

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ahmed DRAÏA - Adrar



Code :

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : système de production

Thème :

**Etude de la variabilité morphologique chez trois arbres
de l'arganier plantés dans la région d'Adrar.**

Préparé par

M. DADDA Ahderrahmane

M. YOUSFI Abdellah

Membres de jury d'évaluation :

M. SOUDDI Mohamed	Président	MCA	Univ. Adrar
M. BENCHEIKH Abdelaali	Encadreur	MCB	Univ. Adrar
M. OULDSAFI Mohamed	Co-encadreur	MRA	INRF Adrar
M. IDDER Boubaker	Examineur	MAA	Univ. Adrar

Année Universitaire : 2021/2022

REMERCIEMENTS

Avant tout , nous remercions ALLAH qui nous a donné beaucoup de volonté et de courage pour accomplir ce travail .

Nous tenons l'expression à exprimer notre reconnaissance et gratitude à Mr BENCHIKH Abdelaali MCB à l'Université d'Adrar, l'encadreur, pour son aide ses orientations et ses conseils, et pour son soutien moral qu'il nous accordé pour faire avancer ce travail.

un remerciement très particulier à Mr OULDSAFI Mohammed Maître de recherche à l'INRF Adrar, le co-encdreur de mémoire, pour nous avoir donné l'occasion extraordinaire de réaliser notre travail et pour le temps qu'il a consacré à nous apporter les outils méthodologiques indispensables à la conduite de cette étude.

Nous adressons nos remerciements à Mr SOUDDI Mohamed MCA à l'université d'Adrar pour avoir présider le jury .

Nos remerciements vont à Mr. IDDER Boubaker MAA à l'université d'Adrar pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Nos remerciements vont également aux enseignants du département des sciences de la nature et de la vie à l'université Ahmed Draya, Adrar, qui nous ont enseigné (Mr. KadriY, Mr. ABBAD A., Mr. Chahed A., Mr. SidAmar A., Mr. Benaichaoui B. et Mr. Boulgheb A.).

Nous profitons l'occasion pour remercier du fond du cœur toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Abderrahmane et Abdellah

Liste des figures

Figure 1 Aspect d'un arbre et du tronc d' <i>Argania spinosa</i> L.....	05
Figure 2 : rameaux d'Arganier parcelle d'INRF, station INRA d'Adrar.....	06
Figure 3 ; Composition florale et boutons floraux avec styles.....	07
Figure 4 : Fruits d' <i>Argania spinosa</i> L.....	08
Figure 5 Parties du fruit de l'arganier.....	08
Figure 6 : Répartition de l'arganier en Afrique Nord-Occidentale	10
Figure 7 : Situation cartographique de l'arganier à Tindouf	11
Figure 8 :Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région d'Adrar.....	20
Figure 9 : Variations moyennes annuelles des températures (1986-2016).....	22
Figure 10 : Rose des vents à Adrar (2000-2011)	23
Figure 11 : Plantation d'Arganier parcelle expérimentale site de la wilaya d'Adrar.	24
Figure 12 : Mesure de diamètre d'Arganier... ..	26
Figure 13 : Mesure de la longueur de fruits par pied à coulisse	26
Figure 14 : Différence d'hauteur entre les arbres étudiés	29
Figure 15 : Différence de diamètre à 1.30m entre les arbres étudiés.....	29
Figure 16 : Différence de la largeur de la cime entre les arbres étudiés.....	30
Figure 17 : Densité des feuilles en 10cm.....	31
Figure 18 : Densité des feuilles en 10 cm.....	32

Figure 19 : : Longueur des épines entre les arbres étudiés	32
Figure20 : Longueur des feuilles chez les arbres étudiés.....	32
Figure 21 : Densité des épines en 10cm chez les arbres étudiés	33
Figure 22 : Densité des épines entre les arbres étudiés	33
Figure 23 : Longueur des épines entre les arbres étudiés	34
Figure 24 : la pesé des fruits de l'arganier.....	34
Figure25 : mesure de la largeur du fruits	35

Liste des tableaux

Tableau 01 - phénologie de l'arganier <i>Argania spinosa</i> L.....	10
Tableau 02 - principaux insectes ravageurs des peuplements à l' <i>argania spinosa</i>	17
Tableau 03 - les moyennes mensuelles des précipitations(1986-2016).....	19
Tableau 04 - les moyennes mensuelles des températures (1986-2016)....	20
Tableau 05 . les moyennes mensuelle de humidité relative (1986-2016).....	21
Tableau 06 .les moyennes mensuelles du vent (1986-2016.....	22
Tableau 07 . les moyennes des fréquences des vents (2000-2011).....	22
Tableau 08 .résultats de mesure biométrie sur l'arganier	28
Annexe 1 : Ecart-type des différents paramètres	
Annexe 2 : Matrice de corrélation	

Liste des abreviation :

- **INA** : institut national d'agronomie
- **INRF** : institut national de recherche forestière
- **INRA** : institut national de recherche agronomique d'Algérie
- **DPAT** : direction de planification et d'aménagement du territoire.
- **ONM** : office national de métrologie
- **HR** : humidité relative

Sommaire

INRODUCTION.....	01
CHAPITRE 01 : GENERALITE SUR L'ARGANIER ET PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	
1-1Taxonomie et caractère botanique.....	04
1-1-1Classification botanique de l'arganier.....	04
1-1-2 Biologie de l'arganier.....	04
1-1-3 Ecologie de l'arganier.....	09
1-1-4 Phénologie.....	09
1-1-5 -Aire de répartition géographique.....	10
1-1-6- Importance de l'arganier.....	12
1- 1-6-1 Rôle socio- économique	12
I-1-6-2 Rôle de l'arganier dans la protection de l'environnement.....	14
1-1-7-1 Exigences écologiques.....	14
1-1-7-2Exigences bioclimatiques.....	15
1-1-7-3Exigences édaphiques.....	15
1-1-8 Essai d'introduction et de germination de l'arganier.....	15
1-1-9 Régénération de l'arganier.....	16
1-1-9-1 Par semis	16
1-1-9-2 Par rejets de souche.....	16
1-1-9-3 Par la multiplication végétative.....	16
1-1-10 Etude nutritionnelle.....	16
1-1-11 Maladies et ravageurs de l'arganier.....	17
1-1-11-1Maladies.....	17
1-1-11-2 Ravageurs.....	17

1-2 Présentation de la zone d'étude.....	18
1-2-1 Situation géographique.....	18
1-2-2 La géomorphologie.....	18
1-2-3 Les sols.....	18
1-2-4 Le climat.....	19
1-2- 4-1 Précipitation.....	19
1-2-4-2Températures.....	20
1-2-4-3 Humidité de l'air.....	21
1-2-4-4 Vent.....	22

CHAPITRE 02 : MATERIELS ET METHODES

2-1 Présentation du site expérimental.....	24
2-2 Matériels.....	25
2-3 Méthodes.....	25

CHAPITRE 03 : RESULTATS ET DISCUSSION

3-1 Résultats.....	28
3-2La hauteur des arbres	28
3-3Le diamètre.....	29
3-4 La largeur de la cime.....	30
3-5 La densité des feuilles	30
3-6 La largeur des feuilles	31
3-7 La longueur des feuilles.....	32
3-8 La densité des épines.....	33
3-9 Longueur des épines	34
3-10 Poids de fruits.....	34
3-11 Largeur des fruits.....	35
Conclusion générale.....	37
Référence bibliographique.....	41

INTRODUCTION GENERALE:

Les régions arides ce sont les plus sensibles aux changements climatiques (sécheresse prolongée, températures élevées, vent violent avec du sable...ect) notamment ceux ayant un impact directe sur la végétation, que ce soit naturelle ou installée artificiellement par l'être humain. Dans cette démarche et afin de sauvegarder certaines essences végétales dont l'habitat naturel dégradé, plusieurs essais, de domestication des espèces végétales, ont été conduits à travers plusieurs régions du monde. En Algérie, à l'institut national de recherche forestière plusieurs espèces végétales font l'objet de domestication au niveau de plusieurs stations expérimentales de différentes régions du pays. Parmi ces espèces, on peut citer l'exemple de l'Arganier introduit et domestiqué avec succès dans la région d'Adrar.

Le présent travail du mémoire de master porte sur l'étude de la variabilité des caractères morphologiques chez certains individus de l'Arganier âgés de douze ans plantés au niveau de la parcelle expérimentale de l'INRF sise à la station INRA d'Adrar.

L'Arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels), est une essence ligneuse appartenant à la famille des sapotacées. Elle est endémique de l'Algérie (région de Tindouf) et du Maroc (région du sud-ouest, en particulier la plaine du Souss). Dans ces deux pays maghrébins et Nord-africain, l'arganier joue un rôle important dans la lutte contre la désertification. Arbre qualifié comme espèce à la fois forestière et fruitière, il joue plusieurs rôles à savoir : la lutte contre la désertification et l'érosion hydrique, l'offre de parcours pour le bétail notamment l'élevage caprin garce à sa qualité fourragère, représente une source de revenue pour les revernis qui font l'extraction de son huile très commercialisées ...etc. L'huile est la partie la plus recherchée et exploitée de l'Arbre d'Arganier vu sa réputation mondial grâce à ses qualités diététiques et cosmétiques.

Malheureusement, la vulnérabilité de cette espèce dans son habitat naturel et la multitude des pressions qui s'y exercent et qui dépassent largement ses possibilités productives, contrarient la pérennité de l'arganeraie qui est en déclin continue. Cette menace d'extinction est une préoccupation majeure aussi bien pour la population locale que pour les scientifiques. Pour faire face à cette situation plusieurs solutions sont préconisées, parmi eux la domestication par la plantation de l'Arganier hors son habitat naturel dans des zones propices à sa culture.

En Algérie, l'arganier connaît ces dernières années un nouvel essor, la population riveraine ainsi que certaines conservations des forêts ont commencé à s'intéresser à cette essence. Le développement de l'arganier dans les wilayas de Tindouf, Adrar, Chélif et Mostaganem par des nouvelle plantations et de la création des pépinières pour la production de plants d'arganier font partie des mesures mis en place d'une ambitieuse opération de valorisation et de préservation de cet arbre saharien.

Le présent travail dévoile la variabilité morphologique constatée chez trois individus domestiqués d'arbres d'Arganier ayant les mêmes conditions du milieu et qui sont plantés dans la wilaya d'Adrar depuis 2010. Pour objectif principal, ce travail vise à évaluer la variabilité morphologique chez l'espèce dite Arganier d'une part et faire une corrélation entre la productivité en fruits et les autres caractères d'autre part. Ce modeste mémoire s'article en

quatre parties, à savoir :

Chapitre un : il s'intéresse dans un premier temps à donner quelques connaissances bibliographiques concernant l'arganier, ses rôles écologique et socio-économique, ainsi que les différentes voies de sa régénération et les principaux agents responsables de la régression de l'espèce. Par la suite une caractérisation générale de la zone d'étude a été donnée.

Le volet expérimental est structuré en deux chapitres. Dans le premier, nous avons présenté le matériel utilisé ainsi que la méthodologie adoptée. Dans le dernier chapitre, les résultats obtenus sont analysés et discutés, avec des conclusions partielles. En fin ce travail est terminé par une conclusion générale qui résume les principaux résultats obtenus et porte les recommandations qui pourraient être utiles pour l'arganiculture dans la wilaya d'Adrar.

