteur en utilisant la méthode de la croix du bucheron qui est basée sur le principe des triangles semblables tout en tenant compte de la position de l'arbre (DALLMEIER, 1992). L'utilisateur tient cette croix à hauteur de poitrine où il se met en face de l'arbre et en reculant doit faire correspondre le premier bâtonnet horizontal avec la base de l'arbre et le deuxième verticale avec la cime. La distance le séparant de l'arbre correspond à sa hauteur.

¾ La mesure de la surface du houppier a été faite par la projection des extrémités du houppier sur le sol en assimilant sa forme à une forme géométrique pour mesurer sa surface.

¾ La densité des arbres a été estimée par le comptage du nombre de sujets d'arganier par hectare.

Afin de donner une signification à ces résultats, nous avons appliqué des analyses et tests statistiques, à l'aide du logiciel MINITAB 2000, pour ces paramètres à savoir : la corrélation, ANOVA à un facteur contrôlé et le test de Newman et Keuls pour la détermination des groupes homogènes.

Figure 01 : Zone d'étude et emplacement des relevés phytoécologiques.

#### 2.2.3. Test germinatif des graines d'arganier

Durant l'échantillonnage nous avons collecté des semences dans chaque zone à arganier. L'essai est réalisé à la base avec 72 semences pour chaque zone soit graines d'arganier pour tout le protocole expérimental. Après un trempage dans de l'eau tiède durant 48 heures (NOUAIM, 1994), les semences sont placées dans des alvéoles contenant du

terreau à une profondeur de 2 cm (ARIF, 1994) sous serre où la température moyenne durant l'essai varie entre 25° et 28°. (BERKA et al., 2001). Après 01 mois de l'essai le facteur le plus important de la germination qu'est le pouvoir germinatif ou le taux de germination est déterminé pour chaque zone. Pour ce faire, nous avons eu recours à l'analyse de la variance à un facteur contrôlé, qui est le facteur provenance, où nous avons comparé les moyennes obtenues pour chaque zone. Le test de Newman et Keuls nous permettra par la suite de faire ressortir les groupes homogènes en matière de pouvoir germinatif.

### 3. RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1. Corrélation

Les données dendrométriques ont été traitées statistiquement, où nous avons réalisé des corrélations entre les trois paramètres étudiés (Hauteur, Surface du houppier et Densité) pour chacune des trois zones. Les résultats sont groupés dans le tableau 01.

Tableau 01 : Corrélation entre les trois paramètres dendrométriques pour les trois zones.

##### <sup>3</sup>/<sub>4</sub>Zone de Targant

Nous constatons qu'il existe des corrélations hautement significatives uniquement entre la hauteur et la surface du houppier, du fait que dans cette région la répartition des individus est plus ou moins homogène et que la surface du houppier la plus importante est généralement noté pour les individus les plus grands.

##### <sup>3</sup>/<sub>4</sub>Zones de Merkala et de Touaref

Bou Aam Pour ces deux zones, nous avons enregistré des corrélations très hautement significatives entre la hauteur et la surface du houppier et des corrélations hautement significatives entre la densité et les deux autres paramètres (hauteur et surface du houppier) en raison que ces deux zones sont caractérisées par une hétérogénéité dans la distribution structurale horizontale et verticale où nous avons noté une présence importante des grands individus avec une surface du houppier importante, tandis que là où les individus sont petits, la densité est moins importante.

#### 3.2. Analyse de la variance à un facteur contrôlé (ANOVA)

La comparaison des moyennes de chaque paramètre (hauteur, surface du houppier et densité), pour les trois zones, a été faite au moyen du logiciel MINITAB 2000 en appliquant le test de Fisher et pour faire ressortir les groupes homogènes nous avons eu recours au test de Newman et Keuls avec le même logiciel. Les résultats obtenus sont mentionnés dans les tableaux 02, 03 et 04.

Tableau 02 : ANOVA de la hauteur pour les trois zones.

Les résultats de l'analyse de la variance du tableau 02, nous indiquent qu'il existe des différences très hautement significatives entre les trois hauteurs moyennes de chaque zone où la probabilité p est inférieure au seuil  $\alpha = 0.001$ . (...)

Tableau 03 : ANOVA de la surface du houppier pour les trois zones.

Le tableau 03 nous mènent à dire qu'il existe des différences très hautement significatives entre les surfaces du houppier moyennes de chaque zone où la probabilité p est inférieure au seuil de signification  $\alpha = 0.001$

Tableau 04 : ANOVA de la densité pour les trois zones.

Les résultats du tableau 04 révèlent qu'il n'existe aucune différence significative entre les densités moyennes de chaque zone car la probabilité p est supérieure au seuil  $\alpha = 0.05$ .

Afin de caractériser et faire ressortir les groupes de moyennes homogènes pour les paramètres auxquels nous avons enregistré des différences significatives à savoir : la hauteur et la surface du houppier, nous avons appliqué le test de Newman et Keuls et les résultats sont résumés dans les tableaux 05 et 06.

Tableau 05 : Groupe de moyennes homogènes pour la hauteur.

D'après le tableau 05, le test de NEWMAN et KEULS révèle la présence de trois groupes de hauteur le premier est composé de la zone Targant, le deuxième de la zone de Merkala qui se rapproche beaucoup de la zone de Touaref Bou Aam qui forme le troisième groupe.

Tableau 06 : Groupe de moyennes homogènes pour la surface du houppier.

D'après le tableau 06 relatif à la surface du houppier, le test fait ressortir deux groupes homogènes, où la zone de Targant s'individualise avec un groupe et les deux autres zones forment le deuxième groupe, ainsi nous pouvons déduire que la zone de Targant est structurée différemment comparée aux deux zones de Merkala et de Touaref Bou Aam.

D'après les résultats des tableaux 05 et 06, nous pouvons dire que la meilleure hauteur et surface du houppier ont été enregistrées pour le périmètre de Targant (voir la moyenne sur tableau 05 et 06), ces résultats confirment nos constatations faites sur terrain où la zone de Targant présente certaines caractéristiques non observées dans les deux autres zones à savoir : la présence de régénération naturelle, un peuplement mono-spécifique et des semences dont le calibre est nettement plus important.

Source DL SC CM Fobs p

Signification

Surface terrière

2 13968 6984 8.74 0.000 \*\*\*

Total 69 67488

Source DL SC CM Fobs p

Signification

Densité

2 239.1 119.6 2.06 0.136 N.S

Total 69 4138.4

Périmètre

Hauteur moyenne

Groupe Targant 6,857 A

Merkala 3,365 B

Touaref Bou Aam 4,603 C

Périmètre

Surface du houppier moyenne

Groupe Targant 68,29 A

Merkala 18,54 B

Touaref Bou Aam 24,81 B

### 3.3. Test germinatif

Afin d'appuyer davantage les résultats obtenus, dans la partie de l'étude structurale, un essai complémentaire sur l'aspect germinatif des semences est réalisé. Les résultats obtenus sont résumés dans les tableaux 07 et 08.

Tableau 07 : ANOVA pour le taux de germination des trois zones.

Les résultats du tableau 07 indiquent qu'il existe des différences très hautement significatives du taux de germination d'une zone à l'autre où la probabilité p est < au seuil  $\alpha = 0.001$ . Le groupe homogène ou hétérogène comme suit :

Tableau 08 : Groupe de moyennes homogènes pour le taux de germination

Le tableau 08 résultant du test de Newman et Keuls nous donne une idée sur les moyennes du taux de germination obtenu pour chaque zone où nous constatons que la zone de Targant s'individualise avec un groupe dont le taux de germination est de 47.22 %, tandis que les zones de Merkala et de Touaref Bou Aam forment le deuxième groupe avec des taux de germination respectifs de 12.56 % et 6.94 %.

Ces résultats sont liés directement au fait que les arbres élites, considérés comme les bons semenciers, se situent dans la zone de Targant. Les résultats de la hauteur et la surface du houppier le confirme ainsi que les constatations faites sur terrain relatives au calibre des semences.

Source DL SC CM F

obs p

Signification

Densité

2 1482 741 158.79 0.000 \*\*\*

Total 8 1510

Périmètre

Taux de germination (n)

Taux de germination (%)

Groupe

Targant 34 47.22 A

Merkala 09 12.56 B

Touaref Bou Aam 05 6.94 B

## CONCLUSION

L'Arganier est une espèce remarquable, vu son importance sur les plans écologique et économique. Nous avons pu remarquer sur terrain que l'arganier forme de petits peuplements plus ou moins dispersés comme toute espèce arborée saharienne car il a besoin de plus d'espace vital pour le développement de ses racines et résister aux conditions de sécheresse de ces milieux.

Nous avons constaté aussi que l'arganier occupe toujours les lits d'oueds et assure ainsi la fertilité et la restauration des sols d'apports, et grâce à sa strate herbacée, il contribue à la stabilisation des cours d'eau dans les bordures des Oueds et constitue ainsi un habitat pour la faune sauvage.

Après avoir élaboré la première carte de l'aire de répartition naturelle de l'arganier (CRSTRA, 2011), cette étude dendrométrique nous a permis de faire une caractérisation structurale de l'arganeraie algérienne qui est une étape primordiale dans le plan d'aménagement et la valorisation de cette ressource sur le moyen ou le long terme. A la base de cette étude, nous avons pu établir une comparaison entre les trois périmètres de Targant, Merkala et Touaref Bou Aam sur le plan dendrométrique en tenant compte des facteurs de croissance et de distribution spatiale (Hauteur, Surface du houppier et Densité).

Selon les résultats obtenus, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

¾ La hauteur et la surface du houppier sont deux facteurs qui, souvent, sont corrélés l'un à l'autre cependant, la densité n'est pas forcément liée à ces deux facteurs ;

¾ La zone de Targant est plus homogène que les deux zones de Merkala et de Touaref Bou Aam qui présentent une hétérogénéité de la structure horizontale et verticale ;

¾ La zone de Targant est celle qui peut fournir des semences de qualité sur le plan de la vigueur germinative, vu que les arbres élites sont repérés au niveau de cette zone, cependant la surface totale de l'arganier, qui est peu importante, dans ce périmètre peut être une contrainte pour l'exploitation intensive de cette essence.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. RONDEUX, 1993. La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Ed. Les Presses Agronomiques de Gembloux. 521p.
2. NOUAIM R., 1995. Biologie de l'arganier: Exemple de programme scientifique à vocation appliquée. In : Actes des Journées d'étude sur l'Arganier. Essaouira 29-30 Septembre 1995. Groupement d'études et de la recherche pour la promotion d'Essaouira (G.E.R.P.E).
3. CHARROUF Z., PUMAREDA L., HENRY F., PAULY G., FLACONNE G., 2006. Valorisation des feuilles d'arganier: impact environnemental. Bois et Forêts des Tropiques, n° 287 (1) Arbres Utiles Feuilles d'arganier. Pp: 35-44.
4. PUMAREDA L. et al., 2006. Valorisation des feuilles d'arganier : impact environnemental. bois et forêts des tropiques, n° 287 (1). p35.
5. ERROUATI A., 2005. Problématique de la régénération assistée et des reboisements à base d'Argania spinosa dans la région du massif forestier d'Amsitten (Province d'Essaouira). Mémoire de 3ème Cycle, ENFI, Salé, Maroc, 42p.
6. CHARROUF M., 1984. Contribution de l'étude chimique de l'huile d'Argania spinosa (L.) (Sapotaceae). Thèse Sciences, Univ Perpignon.
7. DGF., 2009. L'arganeraie algérienne. Numéro spécial, publication du projet ALG/G35, p15
8. BENABID A., 2000. Flore et Ecosystème du Maroc. Ed Ibis Press Paris, 335p.
9. BRAHIM H., 2007. Dynamique socio-économique dans la réserve de biosphère arganeraie (RBA). IAV Hassan II, Complexe Horticole d'Agadir Association Agro-technologies Souss-Massa-Drâa ; In colloque international. 27-28 Avril 2007. Synthèse des communications. Rabat. p68.
10. CHEVALIER A., 1943. L'argan, les marmulanos et les noyers, arbre d'avenir en Afrique du Nord, en Marocaine et dans les régions semi-désertiques du globe si on les améliore, Rev. Bot. Appl. Agric. Trop. Pp : 165-168 et 363-364.
11. LONG G., 1974. Diagnostic phytoécologique et aménagement de territoire, centre nationale de la recherche scientifique, Edit. Masson & Cle. Editeur. Paris. 237p.
12. DALLMEIER F., 1992. (ed) Long-term Monitoring of biological Diversity in Tropical forest Areas: methods for Establishment and Inventory of permanent plots. M.A.B. Digest 11. United Nations Educational, Scie. and Cultural Organization (UNESCO). Paris. France. 72p.
13. NOUAIM R., 1994. Ecologie microbienne des sols d'arganeraies (S-W marocain) : Activités microbiologiques des sols et rôle des endomycorhizes dans la croissance et la nutrition de l'arganier. Thèse de doctorat Es sciences, Fac. Sci. Agadir, Maroc, 193p.
14. ARIF A., 1994. Effect of seedling depth on emergence of Argania spinosa (L.). Al awamia, 87, pp 149 – 153.
15. BERKA S. et HARFOUCHE A., 2001. Effet de quelques traitements physico-chimiques et de la température sur la faculté germinative de la graine d'arganier. Biologie et écologie. Rev. For. Fr. LIII -2-2001.
16. CRSTRA, 2011. L'Arganier en Algérie- état des lieux, conservation et possibilités de valorisation. Projet FNR au Centre de Recherche Scientifique et Technique sur le Régions Arides (2010-Journal Algérien des Régions Arides N° Spécial 2013CRSTRA -54-
8. BENABID A., 2000. Flore et Ecosystème du Maroc. Ed Ibis Press Paris, 335p.
9. BRAHIM H., 2007. Dynamique socio-économique dans la réserve de biosphère arganeraie (RBA). IAV Hassan II, Complexe Horticole d'Agadir Association Agro-technologies Souss-Massa-Drâa ; In colloque international. 27-28 Avril 2007. Synthèse des communications. Rabat. p68.
10. CHEVALIER A., 1943. L'argan, les marmulanos et les noyers, arbre d'avenir en Afrique du Nord, en Marocaine et dans les régions semi-désertiques du globe si on les améliore, Rev. Bot. Appl. Agric. Trop. Pp : 165-168 et 363- 364.
11. LONG G., 1974. Diagnostic phytoécologique et aménagement de territoire, centre nationale de la recherche scientifique, Edit. Masson & Cle. Editeur. Paris. 237p.
12. DALLMEIER F., 1992. (ed) Long-term Monitoring of biological Diversity in Tropical forest Areas: methods for Establishment and Inventory of permanent plots. M.A.B. Digest 11. United Nations Educational, Scie. and Cultural Organization (UNESCO). Paris. France. 72p.
13. NOUAIM R., 1994. Ecologie microbienne des sols d'arganeraies (S-W marocain) : Activités microbiologiques des sols et rôle des endomycorhizes dans la croissance et la nutrition de l'arganier. Thèse de doctorat Es sciences, Fac. Sci. Agadir, Maroc, 193p.
14. ARIF A., 1994. Effect of seedling depth on emergence of Argania spinosa (L.). Al awamia, 87, pp 149 – 153.



15. BERKA S. et HARFOUCHE A., 2001. Effet de quelques traitements physico-chimiques et de la température sur la faculté germinative de la graine d'arganier. *Biologie et écologie. Rev. For. Fr.* LIII -2-2001.
16. CRSTRA, 2011. L'Arganier en Algérie- état des lieux, conservation et possibilités de valorisation. Projet FNR au Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (2010-2012).  
2012).

## CHAPITRE

### ATRIPLEX

#### **Effets du stress hydrique sur la valeur nutritive d'*Atriplex halimus* L**

Sécheresse. Volume 18, numéro 2, 123-128

Avril-Mai-Juin 2007

Auteur(s) : Nour Eddine Essafi, Mohamed Mounsif, Abdelhadi Abousalim, Mohamed Bendaou, Najiba Brhadda ,  
Unité de recherche « Amélioration et conservation des ressources phylogénétiques », Institut national de la  
recherche agronomique, Centre régional de recherches agronomiques, BP 1065, Kénitra, Maroc, Département  
d'écologie pastorale, École nationale d'agriculture de Meknes, Meknes Maroc, Département d'horticulture, Institut  
agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat Maroc, Unité de recherche en production animale et fourrages, Institut  
national de la recherche agronomique, Centre régional de recherches agronomiques de Rabat, Maroc, Département  
de biologie végétale, Université Ibn Tofail, Faculté des sciences de Kénitra, Maroc