Chapitre 1 :

Généralité sur l'arganier et présentation de la zone d'étude

1-1 Taxonomie et caractère botanique :

L'arganier (*Argania spinosa* (L) Skeels) est une espèce de genre *Argania*, il est endémique de l'Algérie et du Maroc où il se trouve sur de vastes étendues. L'arganier se trouve en deux formes l'une s'appelle pleureur, l'autre dressé, L'arbre appartient aux classes de dicotylédones, de la famille des « Sapotacées », le genre « *Argania* » est très polymorphe, il ressemble un peu à l'olivier,

M'hrite (1989) a signalé que l'arganier appartient à la famille sapotacées qui renferme environ 600 espèces et 40 genres.

D'après Lewalle, 1991, l'aire de répartition de cette espèce pose problème, parce qu'il est séparé des autres arbres de sa nombreuse famille, par plusieurs milliers de kilomètres.

1-1-1 La classification botanique de l'arganier :

Règne : Végétal

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement: Angiospermes.

Classe : Dicotylédones.

Sous-classe : Gamopétales.

Série : Superovariées pentacycliques.

Ordre : Ebénales.

Famille : Sapotacées.

Genre : *Argania*.

Espèce : *Argania spinosa*.

1-1-2 Biologie de l'arganier :

L'arganier est une essence forestière rustique et épineuse. Il se caractérise par sa belle taille, son hauteur qui peut atteindre 8 à 10 mètre. (JACCARD;1926, EMBERGER; 1938 ET WAGREET;1962.)

D'après Boudy (1950) la croissance de l'arganier est très lente, Sa hauteur moyenne annuelle se développe entre 0,2-0,3m durant les vingt premières années en terrain ordinaire dans des parcelles encloses et bien surveillées.

La cime de cette espèce prend une forme arrondie. Il est dense, large et étalée en général; le tronc est court, vigoureux, noueux, tourmenté (*figure 1*), il se forme souvent par plusieurs tiges entrelacées. Provenant de la soudure de rejets très voisins ou de tiges issues d'un même noyau (Boudy, 1952).

Le forêt d'arganier est généralement clair et nu, les arbres sont maintenus pour permettre une culture intercalaire pendant la saison de pluie.

Les rameaux portent des petites feuilles (*figure 2*), ils sont très denses, et sont distants souvent épineuses (Nouaim et al., 1991)



Figure 1. Aspect d'un arbre et du tronc d'*Argania spinosa L*
(Ouldsafi ,2013)



Figure 2. Rameaux d'Arganier parcelle d'INRF, station INRA d'Adrar

Les feuilles sont petites, sub-persistantes, coriaces, vert sombre la face inférieure alternées, souvent réunies en fascicules lancéolés ou spatulées insensiblement atténués en un pétiole plus ou moins distinct, avec une nervure médiane très nette et des nervures latérales très fines et ramifiées. (Figure 2) Elles sont de couleur vert sombre à la face supérieure, plus claire en dessous et de forme très variable. Les rameaux peuvent être épineux ou non (M'Hirit et al., 1998).

Il y a deux types de feuilles chez l'arganier :

Les feuilles simples portées par les rameaux jeunes et les feuilles groupées portées par les rameaux âgés (Zahidi et al, 1994).

EMBERGER, (1960), a constaté que les arganiers qui sont amenés à se dépouiller de leurs feuilles pour résister à l'évaporation pendant la période de grande sécheresse, recommencent à bourgeonner et à débousser plusieurs semaines parfois avant la reprise de la saison des pluies. La fleur pentamère est hermaphrodite (Boudy, 1952). Le calice et la corolle gamopétale à lobes imbriqués sont respectivement constitués de cinq sépales et de cinq pétales.

L'androcée est formé de cinq étamines à filets courts. L'ovaire ovoïde comprend cinq carpelles et loges. Les ovules sont basilaires ou axiaux, surmontés d'un style conique ne renfermant que 2 ou 3 carpelles uniovulés (M'Hirit, 1987). La pollinisation anémophile à 80% et entomophile à 20% (Thiery, 1987).



Figure 3. Composition florale et boutons floraux avec styles apparents
(Ould Safi, 2013)

Le calice de la fleur est composée de cinq sépales pubescents succédant à deux bractées (EMBERGER,1938, MENSIER,1957).

Le fruit est une baie sessile, formée d'un péricarpe charnu ou pulpe et d'un "pseudo endocarpe" ou noyau, où sont incluses les graines généralement soudées. Le noyau central est très dur, comprenant 1 à 3 amandes. Alors, selon la forme et la dimension, nous distinguons six types de fruits : fusiforme, ovale, ovale apicule, goutte, arrondie, ou globuleuse (Emberger, 1938). La graine est albuminée et gorgée d'huile (Nouaim et al., 1991).

L'enracinement de l'arganier est très développé, il peut être traçant lorsque les roches dures s'opposent à son extension, ce qui lui permet de profiter même des faibles quantités de pluie. Le tempérament de cette espèce fort ancienne est extrêmement robuste ; Il rejette abondamment de souches, et constitue un hérissron végétal dont le volume croit régulièrement, ce qui met les pousses centrales hors de portée des animaux (Riedacker et al., 1990). Nouaim et Chaussod (1991) signalent que les racines de l'arganier portent des endomycorhizes à arbuscules. Le bois d'arganier est très compact, sans aubier, jaunâtre et lourd ; sa densité varie de 0.9 à 1. Il fournit un excellent charbon. L'âge de l'arganier ne peut être estimé qu'approximativement en raison de la croissance irrégulière du bois : les cernes, d'ailleurs peu visibles, correspondent à des périodes de végétation et non à des années (Nouaim et al, 1991). Toutefois, la résistance physiologique peu commune de l'espèce laisse croire que l'âge de l'arganier peut dépasser 200 à 250 ans voire plus après la coupe (M'Hirit et al., 1998).



Figure 04. Fruits d'*Argania spinosa* L

Parties du fruit de l'arganier (*Argania spinosa*)

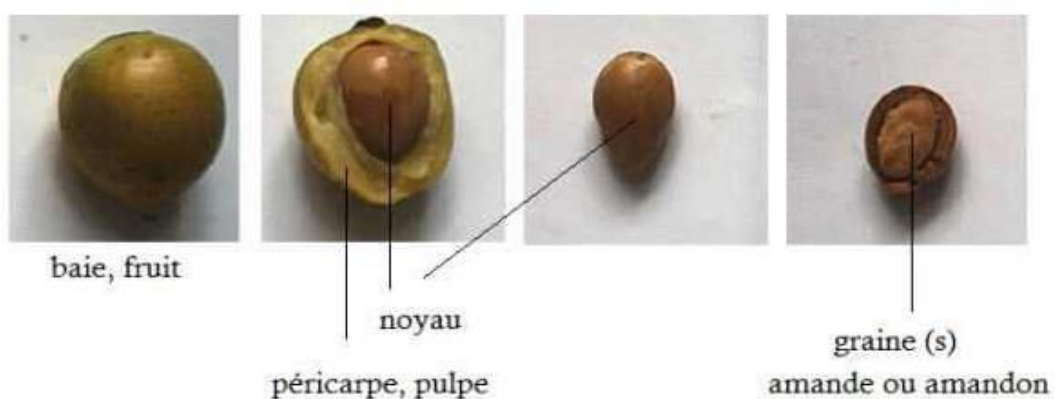


Figure05. Parties du fruit de l'arganier (*Argania spinosa*)

(kechebar 2016)

Il existe deux formes d'arganier l'une dite pleureur, l'autre dressé (Rouhi, 1991), ceci supposerait l'existence de deux variétés, ou races biologiques au sein de l'espèce. L'arbre présente une structure typique de dicotylédone, de la famille des « Sapotacées », le genre «*Argania* » est très polymorphe, il présente quelques analogies avec l'olivier, mais on ne le trouve que sur de vastes étendues dans le sud de l'Algérie et du Maroc.

1-1-3 Ecologie de l'arganier :

L'Arganier est une plante xérophile, thermophile ça signifie qu'il peut résister à la chaleur et aux températures élevées, il est aussi halophile, possédant une grande faculté d'adaptation aux conditions climatiques les plus difficile (Baumer et Zeraïa, 1999).

Cette faculté d'adaptation de l'arganier nous semble qu'elle n'est pas liée au fait que cet arbre économise l'eau, mais à sa capacité de puiser l'eau à de grandes profondeurs (Mokhtari, 2002). Également en ces mêmes périodes de sécheresse, la croissance de certains rameaux de l'arbre diminue (El aboudi et al. 1991). D'après Boudy (1950) plus qu'une région forestière est sèche (étage aride et semi-aride), et plus la densité de ses peuplements adultes est réduite, en raison que les racines ont besoin d'un espace vital considérable pour puiser l'eau du sol.

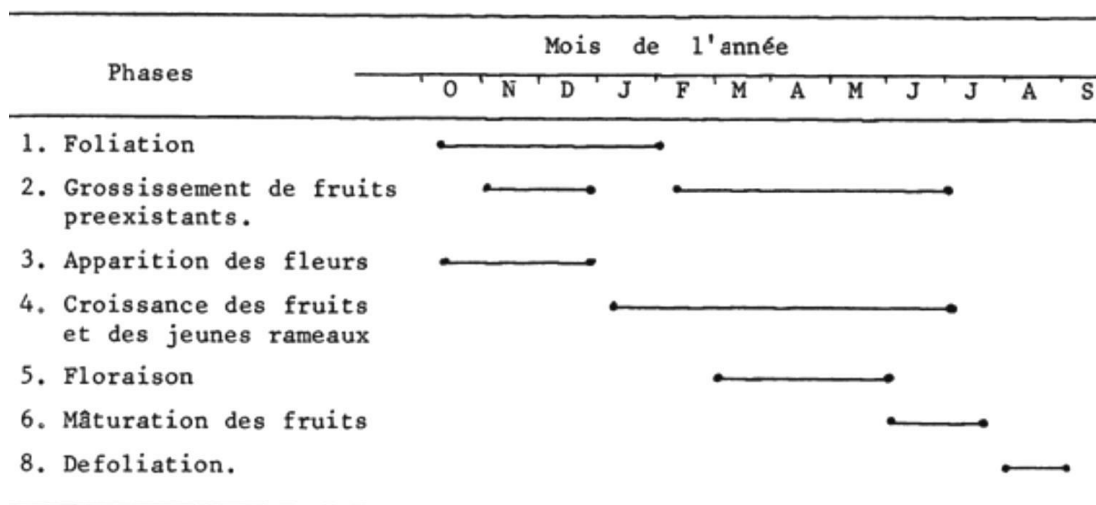
Peltier et al. (1992) ont montré que la sécheresse constitue l'important facteur influant sur la régulation stomatique de l'arganier, d'où elle est dite le moteur de plusieurs mécanismes de régulation du déficit hydrique foliaire. L'arganier peut résister à la sécheresse grâce à son système racinaire puissant lui permettant d'atténuer ou éviter les effets du stress hydrique. En cas de sécheresse sévère ou prolongée, l'arbre d'arganier se dépouille de son feuillage pour résister à la perte en eau due aux phénomènes de l'évapotranspiration, puis il recommence à bourgeonner et à débousser plusieurs semaines avant la reprise de la saison des pluies (Emberger, 1960). El aboudi (1990) suggère que l'arganier n'est pas particulièrement une espèce qui économise l'eau bien qu'il est pourvu de mécanismes susceptibles de freiner la transpiration. Alors, en se basant sur l'ensemble de ces indices, Peltier et al. (1990) rapportent qu'il s'agit peut-être d'une éventuelle participation de réservoirs internes dans la régulation du déficit hydrique foliaire pendant la saison sèche. D'autre part, Nouaim et al. (1991) parlent de l'existence d'une association symbiotique entre les racines de l'arganier et des champignons possédant des vésicules et arbuscules, jouant probablement un rôle dans la résistance de l'arbre à la sécheresse en même temps favorisent une meilleure alimentation minérale.