Le présent travail a pour objectif d'étudier l'impact du stress hydrique sur les paramètres morphologiques, la composition chimique et la digestibilité in vitro de la matière organique d'un arbuste fourrager *Atriplex halimus*. Le matériel végétal est composé de cinq génotypes, trois clones tunisiens (K6, K33 et K63) et deux écotypes marocains (SA et SD). Sous conditions de stress hydrique (50 % Hcc), la production de matière sèche (MS) est remarquable pour les génotypes SA (53 %), K33 (55 %) et SD (58 %). Par ailleurs, l'analyse de la composition chimique a révélé une teneur moyenne plus élevée en protéines brutes (8 % MS) chez SA et K6 avec le minimum de réduction par rapport au témoin (26 %). Une augmentation en matières minérales (29 %) a été enregistrée chez SA et K33, avec une teneur de 21 % de MS. En comparant les constituants pariétaux - NDF (neutral detergent fiber, cellulose au détergent neutre – 36 % MS), ADF (acid detergent fiber, ligno-cellulose – 20 % MS), ADL (acid detergent lignin, lignine – 3,8 % MS) - sous conditions de stress hydrique, nous pouvons déduire que l'hémicellulose est le paramètre déterminant dans l'expression des génotypes face au stress hydrique, avec une augmentation de 62 % par rapport au témoin. Excepté le clone K6, la digestibilité in vitro de la matière organique (IVMOD, in vitro organic matter digestibility) de tous les autres génotypes a subi une réduction. Ces résultats permettent de proposer l'écotype SA (0,75 unité fourragère lait, UFL) et le clone K33 (0,71 UFL) pour des actions d'améliorations pastorales en vue de leur bonne valeur nutritive. Ces génotypes d'*Atriplex halimus* pourraient donc constituer une alternative prometteuse pour couvrir en partie les besoins du cheptel en zones arides.

## L'OPUNTIA, UNE UTILISATION MULTIUSAGES

### LE FIGUIER DE BARBARIE: QUEL INTERET POUR LES RUMINANTS ?

Boudechiche Lamia

Département d'Agronomie, Université d'El#Tarf, BP 7

3, 36 000, Algérie

Revue des Régions Arides Numéro Spécial n° 35 (3/2014) Actes du 4ème Meeting International 'Aridoculture et Cultures Oasisennes : Gestion des Ressources et Applications Biotechnologiques en Aridoculture et Cultures Sahariennes : perspectives pour un développement durable des zones arides, 17-19/12/2013

#### RESUME

L'élevage des ruminants nécessite la disponibilité de fourrage et la conduite d'élevage dans les zones arides demeure difficile en raison de la rareté du fourrage vert et sec. Les éleveurs algériens ne prêtent, malheureusement pas beaucoup d'importance à la culture et l'utilisation du cactus dans l'alimentation des ruminants. Le but majeur de cette étude est de déterminer la variation de la valeur nutritive des raquettes de cactus en fonction de leur âge, de leur variété et de la saison. Un deuxième but est ciblé, il s'agit de valoriser, à travers cette étude, outre les raquettes les résidus de fruits de cactus, non consommés par l'homme, en vue d'une consommation par le bétail. La composition chimique de cactus (raquettes et fruits) a révélé une teneur assez faible en matière sèche (maximum 60% de matière sèche en été) et en protéines (de 1 à 10% de MS). Leur teneur en MM est cependant élevée (43% MS).

Mots-clés: raquettes et fruits, cactus, alimentation du bétail, valeur nutritive.

#### SUMMARY

The breeding of ruminants requires the availability of fodder and herd management in arid areas is difficult because of the scarcity of green and dry fodder. The Algerian farmers do not pay, unfortunately, a lot of importance to the cultivation and use of cactus in the diet of ruminants. The major purpose of this study is to determine the change in the nutritional value of cactus depending on their age, their variety and season. A second goal through this study is to enhance its importance, in addition to cactus, the residues of cactus fruit, not consumed by humans, and direct it to feed the cattle. The chemical composition of cactus (pads and fruits) showed a relatively low content in Dry Material (maximum 60% DM in summer), and protein (from 1 to 10% DM). MM's content is high (43% DM).

**Keywords:** cactus and fruits, cactus, cattle feeding, nutrition value.

#### 1. INTRODUCTION

Le cactus est une plante originaire du Mexique où elle a été utilisée par l'homme depuis 6500 ans avant J.C et fût l'une des bases de l'alimentation des populations indigènes. C'est une plante qui a l'aptitude de vivre avec une faible quantité d'eau et de supporter une longue période de sécheresse. Dans de nombreux pays

à climat semi-aride (Chili, Mexique, etc.), l'*Opuntia ficus indica* fait l'objet d'une culture à part entière (in Barbera, 1995). L'*Opuntia ficus indica* L. Mill inermis, présente l'avantage d'être facilement utilisé comme fourrage par rapport à la variété épineuse *Opuntia amyclea* Ten. Elle peut constituer près de 40% de la ration alimentaire des ovins soit 5 à 7 kg par jour (FAO, 1971).

Le cactus peut être, de ce fait, une espèce adéquate pour une agriculture durable dans les pays par sa résistance à la sécheresse et son utilisation dans l'alimentation de l'homme et du bétail. L'Algérie est un pays qui possède différents climats, le changement de climats fait la différence des cultures et des pâturages. L'élevage des ruminants nécessite la disponibilité des fourrages et la conduite d'élevage dans les zones arides demeure difficile à cause de la rareté du fourrage vert et sec. Les éleveurs algériens ne prêtent, malheureusement pas, beaucoup d'importance à la culture et à l'utilisation du cactus dans l'alimentation des ruminants, ce qui pourrait être une alternative à l'utilisation des fourrages surtout durant les périodes de disette pour maintenir en vie les animaux.

L'utilisation aussi des rebuts de fruits non commercialisés constituent un meilleur aliment, ces

fruits peuvent être distribués soit sous forme de bloc multi-nutritionnels soit sous forme d'ensilage ou bien dans un mélange alimentaire.

C'est ainsi que le développement de rations alimentaires pour ruminants à base de raquettes et fruits de cactus passe d'abord par la connaissance de la valeur nutritive de ces composants. Cette étude constitue un préambule puisqu'elle vise à apprécier et à comparer la composition chimique et la valeur nutritive des cladodes de figuier de barbarie de la région de Guelma, en fonction de leur âge et de la saison. en vue d'une exploitation alimentaire par le bétail.

## **2. MATERIELS ET METHODES**

### **2.1. Matériel végétal**

Nous avons échantillonné des cladodes de cactus appartenant aux deux variétés: inerme (*Opuntia ficus indica*) et épineuse (*Opuntia amyclea ten*) dans la région sud de la wilaya de Guelma (36°15'0" N et 7°30'0" E) qui se trouve au nord-est de l'Algérie, au niveau de son étage bioclimatique semi-aride. Afin de caractériser les valeurs nutritives des raquettes et fruits de cactus et leurs variations en fonction des saisons, nous avons prélevé des raquettes de chaque catégorie (inerme et épineuse) à des intervalles réguliers de trois mois au niveau de la zone d'étude et ce, sur plusieurs pieds. Il s'agissait de prélever sur les pieds de cactus :

# Des raquettes de l'année (raquette se trouvant en haut de l'arbre sur lesquelles seulement l'initiation florale a lieu ;

# Celles âgées d'une année ;

# Et celles ayant plus de deux ans d'âge se trouvant en bas du pied.

Ainsi, les prélèvements des raquettes ont concerné chaque saison (été, automne, hiver et printemps) tandis que ceux des rebuts de fruits, ils n'ont été effectués qu'en été.

### **2.2. Analyses des échantillons au laboratoire**

Toutes les raquettes, classées par âge et par saison, ainsi que les rebuts de fruits ont été analysés au laboratoire pour la détermination de leur composition chimique et de leur valeur nutritive. Une fois les échantillons complètement séchés, ils ont été finement broyés puis conservés hermétiquement pour pouvoir les analyser. Les analyses de la composition chimique des raquettes et rebuts de fruits de cactus ont porté sur : la matière sèche (MS), la matière minérale (MM), les matières azotées totales (MAT), la cellulose brute (CB) et la teneur en calcium et en phosphore, selon les méthodes AOAC (1990).

### **2.3. Valeur nutritive des raquettes et fruits de cactus**

Les teneurs en énergie nette (unités fourragères lait et viande, UFL et UFV) et en protéines (PDI), des

échantillons de raquettes et rebuts de fruits de cactus ont été calculés selon le principe de calcul de la valeur énergétique des aliments rapporté par Baumont et al (2007).

### **2.4. Analyse statistique des données**

Une ANOVA à un critère de classification a été réalisée avec le logiciel Minitab (version 13.31 fr) afin de comparer les données.