1-1-4 Phénologie :

Le caractère phénologique le plus remarquable chez l'arganier est la défoliation. En effet, des sujets isolés ou même des cantons tous entiers arrivent à perdre leur feuillage et l'arbre mène une vie ralentie pour reverdir lorsque la période est favorable (Emberger, 1938 et Boudy, 1950).

Chapitre I : Généralité sur l'arganier et présentation de la zone d'étude

Tableau 01 - Phénologie de l'arganier *Argania spinosa*L. (D'après M'Hirit, 1989).



1-1-5-Aire de répartition géographique :

De l'arganier Au Maroc, l'arganeraie s'étend sur 828.500 ha (Ayad, 1989), seulement beaucoup d'auteurs s'accordent à penser que de nombreux secteurs, notamment toute la partie méridionale autour de la province d'Agadir (Figure 06), présente une faible densité en arbres, les estimations font état de 500.000 ha (DE Ponteves et al., 1990 ; Lewalle., 1991).

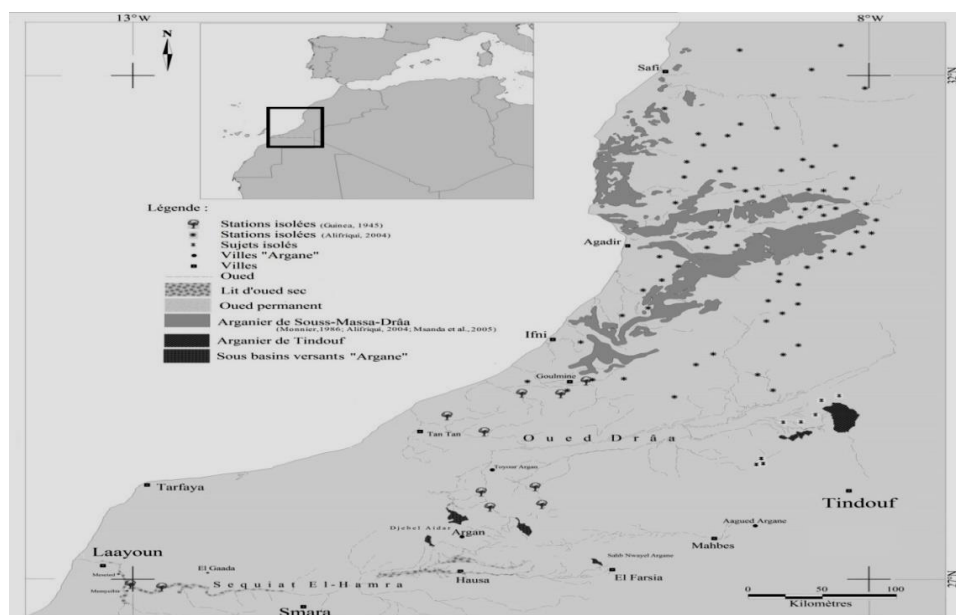


Figure 6. Répartition de l'arganier en Afrique Nord-Occidentale (Kechairi, 2018)

Toutefois l'arganier, sous forme d'arbrisseaux, couvre les marges les plus extrêmes de son aire de distribution plus précisément dans la partie occidentale du Sahara algérien, entre le Djebel Ouarkziz et la hamada de Tindouf comprise entre 28° N et 8° w (kechebar,2016).

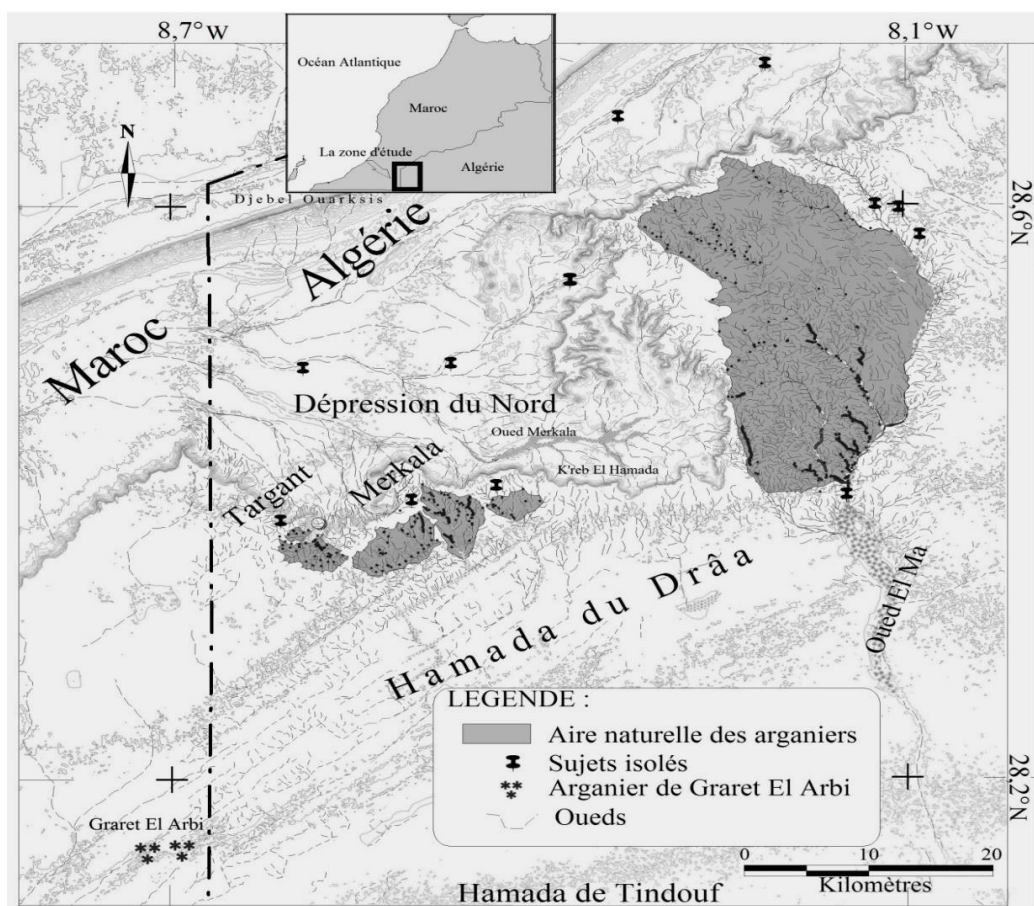


Figure 7. Situation cartographique de l'arganier à Tindouf (Kechairi, 2018).

1-1-6 Importance de l'arganier :

L'arganier joue un rôle très important et s'oppose à l'érosion pluviale. Il est, en effet, un excellent fixateur du sol des montagnes. De plus, il dresse rempart contre la désertification dans les zones présahariennes (Benzyane et al., 1991). Extrêmement dur, le bois de l'arganier est fort apprécié comme matériaux de charpente et pour la fabrication de toutes sortes d'outils agricoles. Parce qu'il est dense et se consume lentement, il est massivement utilisé en tant que combustible, sous forme de charbon. En effet, à partir de 1917, une crise de combustible a entraîné la destruction de milliers d'hectares d'arganier (De Ponteves et al., 1990). Ceci a abouti à la prise en charge de l'arganeraie par l'administration des eaux et forêts en 1925. L'arganier fût alors placé dans le domaine privé de l'état, et seules les populations locales ont eu le privilège de pouvoir l'exploiter. En plus de cette utilisation, l'arganier fournit également des branches solides utilisées par des berbères pour dresser la clôture des maisons.

L'arganier est une plante à multi usages. Chaque partie ou produit de l'arbre est utilisable et est une source de revenu ou de nourriture. Cette essence ligneuse a des propriétés écologiques et physiologiques : elle est très rustique et résistante à l'aridité. Dans les régions arides et semi- arides où il pousse, l'arganier est quasiment irremplaçable dans la conservation des sols et des pâturages et pour la lutte contre l'érosion et la désertification. C'est un arbre qui joue un rôle capital dans la fertilisation des sols. Parmi les fonctions primordiales que remplit l'arganier nous citerons ses fonctions socio-économiques et environnementales.

1-1-6-1 Rôle socio- économique :

L'arganier est un arbre qui offre de nombreux produits de grande importance pour l'économie Algérienne et ça malgré la rareté des pluies et le problème de l'aridité dans les régions d'implantation.

Outre qu'elle offre le pâturage, l'huile alimentaire et le bois de chauffage, l'arganeraie assure la subsistance des ruraux. Elle peut ainsi contribuer à la limitation du phénomène de l'exode rural.

a)- Production de l'huile et de ses dérivés de l'amande contenue dans le fruit de l'arganier, les paysannes tirent ensuite une huile, utilisée traditionnellement pour l'alimentation, et même autrefois pour l'éclairage. Cette huile artisanale est produite tout au long de l'année au fur et à mesure des besoins (on ne peut la stocker). Les rendements restent faibles, puisque tournant aux alentours de 3% du poids sec, ce qui permet d'obtenir en moyenne 3 litres à partir de 100 kg de fruits secs. La production d'huile d'argan avoisine ainsi les 15 litres par ha (Benchakroun et al, 1989). L'huile extraite est non seulement comestible et d'un goût agréable, mais elle possède des propriétés diététiques très intéressantes. L'huile d'argan est devenue l'une des huiles comestibles les plus chères dans le monde. Elle est encore plus chère comme produit cosmétique et est le sujet de plusieurs brevets cosmétiques aux États-Unis et en Europe. Cette huile, qui a été une source de revenu des habitants de sud-ouest du Maroc pendant des siècles, a connu un regain d'intérêt avec les diverses découvertes de ses vertus culinaires, cosmétiques et même médicinales (Bamouh, 2009). L'analyse de la composition chimique de l'huile d'argan a mis en évidence la richesse de celle-ci en acides gras insaturés 78,36 %, une teneur moyenne en acide oléique de 46,67%, et en acide linoléique de 31,49%.

Les acides gras saturés à 21,63% sont représentés essentiellement par l'acide palmitique à 15,75% et l'acide stéarique à 5,48% (Debbou, 2003 In Kchairi, 2009).

L'huile d'argan est une huile d'excellente valeur alimentaire. Elle est très appréciée par les populations du sud-ouest marocain qui aiment son goût très fruité et l'utilisent pour la préparation de leurs plats traditionnels. Elle est utilisée soit fraîche soit cuite mais jamais dans les fritures. L'huile de fruits de l'arganier est extraite de l'amande. Elle est non seulement comestible et d'un goût agréable, mais elle possède des propriétés diététiques très intéressantes, car elle est constituée à 80% d'acides gras insaturés (Radi, 2003). Dans la pharmacopée traditionnelle, l'huile de l'arganier et divers produits dérivés de l'arbre ont été de tout temps utilisés pour leurs propriétés réelles ou supposées. De ce fait, plusieurs composés biochimiques tirés de fruits de l'arganier, possèdent des propriétés biologiques qui peuvent justifier leur utilisation en pharmacie et en cosmétologie. La production totale de l'huile de l'arganier varie de 3000 à 4000 tonnes et représente donc au maximum 1.6% de la consommation marocaine en huile alimentaire (Rahmani, 1979).

b)- Production du bois L'arganier fournit un bois pour la fabrication d'objets d'exploitation familiale (charrues, outils, ustensiles) et ses perches conviennent pour la construction des habitations. Aussi son bois permet de produire un excellent charbon avec un rendement élevé, un quintal par stère (Alexandre, 1985). Le bois d'arganier, comme celui des autres sapotacées, est très lourd, solide, d'une coloration souvent foncée, grisâtre (Kenny, 2007). Il a une densité de 0,9 à 1 et une charge de rupture de 1250 à 1500 kg/cm² (Benzyane, 1989). Pour ses caractéristiques de dureté, le bois d'arganier s'appelle le bois du fer, néanmoins selon Baumer et al. (1999), ce bois est impropre à la menuiserie.

c)- Production pastorale L'arganeraie fournit d'abord un terrain de parcours pour les troupeaux, en fait, le seul disponible localement, et qui, dans le cadre d'une gestion équilibrée, peut procurer en moyenne à l'hectare une quantité d'unités fourragères de 300 U.F. pour ce qui est de la strate herbacée, auxquelles il convient d'ajouter quelque 100 U.F. apportées par le feuillage (Benchakroun et al, 1989). Les feuilles de l'arganier sont consommées par les camelins et les caprins. La pulpe des fruits représente également une source de nourriture pour les animaux. Il semble que ce fourrage constitue la part la plus importante dans la ration alimentaire des animaux, notamment les chèvres. Ces dernières arrivent à brouter les feuilles en se mettant debout jusqu'à 1.50 mètres au-dessus du sol. Enfin le tourteau, résidu d'extraction d'huile, est utilisé comme complément énergétique pour l'engraissement des bovins.