## **3. RESULTATS**

### **3.1. Teneurs en matière sèche des raquettes et rebuts de fruits de cactus**

La matière sèche des raquettes est influencée significativement par l'âge et la saison. Elle a ainsi tendance à augmenter avec l'âge en variant de 12% chez les jeunes raquettes à 74% chez les vieilles en période estivale et de 7,29 % chez les raquettes de l'année à 14,64 % chez les plus âgées en période printanière (Tableau 1). La teneur en matière sèche des raquettes diffère d'une saison à une autre : elle augmente de 70% entre l'été et l'hiver (74,16 vs. 4,47 % MS) respectivement. Cependant, la variété étudiée (épineuse ou inerme) n'influence pas significativement la teneur en matière sèche des raquettes et des fruits ( $P > 0,05$ ). Ces derniers étant riches en eau (en moyenne 12% de MS (Tableau 1).

### **3.2. Teneurs en matière minérale des raquettes et rebuts de fruits de cactus**

Les raquettes de cactus sont très riches en matières minérales dont les teneurs oscillent de 21 à 43 %MS. La teneur en matière minérale dans les raquettes de cactus n'est influencée ni par l'âge ni par la variété. Le printemps enregistre néanmoins les valeurs les plus faibles, ne dépassant pas un plafond de 28 % MS.

#### **3.2.1. Teneurs en calcium et phosphore**

L'âge des raquettes et la saison influencent significativement la teneur en calcium (Ca) qui se trouve dans les cladodes de cactus en grande quantité par rapport à d'autres minéraux comme le phosphore (P). Ainsi, les teneurs les plus élevées en calcium se trouvent dans les jeunes raquettes de l'année (4,81 et 5,68 % MS, respectivement pour les saisons printemps et hiver) par contre, les raquettes âgées en contiennent peu, surtout en période estivale (1,11 et 0,36% MS) respectivement pour les raquettes inermes âgées d'une année et plus de deux). Cette teneur est plus faible dans les fruits que dans les raquettes (0, 20% MS). La quantité de phosphore analysée est très faible dans le cactus par rapport au calcium, elle varie de 0,006 à 0,2% de la MS, d'où un rapport Ca/P trop élevé.

#### **3.2.2. Teneurs en matières azotées totales (MAT) des**

### **raquettes et rebuts de fruits de cactus**

Il est établi que les cactus sont pauvres en MAT, la preuve en est que les taux en MAT ne dépassent pas les 8 % MS, sauf pour les raquettes de printemps qui enregistrent le taux le plus élevé (10 % MS) (Tableau 1). La teneur en matière azotée totale est influencée par la saison ; les raquettes de cactus sont les plus pauvres en MAT quand les teneurs en MS augmentent, c'est-à-dire en été. La variété n'a cependant aucune influence significative sur ce paramètre.

Les raquettes du cactus demeurent très faiblement pourvues en protéines, il en est de même pour les rebuts de fruits (0,09#1,33 % MS).

#### **3.2.3. Teneurs en cellulose brute (CB) des raquettes et rebuts de fruits de cactus**

Les taux en CB varient de 7 à 16 % MS en automne et en hiver, augmentent graduellement au printemps (13 % MS) et atteignent les taux les plus élevés en été (26 % MS). Ces teneurs augmentent avec l'élévation de la température (Tableau 1). La variété n'a pas d'effet significatif sur la teneur en cellulose brute des raquettes.

### **3.3. Valeurs nutritives**

#### **Valeurs énergétiques**

Les valeurs énergétiques des raquettes de cactus demeurent faibles, les teneurs les plus élevées sont enregistrées au printemps (0,77 à 0,87 UFL/kg MS). Araba (2009) trouve des valeurs de 0,71 UFL/ kg MS (Tableau 1). Les fruits de cactus épineux sont plus énergétiques que les raquettes de cactus de la même variété (0,66 vs. 0,60 UFL/ kg MS) à la même saison (Tableau 1), Araba (2009) trouve les mêmes résultats mais des valeurs plus importantes (0,98 UFL/kg MS pour les rebuts de fruits).

#### **Valeurs protéiques**

Du fait de leurs faibles teneurs en protéines, les PDIN des raquettes et fruits de cactus demeurent en dessous des normes recommandées pour les ruminants (surtout pour les animaux à haut besoin protéique). Elles varient de 6 à 68 g/kg MS et une moyenne de 37 g/kg MS. Araba (2009) trouve des résultats légèrement inférieurs aux nôtres pour des raquettes d'origine marocaine (30 g/kg MS). Les différences sont surtout remarquées pour les rebuts de fruits pour lesquels on trouve des résultats de 9 g/ kg MS de PDIN pour la variété inerme et une valeur presque nulle pour la variété épineuse (0,59 g/ kg MS). L'étude statistique révèle l'influence de la variété sur les teneurs en PDIN qui s'en trouvent trop faible mais plus importantes pour la variété inerme. Araba (2009) rapporte une valeur PDI de 42 g/ kg MS pour les rebuts de fruits. Les valeurs PDIN sont plus intéressantes au printemps (68,32 g/ kg MS).

Tableau 1. Composition chimique et valeur nutritive des cladodes et rebuts de fruits de cactus

## **4. DISCUSSION**

La valeur nutritive de l'Opuntia varie sous l'influence de plusieurs facteurs tels que la variété, l'âge des raquettes, la saison et d'autres facteurs physiques liés au type de climat, de sol...etc. Selon les résultats obtenus, on remarque que la teneur en matière sèche des raquettes de cactus est la plus élevée pendant la période estivale, durant laquelle, les teneurs en matières azotées totales sont les plus faibles. Cette tendance a été aussi observée par Nefzaoui et al (1995) in Sarti (2001).

Cependant, aussi bien les raquettes que les fruits de cactus demeurent très riches en eau ; ce qui conviendrait à les distribuer dans les zones semi arides à arides durant les périodes de disette. Les résultats concernant l'effet de l'âge des raquettes sur la teneur en MS du cactus rejoignent ceux trouvés par Nefzaoui et Ben Salem (1996) in Sarti (2001) qui ont avancé que la matière sèche augmente quand les raquettes deviennent plus âgées et ont noté que la teneur en protéines brutes diminue quand la matière sèche ou l'âge des raquettes augmente. Les teneurs élevées en matière minérale qui varient, dans nos échantillons, entre 20 et 43% de la MS, est probablement due à la teneur élevée des raquettes de cactus en calcium surtout pour les plus jeunes d'entre elles.

De plus, leur richesse en minéraux, essentiellement sous la forme de potassium et en mucilages leur confère des propriétés laxatives. A cet effet, si leur part dans la ration dépasse 50%, les animaux subissent des diarrhées (Nefzaoui et Chermiti, 1991). Les teneurs en cellulose brute sont approximativement semblables à celles trouvées par Chriyaa (1998), qui a avancé une teneur en cellulose brute des raquettes de cactus de 15,8% de la MS. Enfin les raquettes et rebuts de fruits de cactus demeurent déficitaires en protéines, Ces dernières variant de 0,95 à 10 % MS peuvent être corrigées en complétant les animaux par des aliments compensant les insuffisances protéiques du cactus, tels que les Atriplex qui sont riches en matière azotée et pauvres en eau et qui ont la capacité de vivre sur des sols pauvres. A l'instar des raquettes de cactus durant l'été et selon les résultats obtenus, les fruits ont une valeur légèrement plus élevée durant la même saison; cependant, ils présentent de faibles teneurs en matière sèche et en matière azotée totale. Il conviendrait dans ce cas, si l'on veut constituer des rations alimentaires, d'incorporer du son de blé, de la paille et surtout de l'urée pour pallier aux insuffisances en matière sèche et en azote des fruits. La valeur énergétique de l'Opuntia dépend surtout de la saison, elle est la plus élevée au printemps (initiation

florale) et la plus faible en été (teneur en matière sèche élevée), le fourrage du cactus demeure un aliment incomplet, pauvre en protéines avec un rapport Ca/P trop élevé mais riche en eau, il n'en demeure pas moins fort intéressant si l'on rend soin de l'utiliser pour constituer des rations équilibrées. Le cactus est considéré comme un aliment de survie c'est-à-dire d'entretien car il donne aux animaux le nécessaire d'énergie et d'eau pendant la période de disette. Sa culture doit de ce fait être encouragée en Algérie dans le but d'assurer un stock d'aliment en cas de situation critique de sécheresse.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- #AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 15th Edition, Washington, D.C. USA.
- #Araba A, Collado M, Boutouba A, Sahnoun A, (2009). Nouveaux aliments pour les ruminants à base de fruits de cactus. Transfert de Technologie en Agriculture, 176, 1#4.
- #Barbera G. (1995). History, economic and agro#ecological

importance of cactus. In: Agro#ecology cultivation and uses of cactus pear produced within the framework of the FAO international technical cooperation. Network on cactus pear, Rome, 1995, pp 1#16.

#Baumont, R, Dulphy JP, Sauvant D, Meschy F, Aufrère J, Peyraud JL. (2007). Valeur alimentaire des fourrages et des matières premières : tables et prévision, Alimentation des bovins, ovins et caprins. Editions Quæ, INRA, Paris, p 307.

#Chriyaa A. (1998). Techniques culturales du cactus et de son utilisation dans l'alimentation des ovins en zones arides. Première journée nationale sur la culture de cactus, El Kelaâ des Sraghnas, p 7#11

#FAO. (1971). Techniques de développement pastoral, vol.3, plantation d'arbustes fourragers, projet FAO Tun. 71/540, Ariana #Tunisie (1971), 17 p.

#Nefzaoui A, Chermiti A. (1991). Place et rôles des arbustes fourragers dans les parcours des zones arides et semi#arides de la Tunisie. Options Méditerranéennes # Série Séminaires, 16, 119#125.

#Sarti B. (2001). Utilisation des raquettes de cactus dans l'alimentation des brebis allaitants et jeunes ovins en croissance engraissement. Mémoire de 3ème cycle. IAV, Rabat, Maroc, pp 5#26.

### **Le cactus *Opuntia*, une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc**

Arba M.

Laboratoire d'Ecophysiologie Végétale, Département d'Horticulture  
Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Complexe Horticole d'Agadir

E-mail: [arbamohamed@yahoo.fr](mailto:arbamohamed@yahoo.fr)

Partie 4: Cultures, itinéraires techniques et productivité

215-222

Symposium international «Agriculture durable en région Méditerranéenne (AGDUMED)», Rabat, Maroc, 14-16 mai 2009

#### **Résumé**

Le cactus est une plante xérophyte qui produit des fruits comestibles et du fourrage pour le bétail. Ses raquettes sont riches en eau et en éléments nutritifs. Il peut être considéré comme une espèce adéquate pour une agriculture durable des régions arides et semi arides et ce, grâce à sa résistance à la sécheresse et sa contribution dans l'alimentation de l'Homme et du bétail. Le Maroc est un pays qui est connu par ses aléas climatiques qui peuvent engendrer des périodes successives de sécheresse et par l'aridité d'un grand nombre de ses régions. Le cactus peut être une alternative pour le développement durable de ces régions grâce à son adaptation au climat de ces zones et son importance économique. La situation du cactus au Maroc et son adaptation à la sécheresse vont être présentés et l'importance de cette plante dans la production de fruits comestibles et de raquettes en tant que fourrage sera abordée. La valorisation de cette espèce au Maroc et les possibilités de son développement en milieu rural seront traités.

**Mots clés:** cactus; sécheresse; agriculture durable; développement durable; valorisation; fruit; fourrage.

#### **Introduction**

Le secteur agricole joue un rôle important dans l'économie nationale et les cultures pluviales représentent une part importante de la SAU (90%). Elles sont constituées essentiellement des cultures vivrières comme les céréales, la fève et le cactus et l'agriculture des zones arides est basée sur des espèces qui résistent à la sécheresse, notamment le cactus. C'est une plante qui a l'aptitude de vivre avec une faible quantité d'eau et de supporter une longue période de sécheresse. Et comme le Maroc est un pays qui est connu par la rareté des pluies et des périodes successives de sécheresse et qu'une grande partie de son territoire est constituée de zones arides, le cactus peut être une espèce adéquate pour une agriculture durable dans le pays par sa résistance à la sécheresse et son utilisation dans l'alimentation de l'Homme et du bétail. C'est une plante qui est économiquement importante, mais qui reste très peu exploitée. C'est une plante qui peut être valorisée en produits agroalimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques qui sont des produits à haute valeur ajoutée pour les agriculteurs et les populations locales. Ses produits de haute valeur ajoutée vont jouer un rôle socio économique important pour les agriculteurs et les

populations rurales et vont contribuer au développement durable en milieu rural.

Ce travail a pour objectifs de présenter les adaptations écologiques et physiologiques du cactus à la sécheresse, l'importance économique du cactus et les possibilités de sa valorisation et de son développement en milieu rural.

### **Importance du cactus dans le monde et sa situation au Maroc**

Le cactus *Opuntia* appartient à la famille des cactacées qui est connue par la présence des épines au niveau des nœuds (aréoles) et à la sous famille des opuntiodées qui est caractérisée par la présence de glochides. Il est introduit dans la région méditerranéenne vers la fin du 15<sup>ème</sup> siècle et en Afrique du Nord vers la fin du 16<sup>ème</sup> (Monjauze et le Houérou, 1965; (Russel et Felker, 1987). Le cactus est essentiellement développé sur la partie ouest de l'océan méditerranéen: sud d'Espagne et du Portugal, Sicile et Afrique du nord. Il occupe des superficies importantes en Sicile avec plus de 300 000 ha et en Tunisie avec plus de 100 000 ha. Il est depuis longtemps cultivé au Maroc pour ses fruits comestibles et son apport fourrager. Sa superficie a évolué de façon remarquable au cours de ces deux dernières décennies à cause de la sécheresse, elle a passée de 50.000 ha en 1998 à plus de 120.000 ha actuellement. La région de Guelmim-Sidi Ifni occupe la première place avec 50% de la superficie nationale (plus de 50.000 ha) et celle du Haouz-El Kelâa des Sraghnas avec 30% de la superficie nationale (33.000 ha environ). La région de Khouribga vient en troisième place et celle de Doukkala en quatrième. L'augmentation de la superficie du cactus au cours de ces deux dernières décennies est due aux opérations de plantation abondantes qui sont menées par les agriculteurs et les établissements agricoles de développement et de vulgarisation et la direction des eaux et forêts, et ce dans le cadre des programmes de lutte contre les effets de la sécheresse et de la mise en valeur agricole des terres en bour et du programme de reboisement des terres forestières et de l'aménagement des parcours.

### **Adaptation du cactus à la sécheresse**

Du point de vue écologique, le cactus s'adapte à la sécheresse par la transformation des feuilles en épines et des stipules en glochides (épines fines en hameçon qui s'attachent de façon désagréable aux mains) et ce afin de diminuer la surface foliaire des feuilles et de réduire l'évapotranspiration au niveau des feuilles. Les tiges, qui sont des organes photosynthétiques transformées en raquettes, sont également couvertes d'une cuticule dure imperméable qui les protège de l'évapotranspiration. Leurs stomates sont fermés le jour grâce au cycle particulier de photosynthèse du cactus et autres plantes grasses. Ce qui diminue d'avantage l'évapotranspiration au niveau des tiges.

Du point de vue physiologique, l'adaptation du cactus à la sécheresse se fait par la fermeture des stomates pendant le jour afin de réduire les échanges avec l'atmosphère et ce, grâce à son cycle particulier de photosynthèse qui diffère de celui des plantes normales ou mésophytes. Chez ces dernières, les stomates sont ouverts le jour et fermés la nuit. Les échanges gazeux avec l'atmosphère se font pendant le jour et le processus normal de photosynthèse se déroule également pendant le jour. Chez les cactus et autres plantes succulentes, qui sont des plantes xérophytes, les stomates sont fermés le jour et ne s'ouvrent que pendant la nuit. Les échanges avec l'atmosphère se font pendant la nuit et le CO<sub>2</sub> qui est nécessaire au processus de photosynthèse qui va se dérouler normalement le jour, moment où l'énergie solaire est disponible, est pénétré la nuit. Il est fixé dans les tissus de la plante par des acides organiques (principalement les acides maliques et iso citriques) qui proviennent du métabolisme des hydrates de carbone qui se trouvent dans les tissus de la plante. Pendant le jour, moment où l'énergie solaire est disponible, ces acides organiques déhibèrent le CO<sub>2</sub>

qui est nécessaire au processus de photosynthèse. Ce cycle particulier de photosynthèse des cactus et autres plantes succulentes est appelé 'Crassulacé Acid Metabolism' ou Métabolisme Acide des Crassulacées qui est désigné par CAM et les plantes qui font la photosynthèse de cette manière sont appelées Arba: Le cactus *Opuntia*, une espèce fruitière et fourragère plantes à CAM. L'adaptation physiologique du cactus à la sécheresse se fait également par le stockage de l'eau au moment de sa disponibilité pour les périodes de son besoin. Ce stockage se fait dans un tissu spécial qui est appelé parenchyme aquifère. Ce dernier est un tissu en éponge avec des cellules de grande taille qui lui permettent de stocker une grande quantité d'eau. Une autre manière d'adaptation du cactus à la sécheresse réside dans l'utilisation efficace de l'eau par la plante et ce, en absorbant le maximum d'eau au moment de sa disponibilité et le

stocker pour les périodes de son besoin. L'absorption de l'eau se fait par les racines superficielles de la plante et des racines primordiales qui sont émises au moment des pluies. L'eau stockée dans les tissus peut maintenir la plante vivante pour une longue période sans qu'il y ait de l'eau disponible aux racines dans le sol. Au moment de la sécheresse, les racines primordiales qui sont émises lors des pluies vont disparaître et les racines latérales vont émettre une gaine qui les protège de la dessiccation.