Durant les années de sécheresse, les animaux locaux ainsi que les immenses troupeaux venant du Sahara sont sauvés par l'arganeraie. Plus de la moitié de l'effectif de cheptel est constituée de chèvres, auxquelles l'arganier fournit une sorte de pâturage aérien. Avec les moutons et les chameaux, qui broutent respectivement les rejets et les jeunes pousses, s'établit ainsi une sorte de partage vertical de la biomasse (Benchakroun et al, 1989). Les feuilles d'arganier sont très appréciées par les caprins et les camelins, représentant ainsi la principale ressource fourragère en période de sécheresse. De plus, sous l'arbre pousse un tapis herbacé où le cheptel tire une grande partie de sa nourriture (Errouati, 2005). La pulpe de fruit de l'arganier, est une source importante d'alimentation aux bétails par sa richesse en éléments nutritifs.

1-1-6-2 Rôle de l'Arganier dans la protection de l'environnement :

L'arganier a une valeur écologique incontestable en raison de sa résistance phénoménale aux conditions arides (Baní-Aameur, 2004).

Grâce à son système racinaire cet arbre contribue à lutter contre l'érosion hydrique et éolienne. Il protège et retient le sol par des racines traçantes et par strate herbacée qui se développe sous son couvert. Aussi les arbres comme l'Arganier sont indispensables pour stabiliser les cours des oueds et régulariser leur écoulement.

Les racines souterraines font en moyenne vingt fois la taille de la partie aérienne de l'arbre. Les racines primaires les plus profondes permettent aux arbres de puiser dans les nappes phréatiques et les racines secondaires de lutter contre l'érosion hydrique, ce réseau de racines permet aussi l'infiltration de pluie donc il contribue à l'alimentation de la nappe phréatique.

Outre les fonctions et les usages cités, il en est un autre rôle vital, c'est la protection du sol et de l'environnement. L'arganeraie constitue un rempart contre la progression du désert. L'arganier s'y maintient non seulement grâce à sa rusticité et à sa résistance à l'aridité, mais aussi grâce à sa grande variabilité génétique. Cette plante ligneuse protège le sol par l'ombre portée de sa cime dense dans les régions subdésertiques où l'ennemi principal de la végétation est la sécheresse et la dessiccation solaire. D'un autre côté, l'arganeraie assure la protection du sol contre l'érosion éolienne et contre le ruissellement favorisant ainsi l'infiltration des eaux de pluies qui alimentent les nappes phréatiques (Benhammou, 2007).

1-1-7 Exigences de l'arganier :

1-1-7-1 Exigences écologiques :

L'arganier est un arbre thermophile et xérophile. Il est adapté aux fortes périodes de sécheresse prolongée et aux effets desséchants du vent. Cette faculté d'adaptation de l'espèce semble qu'elle n'est pas liée au fait que cet arbre économise l'eau, mais à sa capacité de puiser l'eau à de grandes profondeurs (Mokhtari, 2002).

Également en ces mêmes périodes de sécheresse, la croissance de certains rameaux de l'arbre diminue (El aboudi et al. 1991).

1-1-7-2 Exigences bioclimatiques :

L'écologie de l'arganier est fortement liée aux facteurs climatiques, par contre il est considéré comme étant l'essence forestière la moins exigeante en pluviométrie (Boudy, 1952). D'après Boudy (1950), plus qu'une région forestière est sèche (étage aride et semi-aride) et plus la densité de ses peuplements adultes est réduite, en raison que les racines ont besoin d'un espace vital considérable pour puiser l'eau du sol. Bioclimat de l'arganier correspond à ceux des étages : aride chaud et tempéré (le long du littoral et dans les plaines), et semi-aride chaud et tempéré (flancs du Haut Atlas et de l'Anti-Atlas), voire même saharien plus au sud. L'optimum pluviométrique de cette essence correspondrait à 250 mm, tandis que sa limite coïncide avec l'isotherme 3°C du mois de janvier. Dans les zones à caractère désertique, les précipitations annuelles sont souvent largement inférieures à 100 mm. Dans ces conditions,

l'argan ne se localise plus que le long des cours d'eau temporaires où il utilise les eaux de ruissellement. D'après Benkheira (2009), l'Arganeraie de Tindouf se situe dans l'étage infra méditerranéen appelé aussi 'type océanique de l'étage thermo méditerranéen inférieur' .

Néanmoins, l'arganier a besoin d'un certain degré hydrométrique de l'air, d'où il ne peut vivre qu'au-dessus d'une température déterminée à la faveur de l'humidité du littoral (Alcan et Louis, 1912 ; Victor, 1917). Selon Nouaim et Chaussod (1992) l'arganier ne s'installe que faiblement vers l'intérieur, au-delà de 150 Kilomètre de l'océan atlantique, justifiant ainsi que l'humidité atmosphérique semble être un paramètre clé de l'écologie de cette espèce. Dans ce contexte, Wattier (1917) et Emberger (1939); Boudy (1950); Sauvage (1963) affirment que la limite altitudinale de l'arganier est l'isotherme ($m = 3.8^{\circ}\text{C}$) et un support thermique remarquablement élevées, de l'ordre de 50°C . De même, Emberger (1924) signale que le froid constitue le facteur déterminant de la répartition géographique de l'arganier.

L'amélioration de la résistance au stress hydrique par la mycorhization s'explique d'ailleurs principalement par les conséquences directes et indirectes de l'amélioration de la nutrition minérale (Nouaïm et Chaussod, 1995).

1-1-7-3 Exigences édaphiques :

L'arganier se rencontre sur des substrats et des sols variés. D'après M'Hirit (1989), cette essence pousse généralement sur des grès et argiles rouges, des dolomies gréseuses et des calcaires dolomitiques du Jurassique, des calcaires argileux et des grès du crétacé ; des conglomérats quaternaires, des schistes, des quartzites et des grès primaires ; des alluvions et des formations dunaires anciennes du Quaternaire. Par ailleurs, l'arganier pousse sur tous les types de sols, y compris les sols salés (Nouaim et al., 1991), mais elle craint toutefois les sables mobiles qui engendrent un décapage des racines (Boudy, 1950 et Rieuf, 1962).

1-1-8 Essai d'introduction et de germination de l'arganier :

Van Der Bergh (1889) note que des essais d'introduction de l'arganier ont été réalisés sur la longe du littoral algérien, mais les résultats ne semblent pas avoir été satisfaisants. D'après Sicard (1957) les tentatives d'introduction de cette espèce ont été continuées au Nord de l'Algérie, précisément dans l'Oranie par « la Société des amis de l'arbre de l'Oranie » avec la collaboration de la conservation des eaux et des forêts d'Oran pendant les années cinquante. Ce même auteur rapporte dans un article spécial les essais et les conditions de germination des graines d'arganier et la transplantation telle qu'à la pépinière d'Oggaz (Mascara), ce qui justifie la présence d'arganier à Oggaz. Six autres sujets sont signalés à Stidia de Mostaganem, quelques sujets au jardin El-hamma et à l'E.N.S.A. ex-I.N.A (Alger), ainsi qu'à Béchar et Tamanrasset (arboretum de l'INRF). Ceci montre bien l'intérêt pour cet arbre de différents partis en Algérie depuis fort longtemps (Sicard, 1957).

La germination est facilitée par un trempage de quelques secondes dans l'eau bouillante et durant 48 heures dans de l'eau moyennement chaude 50°C . Selon Kechairi et Lakhdari (2002) ; Miloudi (2006) un pré trempage des graines à l'eau pendant 4 jours est suffisant pour obtenir un pourcentage de germination élevé ($>80\%$). D'autre part, nous signalons que le pouvoir germinatif des graines d'arganier varie selon la date de récolte et l'état physiologique (Mokhtari, 2002 et Miloudi, 2006).

1-1-9 Régénération de l'arganier:

1-1-9.1 Par semis :

La germination de la noix d'argan est très rare, voire même absente, en forêt naturelle ; cela est peut-être dû aux changements des microclimats des survenus à la suite du bouleversement du biotope de l'arganeraie (défrichement du sous-bois épineux, labour, récolte des noix, pâturage excessif, etc).

1-1-9.2 Par rejets de souche :

La régénération spontanée reste très rare en raison des conditions difficiles du milieu (M'hirit, 1989). Cependant, elle peut avoir lieu à la suite d'incendies ou de coupes (Khay, 1989). En fait, l'arganier se régénère bien par rejets de souches jusqu'à un âge très avancé d'environ 150 à 200 ans (Nouaim et al. 1991). D'après Rahmani (1985) les sujets d'arganier commencent à fructifier dès l'âge de 3 à 5 ans, mais le rendement optimal n'est atteint qu'à l'âge de 60 ans.

1-1-9.3. Par la multiplication végétative :

Selon Chaussod et Nouaim (1991) l'arganier peut se multiplier par bouturage et par greffage qui sont largement utilisés au Maroc et avec des résultats satisfaisants. McElhinny (1990) rapporte que la multiplication in-vitro de l'arganier à partir de pieds mère ne pose aucun problème ainsi cette technique a permis d'obtenir un grand nombre de plants génétiquement contrôlés.

1-10 Etude nutritionnelle :

L'étude nutritionnelle, réalisée in vivo (Belcadi 1994), a montré d'une part, que l'ingestion de l'huile d'argan conduit à une modification des AGPI membranaires comparable à celle due à l'huile d'arachide et que d'autre part, cette huile relativement riche en vitamine E, provoque la stimulation d'une activité enzymatique liée à la détoxification et à la défense antioxydante des cellules. Il s'ensuit une diminution de la susceptibilité membranaire à la peroxydation qui serait à l'origine du vieillissement selon certains auteurs (Sohal et Allen, 1990 ; Ames et Shigenega 1992 ; Harman 1992).

1-1-11 Maladies et ravageurs de l'arganier :

1-1-11.1 Maladies : Mis à part quelques lichens qui peuvent se développer sur le tronc des arbres proches du littorale, aucune maladie cryptogamique n'a été identifiée à ce jour chez l'arganier (M'hirite et al, 1998).

1-1-11.2 Ravageurs : L'arganier est attaqué par plusieurs insectes ravageurs. La liste complète mentionnée par Rungs en 1950 (M'hirite et al, 1998) est résumée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2- Principaux insectes ravageurs des peuplements à *Argania spinosa* (D'après Rungs, 1950 In M'hirite et al, 1998).