## Importance économique du cactus

### 1) Production de fruits comestibles

La première importance économique du cactus dans le monde réside dans la production de fruits comestibles (Pimienta Barrios et al., 1993). Ces fruits sucrés et juteux sont riches en vitamine C et leur valeur nutritionnelle est semblable à celle de la plupart des fruits comme les oranges, les pommes, les poires, l'abricot, les cerises, etc. (Barbera et al., 1992; Sepulveda et Saenz, 1990). Leur production est importante dans plusieurs pays: Mexique, Italie, Israël, Afrique du sud, etc. et le marché de leur commercialisation est bien organisé dans ces pays (Barbear et al., 1992). Un certain nombre d'espèces et variétés sont décrites dans le monde et plus qu'une trentaine ont été décrites au Mexique, qui est leur pays d'origine (Russel et Felker, 1987).

Au Maroc, le cactus *Opuntia* est doté d'une diversité génétique importante et un certain nombre d'espèces et variétés ont été décrites. Il y a des espèces qui sont épineuses, avec des épines de couleur variable, et d'autres qui sont inermes. L'espèce *Opuntia megacantha* Salm-Dyck qui est fréquente au Maroc a des épines blanches à pointe noire, la variété d'Essaouira *Opuntia shumannii* Weber a des épines fortes de couleur jaune et la variété 'Dellahia' *Opuntia robusta* Wendland qui est naturalisée au nord, dans la région d'El Hoceima a des épines qui sont également (Arba et al., 2002; Arba, 2006). *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. ou le vrai figuier de barbarie est une espèce qui est très cultivée dans la région sud où elle se présente en différentes variétés: variétés 'Aissa' et 'Moussa' qui ont des fruits à pulpe jaune orangé à maturité, variété 'El Bayda' à pulpe vert clair et variété 'El Akria' à pulpe rouge carmin (Arba et al., 2002; Arba, 2006). Il y a des variétés qui sont précoces, d'autres de saison et celles qui sont tardives. L'espèce *O. megacantha* est une variété de saison, la variété 'Aissa' est une espèce qui est précoce et les variétés 'Dellahia' au nord et 'Moussa' au sud, sont des variétés tardives. Les fruits des opuntias ont une forme qui est souvent ovoïde à sub-ovoïde, mais ils peuvent être parfois circulaire ou en forme de petite poire comme la variété d'Essaouira. La couleur des fruits varie selon les variétés, il y a celles qui ont une pulpe jaune orangé:

*O. megacantha* Salm Dyck et variétés 'Aissa' et 'Moussa' d'*O. ficus indica* (L.) Mill., d'autres qui ont une pulpe verte à verdâtre: variétés 'Dellahia' et 'El Bayda' d'*O. ficus indica* et celles qui ont une pulpe rouge pourpre (variété d'Essaouira) à rouge carmin: variété 'El Akria' d'*O. ficus indica*. Le goût et la saveur des fruits varie également d'une espèce à l'autre, il y a celles qui sont plus sucrées et juteuses: variétés 'Aissa', 'Moussa', 'Dellahia', etc. et d'autres qui sont plus acides: variété d'Essaouira. Les caractères pomologiques et physico-chimiques des fruits de certaines variétés au Maroc sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1: Caractères pomologiques et physico-chimiques des fruits de certaines variétés au Maroc  
Caractères pomologiques et physico-chimiques des fruits à maturité

Variétés

Variété

'Moussa' à Sidi Ifni

Variété 'Draibina' à Jnanat (Khouribga)

Variété 'Mles' à Oued Zem (Khouribga)

Variété

'Dellahia' au nord

	jaune	Jaune verdâtre	Jaune verdâtre	verte
Couleur de la peau	jaune	Jaune verdâtre	Jaune verdâtre	verte
Couleur de la pulpe	Jaune orangé	Jaune orangé	Jaune orangé	Vert citron
Couleur des glochides	jaune	Jaune	jaune	blanche
Longueur du fruit (cm)	6,49± 0,16	6,91±0,22	6,67±0,2	6,74± 0,19
Largeur du fruit (cm)	4,92± 0,16	1,97±0,07	4,52±0,1	4,40± 0,09
Epaisseur de l'écorce (cm)				
0,41± 0,07	0,354±0,03	0,35±0,03	0,35± 0,06	
Poids frais du fruit (g)	81,37± 2,22	78,33±7,42	66,31±3,84	99,52± 2,96
Poids frais de la pulpe (g)	48,65± 0,87	50,17±2,93	39,14±3,47	53,08± 2,04



Poids sec de 100 g de pulpe	21,8± 0,36	18,7± 0,32
Teneur en jus	18,82± 0,40 (ml/ 100g de pulpe)	57,3±2,2% 49,9±2,8% 24,80± 0,91 (ml/ 100g de pulpe)
Teneur en sucre	14,43± 0,28 (g/l de jus)	12,3±0,3 °Brix 12,5±0,5 °Brix 13,98± 0,27 (g/l de jus)
Acidité titrable (%)		0,041±0,010 0,069±0,005
Vitamine C (mg/ 100g de pulpe)	18,0±0,8	17,3±1,1
Graines viables	3,65± 0,05 (/g de pulpe fraîche)	53,18±2,23 % 70,22±5,94% 2,14± 0,09 (/g de pulpe fraîche)
Graines avortées	1,46± 0,13 (/g de pulpe fraîche)	46,82±2,23 % 29,78±5,94% 3,38± 0,28 (/g de pulpe fraîche)

## 2) Production de fourrage pour le bétail

La production de fourrage pour le bétail représente la deuxième importance économique du cactus dans le monde. L'utilisation de cette espèce dans l'alimentation du bétail représente également la deuxième importance de cette plante au Maroc. Le cactus est utilisé depuis longtemps dans l'alimentation du bétail des zones arides et **sa production dans ces zones est plus rentable que celle de certaines autres espèces fourragères comme le maïs et le sorgho (Russel, 1986)**. Il est cultivé comme espèce fourragère dans plusieurs pays dans le but d'assurer un stock alimentaire pour le bétail dans le cas d'une situation critique de sécheresse (Pimienta

Barrios et al, 1993). Un certain nombre de pays: Mexique, USA, Brésil, Pérou, Chili, etc. produisent des quantités importantes de raquettes en tant qu'aliment pour le bétail (Nobel et al., 1987). Des rendements élevés de 400 à 500 T de matière fraîche par hectare (40 à 50 t de matière sèche/ha) sont obtenus avec une densité élevée de 24 plants/m<sup>2</sup> (Cortazar et Nobel, 1992). Les raquettes du cactus sont appréciées par le bétail car elles sont riches en eau, en fibres, en protéines et en éléments minéraux (Nefzaoui et Ben Salem, 2000; Le Houérou, 2002).

Leur consommation permet d'améliorer la saveur du lait et la couleur du beurre (Russel et Felker, 1987). Les raquettes sont broutées directement sur le champ par le bétail de pâturage comme ce qui se fait dans les pays (Mexique, USA) où il y a de grands ranchs de cactus pour le pâturage ou récoltées en les coupant pour les distribuer au bétail domestique comme ce qui se fait dans certains pays de l'Afrique du Nord (Maroc, Tunisie) où les plantations de cactus qui sont destinées à la production de fruits sont utilisées dans l'alimentation du bétail. En comparaison avec d'autres éléments fourragers, la valeur énergétique des raquettes est proche Arba: Le cactus *Opuntia*, une espèce fruitière et fourragère de celle de la luzerne avec 0,12 UF (unité fourragère)/kg. La composition chimique du cactus en comparaison avec d'autres éléments fourragers est présentée dans le tableau 2 et la composition chimique de deux variétés inermes qui sont cultivées au sud du Maroc est présentée dans le tableau 3. Avant de les donner au bétail, les raquettes sont déshydratées pour quelques jours afin d'éviter les diarrhées aux animaux et qui sont dues à la consommation des raquettes qui sont gorgées d'eau. Avant de les déshydrater, les raquettes des espèces épineuses peuvent passer sous un coup de feu afin de les débarrasser des épines. Les raquettes sont données au bétail en leur totalité ou après avoir les couper en petits morceaux, à elles seules ou en mélange avec un autre aliment fourragère comme la paille, l'atriplex, le foin de luzerne, les tiges de maïs, etc. Des rations alimentaires à base de cactus sont élaborées pour le bétail dans certains pays de l'Afrique du nord (Maroc, Tunisie) (tableau 4).