Insecte ravageur	Ordre	Dégâts engendrés
Le criquet : <i>Schistocerca Forsk</i>	Orthoptère	Dégradation de jeunes pousses
<i>Sinoxylon ceratoniae L.</i>	Coléoptère	Xylophage dégradant les troncs frais coupés
<i>Xylomedes coronata</i> Mars	Coléoptère	Xylophage dégradant le bois coupé
<i>Pinechora fasciatata</i> Steph	Coléoptère	Xylophage dégradant le bois mort
<i>Bolivarta oculata</i> Esc	Coléoptère	Xylophage dégradant les différents type bois
La mouche des fruits d'Arganier	Diptère	S'attaque aux fruits
Les cochenilles	Homoptère	Dégradation du feuillage

1-2 Présentation de la zone d'étude :

1-2-1 Situation géographique :

La wilaya Adrar s'étend sur la partie du Sud-Ouest Algérien et couvre une superficie globale de 427.968 KM² Soit 17.98% du territoire national pour une population estimée à 389.898 habitants. (DPAT Adrar2008). Éparpillés sur son vaste territoire elle est limitée par :

Au Nord : la wilaya de Timimoun

Au Nord-Ouest : la wilaya de Béchar

Au Ouest : la wilaya de Tindouf

Au sud : La wilaya de Borj Badji Mokhtar

Au Sud-Est : la wilaya de Tamanrasset

1-2-2 La géomorphologie :

La wilaya d'Adrar se caractérise par un relief d'aspect désertique se subdivisant en trois grandes géomorphologiques : les plateaux, les ergs et les sabkha.

1-2-3 Les sols :

D'après Demolon (1952), les sols et la formation naturelle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous influence de divers processus physiques, chimique et biologique.

Les sols dans les régions sahariens se forment sous l'influence de vent agissant sur une roche mère ; cette action étant parfois perturbé par la topographie, les organismes ne pouvant être évoqués que comme preuve de l'existence de sol et non comme facteur de formation. Les facteurs d'humidité et de température sont négligeable devant le facteur de vent dans la formation de sol d'après le phénomène qui a leur a donnée naissance, ce sont les sols éoliens.

1-2-4 Le climat:

La température et les précipitations sont les paramètres les plus importants dans l'écologie des êtres vivants et surtout la végétation.

Elkhatri ,2003 a déclaré que ces deux paramètres sont importants pour définir du climat d'un lieu donné.

Au milieu désertique les précipitations sont très faibles, ils sont généralement en dessous de 200 mm/an.

1-2-4.1 Précipitation :

Tableau 3. Les moyennes mensuelles des précipitations de la wilaya d'Adrar (1986-2016) (ONM, 2016)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P (mm)	0	2.8	3.1	6	12.4	3	3.1	0	0	3.1	0	0

D'après le tableau (3) on trouve que les précipitations enregistrées durant les mois de juin, juillet, août, septembre, novembre et décembre sont de faible quantité.

Le maximum de précipitation est enregistré pendant le mois de mai avec une précipitation de 12,4mm, généralement les quantités des précipitations sont faibles, le climat est considéré comme un climat trop sec.

1-2-4-2 Températures :

Tableau 4 Les moyennes mensuelles des températures de la wilaya d'Adrar (1986-2016).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T °C	12	15	19.	24	28.5	33.	33.	33.	31	25	18	12.5
TM °C	19	22	27	32	37	42	49	43	39	32	25	19
Tm °C	5	8	12	16	20	25	18	27	23	18	11	6

TM: température moyenne maximale; Tm: température moyenne minimale;

T: température moyenne

D'après le tableau (4) nous avons remarqué que la température maximale est enregistrée au mois de juillet ou elle dépasse le 49°C. toutefois, le mois de Janvier est le plus froid avec une température minimale atteignant le 5°C. La période la plus chaude de l'année se manifeste pendant les quatre mois de l'été (juin, juillet, août, septembre) et elle a une grande influence sur la végétation de la région. La région d'Adrar se caractérise par des moyennes de températures très élevées.

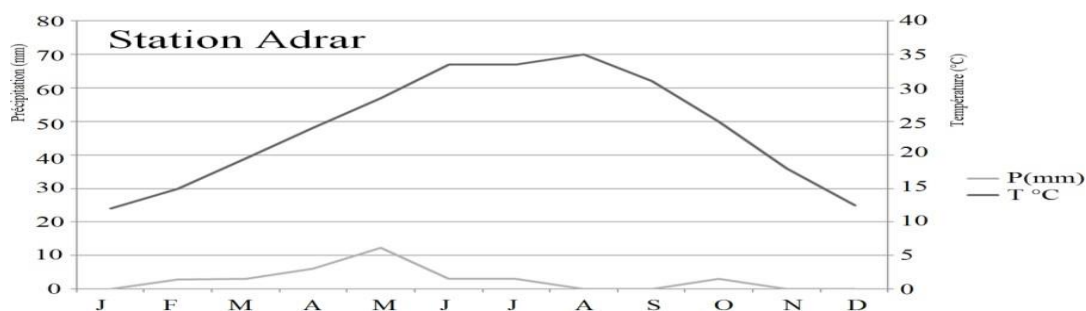


Figure 8. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région d'Adrar (1986-2016).

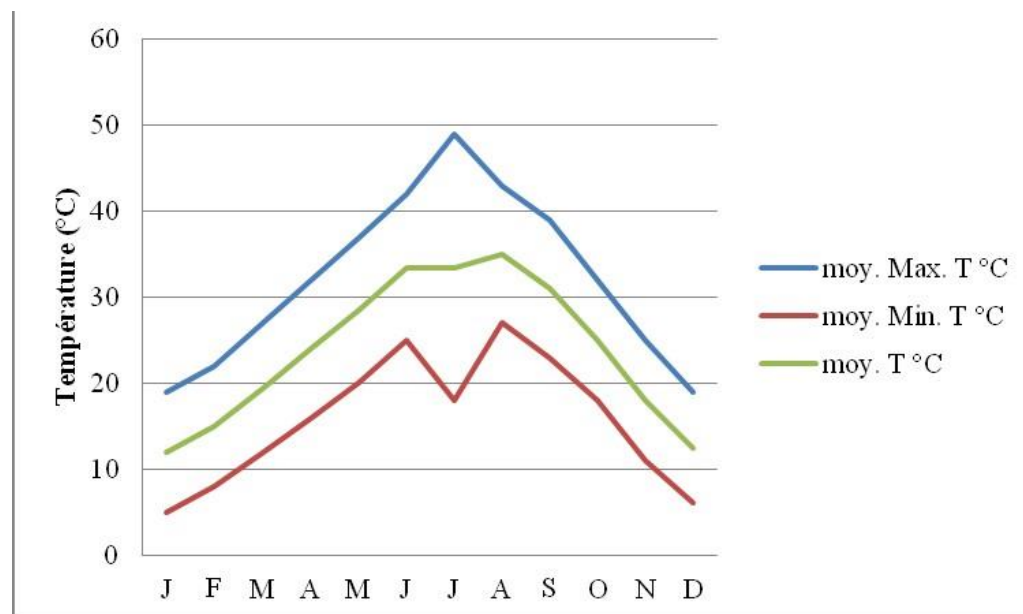


Figure 9. Variations moyennes annuelles des températures (1986-2016).

1-2-4-3 Humidité de l'air :

Tableau 5. Les moyennes mensuelles d'humidité de la wilaya d'Adrar (1986-2016). (ONM)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
HR%	48	38	28	23	19	15	13	24	33	43	47	47

L'humidité relative de l'air est le rapport entre la teneur réelle de l'air en vapeur d'eau et la teneur d'un air saturé à la même température (Ozenda, 1978). Les résultats enregistrés sur le tableau ci-dessus montre que les fortes valeurs de l'humidité sont enregistrées durant la saison d'hiver, la valeur maximale moyenne enregistrée est celle du mois de janvier qui est de l'ordre de 48%. Les faibles valeurs caractérisant la saison la plus chaude ou on trouve que l'humidité relative de l'air ne dépasse pas les 30% et la valeur minimale moyenne est celle du mois de juillet qui est de l'ordre de 13%.

1-2-4-4 Vent :

Tableau 6. Les moyennes mensuelles vent (1986-2016). (ONM).

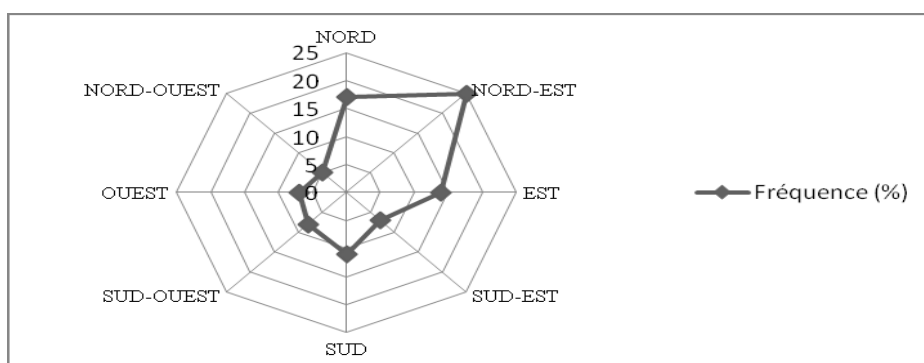
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vitesse (Km/h)	22.2	23.1	24.88	24.9	25.1	23.4	24.91	24.02	22.75	21.4	19.8	20.5

En Algérie, les régions les plus ventées sont situées au sud, comme le cas de la wilaya d'Adrar (Kasbadji, 1999), où il y a l'élément le plus caractéristique de la région, on en notant que les vents sont très fréquents durant toute l'année, le plus fort est constaté durant la saison du printemps (mars - avril) que se manifestent violemment sous forme de tempêtes de sable. D'après le tableau 7, les vents dominés sont de la direction Nord-Est avec 25% puis celui du Nord avec 17% et 14% pour l'Est (figure 10).

Tableau 7. Les moyennes des fréquences des vents (2000-2011) (ONM).

Direction	Nord	Nord-est	Est	Sud-est	Sud	Sud-ouest	Ouest	Nord-ouest
Fréquence (%)	17	25	14	7	11	8	7	5

Dans la région d'Adrar la fréquence du vent est très grande et cela durant toute l'année. Alors, 6% des vents ont une vitesse très négligeable moins de 1 m/s (vents calmes), cette fréquence est calculée selon les huit directions qui sont représentées au-dessous.

**Figure 10.** Rose des vents à Adrar (2000-2011), source : ONM

Chapitre 2 :

Matériels et méthodes

2-1 Présentation du site experimental :

La parcelle expérimentale sur laquelle notre travail est effectué est située à 5 Km au sud du chef- lieu de la wilaya d'Adrar (latitude 27° 49'N , Longitude 00° 11' W, Altitude 260 m) à la station expérimentale de l'Institut National de la Recherche Agronomique Ouled Aissa, commune d'Ouled Ahmed. La superficie plantée par l'Arganier est de 0,7 ha. La plantation a été réalisée en 06 lignes écartées de 10 mètres, sachant que l'écartement entre les sujets est de 2.5 m pour la première et la deuxième ligne, 5m pour la troisième et la quatrième ligne, et 10 m pour la cinquième et la sixième ligne. Les plantes d'Arganier transplantés dans la parcelle expérimentale proviennent de Tindouf.

L'irrigation est assurée par le système de goutte à goutte avec un planning variant selon la saison.



Figure 11: plantation d'Arganier parcelle expérimentale site de la wilaya d'Adrar

2-2 Matériel :

Pour faire les mesures de ce travail, on a utilisé le matériel suivant :

- Un compas forestier pour mesurer le diamètre des arbres (figure 12)
- Un dendromètre bleum-less pour mesurer la hauteur des arbres.
- Un pied à coulisse pour les petites mesures de la feuille, les fruits et les épines (figure 13)
- Un ruban mètre pour faire les mesures de la largeur de la cime, de la densité des feuilles et des épines.
- Une appareil photo de téléphone.