Tableau 2: Composition chimique des raquettes du cactus en comparaison avec d'autres éléments fourragers (Chriyâa, 1998)

Elément fourragère	ADF	NDF	Digestibilité in vitro		
Protéines brutes	% de matière sèche				
Raquettes de cactus		4,8	27,5	15,8	78,7
Paille de blé		5,2	69,6	42,4	45,5
Foin de luzerne		13,8	47,1	31,3	59,4
Feuillage d'atriplex		13,4	34,2	14,4	63,1

Tableau 3: Composition chimique des variétés inermes 'Aïssa' et 'Moussa' d'*Opuntia ficus indica* (L.) Mill. dans la région de Sidi Ifni

Constituant chimique (en %)  
Variété 'Moussa' dans la zone de Sboya  
Variété 'Aïssa' dans la zone de Mesti

eau	86,62	88,76
N	0,96	0,89
P	0,15	0,09
K	1,37	1,25
Ca	4,03	3,96
Na	0,035	0,032
Mg	1,47	1,23

Tableau 4: Rations alimentaires à base de cactus élaborées pour ovins en Afrique du Nord

Elément fourrager

Rations élaborées au Maroc (Chriyâa, 1998)

Rations élaborées en Tunisie (Nefzaoui et Ben Salem., 1996)

R1	R2	R3	R4				
g MS/ jour							
R1	R2	R3					
Cactus (kg MF/jour)			2,5	3,5	5,5	4,5	197 353 550
Atriplex (kg MF/jour)			1,5	1,0	0,6		554 391 236
Paille (g/jour)			200	200	200	600*	160 159 167
CMV (g/jour)			30	30	30	30	

MF: Matière fraîche, MS: Matière sèche

### Valorisation du cactus et possibilités de son développement en milieu rural

#### 1) Production de légume

Les jeunes cladodes sont consommés en tant que légume car ils sont tendres et fi breux. Leur valeur nutritive est similaire à celle d'un grand nombre de légumes feuilles, ils sont moins nutritifs que les épinards et plus nutritifs que la laitue. Ils sont riches en eau, en hydrates de carbones, en protéines, en vitamine C et en  $\beta$ -carotène qui est un précurseur de la vitamine A (Rodriguez Felix et Cantwell, 1988; Cantwell, 1991). Ces jeunes cladodes sont appelés 'Nopalitos' au Mexique où ils sont considérés comme un légume traditionnel depuis des siècles. Ils sont consommés à l'état frais ou après avoir les cuire en tant que légume vert. (Russel et Felker, 1987; Pimienta Barrios, 1993). Ils sont conseillés pour les diabètes à diabétisme indépendant de l'insuline car leur consommation peut améliorer le contrôle du sucre chez ces patients et peut réduire le taux du cholestérol dans le sang (Fernandez et al., 1990; Frati et al., 1988). Du fait que la gastronomie traditionnelle marocaine est connue par une diversifi cation des salades, les 'Nopalitos' peuvent être introduits facilement dans les traditions alimentaires des marocains, rien que dans la préparation de salades fraîches qui peuvent être composées d'un mélange de jeunes cladodes cuits et de légumes verts ou cuits: oignon, tomate, poivron, etc. D'autre part, c'est un produit qui peut être exporté sur les marchés où il y a une population qui consomme ce produit, notamment aux USA où les exportations mexicaines n'arrivent pas à satisfaire les besoins de ce pays en 'Nopalitos'.

#### 2) Produits agro-alimentaires

Les jeunes cladodes peuvent être valorisés par leur conservation en petits morceaux dans des boîtes de conserve. Des usines modernes de mise en boîte des 'Nopalitos' existent dans les pays (Mexique, USA) où il y a une tradition alimentaire de ce produit. Des essais de conservation des jeunes cladodes sont également en cours de réalisation au sud du Maroc par des ONG et des boîtes de conserve sont présentées dans les manifestations nationales et régionales pour faire connaître le produit au public. Les fruits du cactus peuvent être valorisés en confiture, en jus, en miel, en marmelade, etc. (Russel et Felker, 1987; Barbera et al., 1992). La teneur en sucre qui est relativement élevée chez les fruits de la plupart des variétés leur permet de se transformer favorablement en produits agro-alimentaires (Sepulveda et Saenz, 1990). Les fruits fermentés sont utilisés pour produire des boissons alcooliques ou l'eau de vie (Hegwood, 1990; Sijelmassi, 1996). Au Maroc, des essais de transformation des fruits en confiture sont également actuellement en cours de réalisation par ces ONG du sud qui font l'exposition de leurs produits dans des manifestations internationales. Le séchage des fruits au soleil est utilisé au sud du Maroc pour la conservation de la production qui n'est pas vendue à l'état frais et de celle qui n'est pas autoconsommée.

### 3) Produits cosmétiques et pharmaceutiques

En plus de la valorisation des raquettes dans l'alimentation du bétail et des jeunes cladodes dans l'alimentation de l'Homme, le mucilage des raquettes est utilisé dans la fabrication des champings, des assouplissants des cheveux, des crèmes dermiques et des laits hydratants (Pimienta-Barrios, 1994). Il est également utilisé depuis longtemps par les femmes rurales au Maroc pour assouplir leurs cheveux. Ce mucilage permet également de réduire le taux de cholestérol dans le sang (Fernandez et al., 1990). La poudre séchée des raquettes ou poudre de nopal a également un effet sur le contrôle du sucre et du cholestérol dans le sang (Fernandez et al., 1994). Elle a aussi un effet amincissant et antiglycémique la pectine de la poudre diminue le plasma (Roman-Ramos et al., 1995). Le thé aux fleurs des opuntias est utilisé en Sicile comme remède aux maux des reins (Meyer et McLaughlin, 1981). Des capsules qui sont faites à partir des fleurs séchées sont utilisées comme régulateur diurétique et comme remède au dysfonctionnement de la prostate (Pimienta Barrios et al., 1993). Le bouillit des fleurs séchées des opuntias est utilisé en pharmacopée traditionnelle au Maroc comme remède aux douleurs gastro-intestinales, aux brûlures et coups de soleil. L'huile essentielle des graines des fruits du cactus sont riches en acides gras poly-insaturés, en stérols et en vitamines, elle est utilisée comme antiride naturel et pour la fabrication des crèmes dermiques antirides (Ennouri et al, 2005; Coskuner et Tekin 2003). L'huile essentielle des graines est actuellement extraite et commercialisée par des ONG et des petites sociétés privées dans certaines régions du Maroc, les bouteilles d'huile sont exposées dans les manifestations nationales et régionales et le marketing du produit pour le marché étranger se fait par site web.

### 4) Production de carmin

Le carmin est un colorant naturel de couleur rouge carmin. Il est actuellement de nouveau très recherché par les industries alimentaires et cosmétiques pour ses caractères biochimiques (Pimienta-Barrios et al., 1993). Il est produit par l'élevage des cochenilles *Dactylopius coccus* et *Dactylopius opuntiae* qui sont des insectes hôtes du cactus (Wang et Nobel, 1995). Les cochenilles sont collectées sur le cactus, elles sont séchées à l'air libre pour obtenir un produit brut qui est appelé Grana à partir duquel on peut extraire 10 à 26% de carmin (Pimienta-Barrios, 1993). Il a été très demandé sur le marché international au début du 19<sup>ème</sup> siècle, moment où l'élevage de la cochenille à carmin a été pratiqué au sud du Maroc par la colonisation espagnole. Il est disparu par la suite à cause des colorants synthétiques et **il est actuellement de nouveau recherché sur le marché international à cause de ses qualités naturelles et biochimiques.**

### 6) Utilisation du cactus dans l'apiculture

Le cactus est une plante à floraison abondante et son cycle de floraison peut s'étendre de 3 à 6 mois selon la région et la variété. Sa floraison attire les abeilles en masses par leurs grandes fleurs de couleur jaune, leur pollen abondant et leur nectar. Elle assure l'activité des abeilles pour une certaine période et les autres espèces mellifères assurent leur activité pour les autres périodes de l'année. Dans la région sud, le cactus se trouve dans un écosystème qui est riche en espèces mellifères de qualité, notamment les euphorbes qui sont endémiques de la région: *Euphorbia officinalis* qui attire les abeilles par son nectar abondant qui est très nutritif pour les abeilles et *E. regis-jubae* qui attire les abeilles par ses fleurs jaunes abondantes qui sont riches en pollen et en nectar. Les écosystèmes de ces espèces sont favorables pour la pratique de l'apiculture dans le but de produire un miel naturel de grande qualité et de haute valeur marchande. Ce qui améliore le revenu des agriculteurs et la rentabilité des populations locales.