2-3 Méthodes :

Pour étudier la variabilité morphologique, chez les sujets d'Arganier concernés par la présente étude , on a pris en considération les paramètres suivant : le code de l'arbre, la hauteur de l'arbre, la largeur de la cime, le diamètre de la branche dominante, la longueur et la largeur des feuilles, densité des feuilles et épines par 10 cm de rameaux, la longueur des épines, nombre de fruits produits, et largeur moyenne des fruits. L'ensemble de ces caractères sont comparer les une aux autres pour en tirer les aspects de différence et les aspects communs d'une part et de trouver une corrélation des caractères étudiés avec la productivité des fruits d'autre part.

Sur Excel et comme analyse statistique, on a adopté l'écart-type pour comparer les trois individus étudiés par rapport aux paramètre mesurés.



Figure 12 : mesure de diamètre d'Arganier



Figure 13 : mesure de la longueur de fruits par pied à coulisse

Chapitre 3 :

Résultats et discussion

3-1 Résultats :

Les résultats obtenus se présentent sous forme de tableau suivant :

Tableau 08 : résultats de mesure biométrie sur trois arbres de l'arganier.

Paramètre	Arbre		
	1	2	3
H	3.5	4.3	3.5
D	4.60	5.50	4
L	4.9	6.3	6.3
DF	26.7	30.33	17.10
LF	0.57	2.15	1.68
IF	0.95	1.18	0.92
DE	4.7	4.5	7.50
LE	1.60	1.50	1.60
NF	0	1180	2030
Lf	/	3.95	4.55
PF	/	19.01	20.56

H: hauteur d'arbre, **D**: diamètre à 1.30m, **L**:largeur de la cime, **DF**: densité des feuilles, **LF**: largeur de feuilles, **IF** : longueur des feuilles, **DE**: densité des épines, **LE**: largeur des épines, **NF** : nombre de fruits , **PF**: poid de fruits, **Lf** largeur de fruits .

3-2 La hauteur des arbres :

La comparaison de la hauteur entre les trois sujets montre que les individus 1 et 3 présente une même hauteur est de 4.3 mètre et que le 1er individu prend une valeur de 4.3 . L'écart-type de 0.37 montre que le paramètre de la hauteur est plus ou moins variable c-a-d sa valeur présente une différence significative entre les arbres.

Les valeurs des coefficient de corrélation montrent qu'il y a une corrélation forte positif avec les quatre paramètres suivant : la largeur de la cime, la largeur et la longueur des feuilles et la largeur de fruit. Par contre, il y a une corrélation forte et négative avec la

largeur des épines.

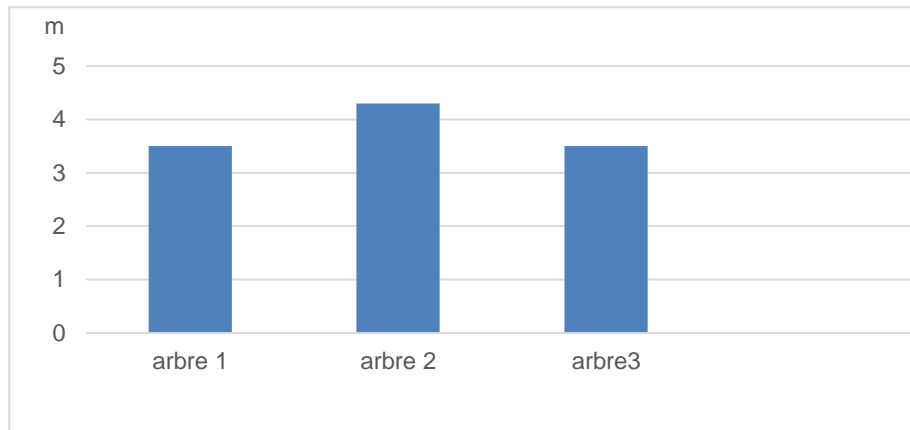


Figure 14 : la différence d’hauteur entre les arbres étudiés.

3-3 Le diamètre : les résultats de mesures de diamètre de la branche dominante à 1.30m pour les trois arbres nous a montré que la valeur la plus grand est de 5.5 cm est enregistré pour le deuxième individu tandis que, la plus faible est celle de la troisième avec 4cm, la valeur de l’écart-type est de 0.62 nous a permis de dire que la différence entre les sujets est faible

Les valeurs de corrélation expriment qu’il y a une corrélation très forte et positive entre le diamètre de la branche dominante et la densité de feuilles, la longueur de feuilles d’une part, d’autre part la corrélation de ce caractère avec la densité et longueur des épines est très forte et négative.

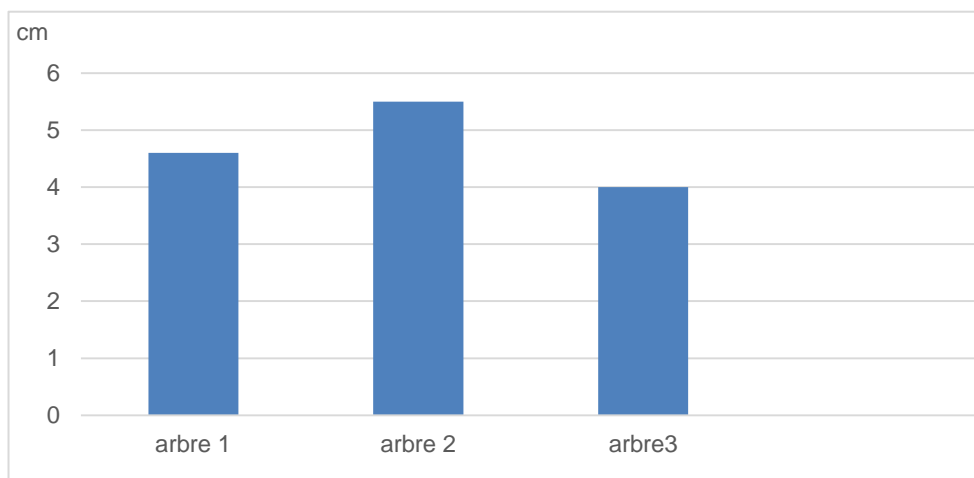


Figure 15 : différence de diamètre à 1.30m entre les arbres étudiés

3-4 La largeur de la cime :

Les résultats de la largeur de la cime illustrés sur la figure (16) montrent que l'arbre2 et l'arbre3 enregistrent une même valeur avec un petit différence par rapport à l'arbre 2 et avec un grand écart par rapport à l'arbre1 qui enregistre la plus faible valeur.

La valeur de l'écart-type est de 0.66 exprime la faible variabilité entre les trois individus.

Les valeurs de corrélation entre la largeur de la cime et les autres paramètres indiquent qu'il y a une corrélation positive et forte avec la longueur des feuilles, le poids de fruit et sa largeur , il est plus important de signaler qu'il y a une grande corrélation positive entre le nombre de fruits produits et ce caractère morphologique .

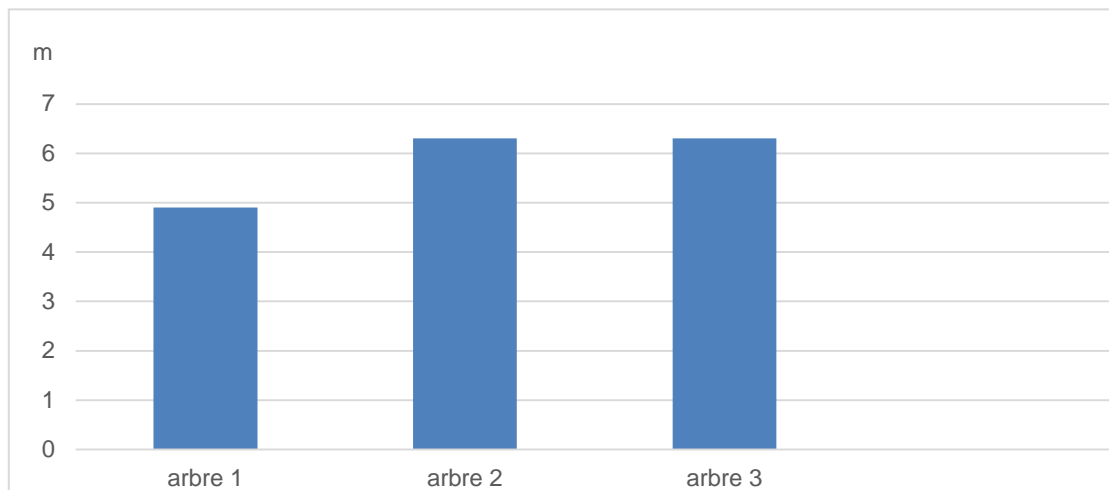


Figure 16 : différence de la largeur de la cime entre les arbres étudiés

3-5. La densité des feuilles :

La densité des feuilles sur les rameaux du deuxième individu est la plus importante par rapport aux celles des autres individus, le troisième individu prend la valeur la plus faible, la valeur de l'écart-type (5.58) montre qu'il y a une variabilité plus ou moins importante entre les individus. l'analyse de corrélation a révélé qu'il y a une corrélation forte et négative entre la densité des feuilles et la densité des épines .



Figure17 : densité des feuilles en 10 cm

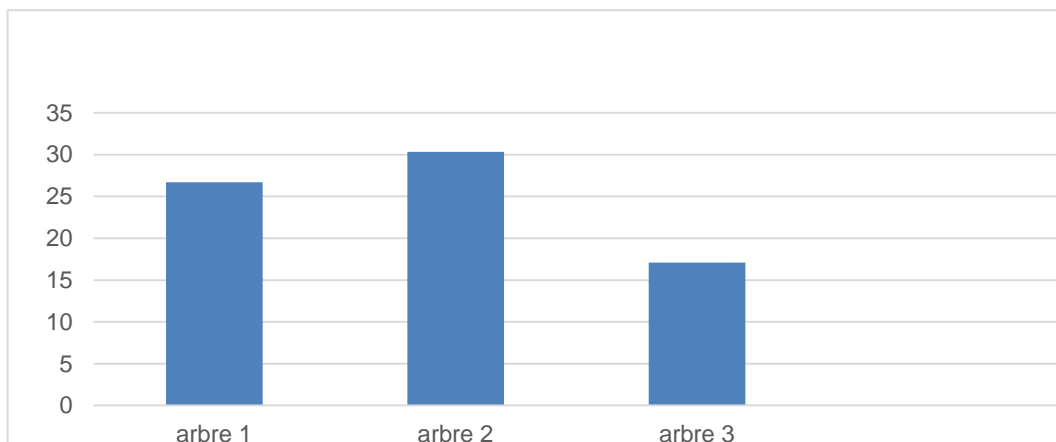


Figure 18 : densité des feuilles chez les arbres étudiés

3-6 La largeur des feuilles :

Les résultats de ce paramètre montrent que la valeur la plus grande est celle de l'arbre 2 et la plus faible est de l'arbre 3. Voir la figure 19.

La valeur de l'écart-type 0,66 montre que la variabilité entre les individus est faible.

L'analyse de corrélation entre les individus exprime une corrélation forte et négative entre ce paramètre et la longueur des épines .