### Conclusion

Le cactus *Opuntia* occupe une superficie importante au Maroc et sa culture se développe de plus en plus. La production de fruits comestibles et de fourrage pour le bétail représente également la première importance économique de cette espèce au Maroc. Sa résistance à la sécheresse et son utilisation dans l'alimentation de l'Homme et du bétail font du cactus une culture vivrière de premier rang au Maroc. Cette espèce fruitière et fourragère qui résiste à la sécheresse convient pour une agriculture durable au Maroc qui est connu par des périodes successives de sécheresse et l'aridité d'un grand nombre de ses régions. Le cactus est doté d'une diversité génétique non négligeable, avec des variétés de couleurs différentes et des périodes de récolte qui varient d'une variété à l'autre et d'une localité à l'autre. Ses fruits sucrés et juteux sont de plus en plus vendus sur le marché local car ils sont appréciés par le consommateur

marocain et les possibilités de leur exportation sur le marché extérieur existent. Le séchage des fruits au soleil est une méthode de conservation qui est très ancienne au Maroc. Des essais de leur transformation en confiture sont déjà en cours dans la région sud et les possibilités de leur valorisation en jus existent. La valorisation du cactus dans l'alimentation du bétail se développe de plus en plus et des rations alimentaires à base de cactus sont élaborées pour les animaux. La valorisation du cactus dans la production de jeunes cladodes pour l'exportation est possible et leur introduction dans les traditions alimentaires des marocains, rien que dans la préparation des salades, peut être réussie, d'autant plus que leur consommation réduit le taux du cholestérol dans le sang. La poudre de nopal et l'huile essentielle des graines sont les principaux produits de valorisation du cactus en produits cosmétiques et pharmaceutiques au Maroc, ces produits sont déjà en production et en commercialisation dans la région sud. Dans cette zone, le cactus contribue avec sa floraison abondante à la pratique de l'apiculture pour la production de miel naturel de qualité qui est recherché par le consommateur marocain pour ses qualités nutritionnelle et pharmaceutiques. La valorisation du cactus en produits de haute valeur ajoutée, notamment les produits agroalimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques va améliorer le revenu des agriculteurs et le niveau de vie des populations locales. Il va également générer de l'argent et des emplois en milieu rural. Ce qui va entraîner un développement durable en milieu rural et faire face au problème de l'exode rural.

### Références bibliographiques

- Arba M 2006: 'Dellahia' a cactus pear cultivar from the Mediterranean coast of Northern Morocco. *Acta Horticulturae*, 728, 37-41.
- Arba M; Benlsmail M C and Mokhtari M 2002: The cactus pear (*Opuntia* spp.) in Morocco: Main species and cultivar characterization. *Acta Horticulturae*, 581, 103-109.
- Barbera G; Carimi F et Inglese P 1992: Past and present role of the indian fig prickly pear (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill., Cactaceae) in the agriculture of Sicily. *Economic botany*, 46 (1), 10-20.
- Cantwell M 1991: Quality and post harvest physiology of 'Nopalitos' and 'Tunas'. Proc. Second Annual Texas Prickly pear Conference. Texas Prickly Pear Council, Mc Allen, Texas, p. 50-66.
- Chriyaa A 1998: Techniques culturales du cactus et de son utilisation dans l'alimentation des ovins en zones arides. Première journée nationale sur la culture du cactus, El Kelâa des Sraghnas, p. 7-11.
- Cortazar V G et Nobel P S 1992: Biomass and fruit production for the prickly pear cactus *Opuntia ficus indica*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 117 (4), 558-562.
- Coskuner Y et Tekin A 2003: seed composition of prickly pear fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 846-849.
- Ennouri M; Evelyne B; Laurence M et Hammadi A 2005: Fatty acid composition and rheological behaviour of prickly pear seed oils. *Food Chemistry*, 93, 431-437.
- Fernandez M L; Trejo A and McNamara D J 1990: Pectin isolated from Prickly pear (*Opuntia* sp) modifies low density lipoprotein metabolism in cholesterol-fed guinea pigs. *J. Nutr.*, 120, 1283-1290.
- Fernandez M L.; Lin E C K.; Trejo A. et McNamara D J 1994: Prickly Pear (*Opuntia* sp.) pectin alters hepatic cholesterol metabolism without affecting cholesterol absorption in guinea pigs fed a hypercholesterolemic diet. (*Biochemical and Molecular Roles of Nutrients*). *Journal of Nutrition*. 124, (6), 817-823
- Fрати A C; Gordillo B E; Altamirano P et Ariza C R 1988: Hypoglycemic effect of *Opuntia streptacantha* Lemaire in non-insulin-dependent diabetes. *Diabetes Care*, 11, 63-66.
- Hegwood D A 1990: Human health discoveries with *Opuntia* sp (prickly pear). *Hortscience*, 25 (12), 1515-1516.
- Arba: Le cactus opuntia, une espèce fruitière et fourragère
- Le Houérou H N 2002: Cacti (*Opuntia* spp.) as a fodder crop for marginal land in the Mediterranean Basin. *Acta Horticulturae*, 581, 21-46.
- Meyer N B et McLaughlin J B 1981: Economic uses of *Opuntia*. *Cactus and Succulent J.*, 53, 107-112.
- Monjauze A et Le Houérou H N 1965: Le rôle des *Opuntia* dans l'économie agricole nord africaine. *Bull. Eco. Nat. Sup. Agr. de Tunis*, 8-9, 85-165.
- Nefzaoui A et Ben Salem H 2000: *Opuntia*: A strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the Wana region. *Cactusnet FZAO International Cooperation Network on Cactus Pear News Letter*, p. 2-24.
- Nefzaoui A et Ben Salem H 1996: Nutritive value of diets based on spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var *inermis*) and *Atriplex* (*Atriplex nummularia*). In Native and exotic fodder shrubs in arid and semi arid zones, Regional training workshop, 27 october-2 november 1996.
- Nobel P S, Russel C E, Felker P, Medina J G et Acuna E 1987: Nutrient relations and productivity of prickly cacti. *Agro. J.*, 79, 550-555.
- Pimienta Barrios, E; Barbera G et Inglese P 1993: Cactus pear (*Opuntia* spp, Cactacea) International Network an effort for productivity. *Succulent journal (US)*, 65, 225-229.
- Pimienta-Barrios E 1993: Vegetable cactus (*Opuntia*). In *Underutilized Crops: Pulses and Vegetables*, p. 177-191. Ed J. Williams. London, UK.
- Pimienta-Barrios E 1994: Prickly pear (*Opuntia* spp) a valuable fruit crop for the semi arid lands of Mexico. *J. of Arid Env.*, 28, 1-11.
- Rodriguez felix A et Cantwell M 1988: Developmental changes in composition and quality of prickly pear cactus cladodes (*Cactus pearitos*). *Plant Food Human Nutrition*, 38, 83-93.
- Roman-Ramos R; Flores-Saenz J L.; Alarcon-Aguilar F J. 1995: Anti-hyperglycemic effect of some edible plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 48, 25-32.
- Russel C E 1986: Cactus, ecology and range management during drought. *Proceeding of the symposium on livestock and wild life management during drought* (R D Brown ed). Caesar Kleberg wildlife researches Institute, Univ. Kingsville, Texas, p. 59-69.
- Russel C.E. et Felker P 1987: The prickly pears (*Opuntia* spp, Cactaceae): A source of Human and Animal food in semiarid regions. *Economic botany*, 41 (3), 433-445.
- Sepulveda E et Saenz C 1990: Chemical and physical characteristics of prickly pear (*Opuntia ficus indica*) pulp. *Revta Agroquim Tecnol*

Aliment, 30, 551-555.

Sijelmassi A 1996: Les plantes médicinales du Maroc. 4ème édit. Edit. Lefenec, Casablanca.

Wang N et Nobel PS 1995: Phloem exudate collected via scale insect styles for the CAM species *Opuntia ficus indica* under current and doubled CO<sub>2</sub> concentrations. Ann. Bot., 75, 525-532.