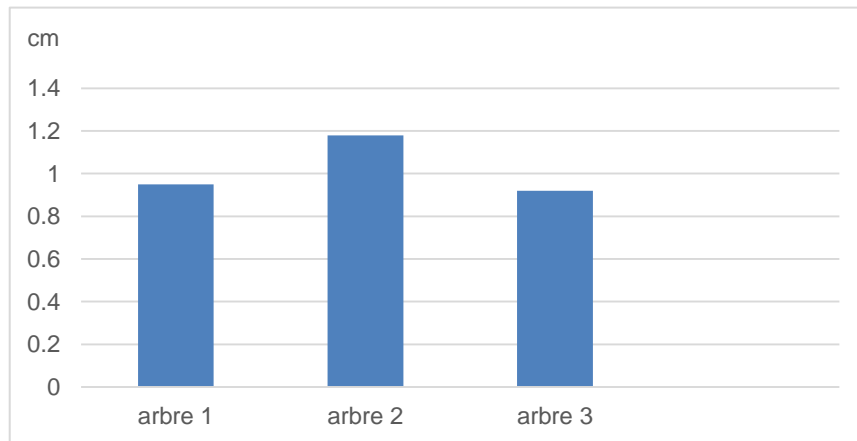


Figure 19 : la largeur des feuilles chez les arbres étudiés

3-7 La longueur des feuilles : les résultats de mesure de la longueur des feuille illustrés sur la figure (20) montre que la valeur la plus faible de la longueur est mentionné pour le deuxième sujet avec une valeur de 1.18, la valeur la plus faible est pour le troisième sujet avec une valeur de 0.92. la valeur de l'écart-type de 0.12 indique qu'il y a une homogénéité importante entre les arbres. Il est noté qu'il y a une corrélation forte et positive entre la longueur des feuilles et le poids de fruits et sa largeur .

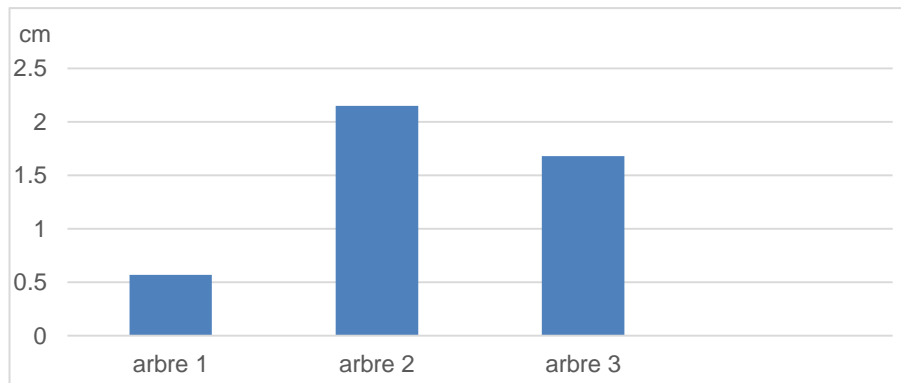


Figure 20 : La longueur des feuilles chez les arbres étudiés.

3-8 La densité des épines :

Les résultats mentionnés sur le tableau 08 concernant le calcul de la densité des épines sur les rameaux signalent que la valeur la plus élevée est enregistré chez l'arbre 3 avec une grande différence par rapport aux autres, la valeur de l'écart-type pour ce paramètre est de 1.37, ce qu'il permet de dire que la différence entre les individus est faible (voir figure 19).

L'analyse de corrélation montre qu'il y a une corrélation importante et positif avec le nombre de fruits qui signifie que plus densité des épines augmente plus que la productivité de l'arbre augmente.



Figure 21 : densité des épines en 10cm chez les arbres étudiés.

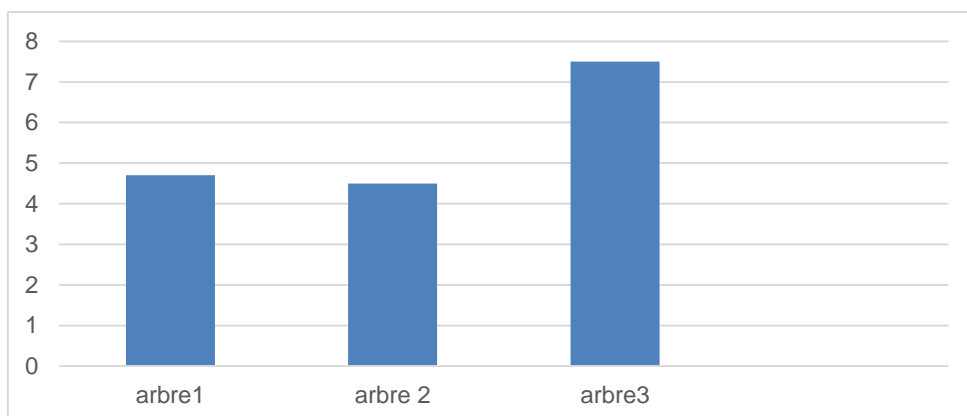


Figure 22 : densité des épines chez les arbres étudiés.

3-9 Longueur des épines : la figure 23 illustre les résultats des mesures de la longueur des épines pour les trois sujets. Ces résultats montrent qu'il n'y a pas de différence remarquable entre les individus concernant ce paramètre.

L'écart –type de 0.06 montre une différence faible entre les trois sujets .

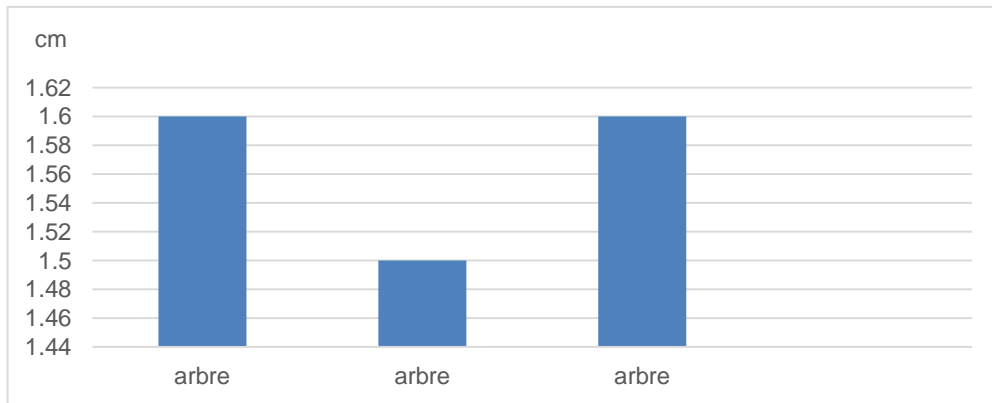


Figure 23 : longueur des épines entre les arbres étudiés.

3-10 Poids de fruits : Les résultats enregistrés sur le tableau 08 montrent que l'arbre 1 l'arbre 3 enregistre une moyenne du poids élevé par rapport à l'arbre 2, l'écart-type montre qu'il y a une faible variabilité entre les trois individus.

La corrélation entre le poids, la largeur et le nombre de fruits est très forte et positive.



Figure 24 : la pesé des fruits de l'arganier

3-11 La largeur de fruits :

La valeur de la largeur de fruits pour le sujet 3 est élevée par rapport à celle de sujet 2.

La valeur de l'écart-type de 9.35 montre qu'il y a une hétérogénéité importante entre les trois sujets.

L'analyse de corrélation exprime qu'il y a une corrélation forte et négative entre la largeur et le nombre de fruits.



Figure25 : mesure de la largeur du fruits.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Ce travail qui a porté sur l'étude de la variabilité morphologique de trois individus d'Arganier domestiqués dans les mêmes conditions du milieu dans la wilaya d'Adrar depuis 2010.

Pour cela 12 paramètres ont été mesurés sur les trois arbres comme suit : la hauteur de l'arbre, la largeur de la cime, le diamètre de la branche dominante, la longueur et la largeur des feuilles, densité des feuilles et épines par 10 cm de rameaux, la longueur et la largeur des épines, nombre de fruits produits, largeur et le poids moyen des fruits.

Les paramètres ont été examinés par l'analyse de corrélation entre eux d'une part et entre chaque paramètre et le nombre des fruits produits d'autre part.

Les résultats dévoilent :

A) Une corrélation forte et positive entre :

1-la hauteur de l'arbre et :

- le diamètre de la branche dominante

- la largeur , la longueur et la densité des feuilles

2-le diamètre de la branche dominante , la densité et la longueur de feuilles

3-la largeur de la cime et la largeur des feuilles

4-la densité et la longueur des feuilles

A) Une corrélation forte et négative entre :

1-la hauteur de l'arbre et la longueur des épines

Conclusion générale

2-le diamètre de la branche dominante , la densité et la longueur des épines

3-la densité des feuilles et la densité des épines

4-la largeur des feuilles et la longueur des épines

5-la longueur de feuilles ,la densité et la longueur des épines

-L'analyse de corrélation entre chacun des paramètres et le nombre de fruits produits qui exprime la productivité de chaque sujet montre les résultats comme suit :

A) Une corrélation forte et positive entre le nombre de fruits produits et les paramètres suivant :

-la longueur de la cime

- la densité des épines

- le poids et la largeur de fruits.

B) Une corrélation moyenne et négative entre ce paramètre et la densité des feuilles.

Cette diversité constitue un atout majeur pouvant être exploité pour déterminer les mécanismes les plus efficaces déployés par l'arganier pour s'adapter aux contraintes climatiques de la région. Par la comparaison aux comportements de l'arganier dans des conditions climatiques différentes

A partir de ces résultats obtenus, des recommandations et projections peuvent être proposées pour compléter ce travail :

Il serait intéressant de poursuivre ce travail par une caractérisation morphologique des arganiers en conditions climatiques différentes.

Conclusion générale

En effet, les mesures effectuées n'ont pas pris en compte la diversité génétique qui constitue un caractère important d'adaptation ;

Une étude approfondie (une approche moléculaire) sur les comportements dans des conditions de milieu variables serait indispensable pour améliorer rapidement les processus de la domestication de l'arganier en Algérie.

Références bibliographiques

Référence bibliographique

- Alexandre S., 1985. La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes, techniques agricoles et productions méditerranéennes; G.P. Maisonneuve & Larose., 135p.
- Ayad A. (1989). Présentation générale de l'arganeraie. In : formation forestière continue, Thème « l'arganier » Station de Recherche Forestière. Rabat, 13 – 17 Mars 1989, 9-18.
- Baumer M ., Zeraïa L ., 1999. La plus continentale des stations de l'arganier en Afrique du Nord. rev. for. fr. 3 : 446 - 452.
- Bamouh A ., 2009. Le marché de l'huile d'argan et son impact sur les -ménages et la forêt dans la région d'Essaouira. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, 95 : 4p.
- Bani-Aameur F., 2004 -Morphological diversity of Argan (*Argania spinosa* (L.) Skeels) populations in Morocco, Forest Genetics, Maroc, pp 311-316
- Belcadi R., 1994. Etude des variations du système antioxydant cellulaire en fonction de l'âge et de l'apport alimentaire d'acides gras polyinsaturés, chez le rat. Influence particulière de l'ingestion de l'huile d'argan. Thèse 3ème cycle. Univ. Ibnou Zohr. Agadir
- Belghazi B ., Ourous O ., Ponette Q ., Belghazi T ., Dallahi Y ., 2011. La problématique de la régénération de l'arganier : Quelle innovation en matière de production des plants de qualité ? Congrès International sur l'Arganier, 15-17 Décembre, Agadir – Maroc
- Benchekroun F., Buttoud G., 1989. L'arganeraie dans l'économie rurale du sud- ouest marocain. Forêt méditerranéen t. XI, n ° 2 : 127-136.
- Benhammou B ., 2007. L'arganier un levier du développement durable du milieu rural marocain. Colloque international, 27 et 28 Avril 2007, Synthèse de communications, 15-19
- Benkheira A., 2009. L'arganeraie algérienne. Bulletin, conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles d'information, publication du projet ALG/ G35 15p
- Benzyane M. & Khatouri M. (1991). Estimation de la biomasse despeuplements d'Arganier. Annales de la recherche forestière au Maroc. 128-140.
- Boudy P., 1950. Economie forestière nord-africaine (monographies et traitements des essences forestières), Tome II (1), Larousse, 382 - 416.

- Boudy P., 1952. Guide forestier en Afrique de Nord. Edition Maison Rustique, Paris, 487p.
- Boudy P. (1955). Economie forestière nordafricaine. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Tome 4. Larose Ed. Paris. 483p.
- Chaussod R et Nouaim R ,1991 Etude du système racinaire de l'arganier in colloque international .l'arganier recherche et perspectives .Agadir (Maroc).
- DE Ponteves E., Bourbouze A. & Narjisse H. (1990). Occupation de l'espace, droit coutumier et législation forestière dans l'arganeraie marocaine. Cahiers de la Recherche – Développement. 26, 28-43
- El Aboudi A., Carlier G. & Peltier J.P. (1991). Régime hydrique de l'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels) dans le sous (Maroc). Physiologie des arbres et des arbustes en zones arides et semi-arides, Groupe d'étude de l'arbre. Paris. 389-403.
- El khatri S., 2003. Manuel du cours de climatologie. École Hassania des travaux publics, 2-25
- Emberger L. (1960). Traité de botanique systématique. Les végétaux vasculaires, Tomes II. Pp : 852-855.
- Emberger L. (1939). Aperçu général sur la végétation du Maroc. Commentaire de la carte Phytosociologique du Maroc au 1/500000, Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich (14) et Mém. Sc. Nat. Maroc. I.S.C., Rabat. Pp : 40-157.
- Emberger L. (1938). Les arbres du Maroc et comment les connaître. Paris, Larousse. Pp : 271-277.
- Emberger L. (1955). Une Classification Biogéographique des Climats. Rec. trau. lab. bot. geol. ZOO-F.a c. SC. Montpellier, série bot., n° 7 . Pp : 3-43.
- Emberger L. (1939). Aperçu général sur la végétation du Maroc. Commentaire de la carte Phytosociologique du Maroc au 1/500000, Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich (14) et Mém. Sc. Nat. Maroc. I.S.C., Rabat. Pp : 40-157.
- 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, 42 p + Annexes
- Jaccard, 1926 L'arganier ,sapotacéae oléagineuse du Maroc ,pharmaceutica Acta Halvetica 1926, 203-209

- Kechairi R ., 2009. Contribution à l'étude écologique de l'Arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels, dans la région de Tindouf (Algérie). Mémoire de magister , université des sciences et de la technologie «houari boumediene » , 76p.
- Kechairi R., et Lakhdari I., 2002. Contribution à l'étude de l'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels. Essais de multiplication par semis au laboratoire Mascara. Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie, Option écologie végétale, centre universitaire de Mascara, 67p.
- Kechebar M.S.A.,2016 . caractérisation de l'arganier (*Argania spinosa* L .) en algerie et impact de la salinité. Mmoire de doctorat en science
- Kenny L., 2007. Atlas de l'arganier. Institut agronomique et vétérinaire Hassan,II, 41 -49.
- Khay M. (1989). Traitement sylvicoles et aménagement. In : formation forestière continue, thème, Arganier. Station de recherches forestières. Rabat le 13-17 Mars 1989. Pp : 59-65.
- Lamour L ., 2007. Etat des lieux et propositions d'améliorations du bassin légumier d'Auxonne, chambre d'agriculture, cote d'or, 74p.
- Lewalle J. (1991). L'arganier un arbre exceptionnel. Magazine royale Air Maroc. 53, 12-14.
- McElhinny C., Gibbons P., Brack C., Bauhus J. (2005). Forest and woodland stand structural complexity: Its definition and measurement. *Forest Ecology and Management* 218 (1-3), 1-24 .
- Mensier P-H,1957 dictionnaire des huiles végétales.Paul Lechevalier .Paris 764p
- M'hirit O. 1989. L'arganier une espèce fruitière forestière à usage multiple. Station de recherches forestière, Agadir, 13-17 mars 1989, 31-57.
- M'hirit O ., Bezyane M .,Benchekroune F ., El yousfi S .,et Bendaanoun M ; 1998. L'arganier une espèce fruitière forestière à usage multiples, Pierre Mardaga Edit.,Belgique, 11 - 54.
- Miloudi A., 2006. Les réponses physiologiques et biochimiques de l'arganier (*Argania Spinosa* (L.)Skeels) aux facteurs abiotiques naturels. Thèse de Doctorat,Institutde Biologie, Université d'Oran (Es – Sénia), 100p.
- Mokhtari M., 2002. Production rapide de plants d'arganier Aptés à la transplantation., Laboratoire d'écophysiologie végétale, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Agadir. Bull. d'information et de liaison du PNTTA, n° 95. 4p.
- Nouaim R., Chaussod R., 1994 - Mycorrhizal dependency of two clones of micropropagated Argan tree (*Argania spinosa*) Growth and biomass production, *Agroforestry Systems*, (27):

53-65.

- Ouedd safi M., 2013. caractérisation et état sanitaire de l'arganeraie de Tindouf
Mémoire de magister en foresterie, université Abou Bekr Belkaid, Telemcen , 62p
- Ozenda P ., 1977. Flore du Sahara. CNRS :centre national de la recherche scientifique, 2eme édition, Paris 12-16.
- Peltier J.P., Carlier G., EL Aboudy A., Doche B. (1990). Evolution journalière de l'état hydrique des feuilles d'Arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels) sous bioclimat océanique (plaine du Souss, Maroc). *Acta aecologica*, (5), 643-668.
- Peltier J. P., EL Aboudi A., Carlier G., Doche B. (1992). Potentiel hydrique et conductance stomatique des feuilles d'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels) en début et en cours de la saison sèche dans le Souss (Maroc occidental). *Bull. Ecol.*, t. 23 (1- 2), 5 – 16.
- Radi N ., 2003. L'Arganier arbre du sud-ouest marocaine, en péril à protéger. Thèse de Doctorat en pharmacie, université de Nantes, faculté de pharmacie, 55p.
- Rahmani M. (1985). La connaissance de l'huile d'Argan. Mémoire de 3^{ème} Cycle, I.A V. Hassan II, Rabat.
- Rahmani ;1979 ,contribution à la connaissance de l'huile d'Argan Mémoire de 3ème cycle .Institut agronomique et vétérinaire.Rabat .
- Rouhi R. (1991). Anatomie de l'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels). In : colloque international sur l'arganier. Agadir. Pp, 100 – 103.
- Rieuf P. (1962). Les Champignons de l'arganier. *Les Cahiers de la Recherche Agronomique*, INRA, Rabat, n°15. Pp : 8-25.
- Sohal, R.S., Allen R.G. 1990. Oxidative stress as a causal factor in differentiation and aging : a unifying hypothesis. *Exp. Geront.*, 25, 499-522.
- Thierry L. (1987). L'arganier au Maroc : sa description, ses méthodes de multiplication et son application en reforestation. Thèse d'ingénieur technique, Institut provençal d'enseignement supérieur agronomique et technique, 183p.
- Sauvage. 1963. Le coefficient pluviothermique d'Emberger : son utilisation et la représentation graphique de ses variations au Maroc. *Ann. Sér. Phys. Du Globe et de la - Météo.*, Inst. Sc. Chérifien 20 : 11-23
- Sicard P. (1957). Revue de l'arbre en Oranie (Organe de la société des amis de l'arbre), *Bull. N° 20*, Imprimerie Spéciale Aiglon Oran. 83p
- Van Der Bergh. (188et providence des nature science progrès ,390-3939).

L'arganier ou arbre à huile du Maroc. Buul. Soc. Nat. Acclim. France. 36, 397-399.

Wagreet p,1962,l'arganieraie du sud marocain relique du tertiaire

-Victor P. (1917). Le Maroc géographie. Histoire, mise en valeur. Ed. Colin. 63p.

- Wattier R. (1917). Note on the argan tree of Morocco. International
Colonial - Exposition. Paris 1931. 57p. University of Sidi-bel-Abbes..

Annexes

+

Annexe 1 : Ecart-type des différents paramètres

Numéro d'arbre	H	D	L	DF	LF	IF	DE	LE	PF	Lf
1	3.5	4.60	4.9	26.7	0.57	0.95	4.7	1.6	/	/
2	4.3	5.50	6.30	30.33	2.15	1.18	4.5	1.5	19.01	3.95
3	3.50	4	6.3	17.1	1.68	0.92	7.5	1.6	20.56	4.55
Ecart-type	0.377123	0.6164414	0.65996633	5.58141559	0.66243658	0.11614168	1.36950924	0.04714045		

Annexe 2 : Matrice de corrélation

	<i>H</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>DF</i>	<i>LF</i>	<i>IF</i>	<i>DE</i>	<i>LE</i>
<i>H</i>	1							
<i>D</i>	0.917663	1						
<i>L</i>	0.5	0.114708	1					
<i>DF</i>	0.711995	0.932391	-0.25211	1				
<i>LF</i>	0.729413	0.397532	0.957132	0.038992	1			
<i>IF</i>	0.994424	0.954449	0.405887	0.782072	0.653208	1		
<i>DE</i>	-0.55074	-0.83706	0.447478	-0.97822	0.169261	-0.63569	1	
<i>LE</i>	-1	-0.91766	-0.5	-0.712	-0.72941	-0.99442	0.550743	1

Résumé :

Dans ce travail nous avons étudié la variabilité des caractères morphologiques de trois arbres d'arganier plantés depuis 10 ans dans les mêmes conditions du milieu dans la wilaya d'Adrar. Pour cela nous avons pris en considération 10 mesures biométriques (la hauteur de l'arbre, la largeur de la cime, le diamètre de la branche dominante, la longueur et la largeur des feuilles, densité des feuilles et épines par 10 cm de rameaux, la longueur des épines, nombre de fruits produits, largeur et le poids moyennes des fruits.) qui ont été prises sur les trois individus. A la lumière de cette étude qu'on a effectué sur les trois arbres dans un même milieu et d'après l'analyse statistique nous avons fait un test de coefficient de corrélation entre les paramètres d'une part et entre chacun de ces paramètres et la productivité qui a exprimé par le nombre de fruits produits d'autre part. Les résultats ont révélé qu'il y a une corrélation forte entre quelques caractères comme par exemple : la hauteur de l'arbre et la largeur des fruits et il y a aussi une corrélation forte entre la productivité et quelques caractères on prend par exemple la densité des épines.

Mots clés : variabilité, arganier, biométrie, statistique, coefficient de corrélation, productivité

ملخص :

من خلال هذا العمل قمنا بدراسة التغير في الصفات الظاهرية لثلاث أشجار للأركان مغروسة منذ عشر سنوات في نفس الظروف المتعلقة بالوسط بولاية ادرار . لهذا الغرض قمنا بأخذ 10 قياسات بيومترية (ارتفاع الشجرة، عرض الجزء العلوي، قطر الفرع المسيطر، طول وعرض الأوراق ، كثافة الأوراق والأشواك في 10سم من الغصن ، طول الشوك ، عدد الثمار المنتجة عرض و وزن الثمار) والمأخوذة لتلات افراد . على ضوء هذه الدراسة؛ التي أجريناها على ثلاث أشجار من نفس الوسط وبعد القيام بالتحليل الإحصائي قمنا باختبار معامل الارتباط بين الخصائص فيما بينها من جهة. وبين كل معيار والإنتاجية المعبر عنها بعدد الثمار المنتجة من كل شجرة من جهة أخرى ، حيث كشفت النتائج ان هناك ارتباط قوي بين بعض الخصائص فيما بينها على سبيل المثال ارتفاع الشجرة وعرض الثمار ، وهناك ايضا ارتباط قوي بين الإنتاجية وبعض الخصائص نذكر منها على سبيل المثال كثافة الاشواك .

الكلمات المفتاحية : تغير ، الأركان، البيومترية ، الإحصائي، معامل الارتباط، الإنتاجية

Abstract:

From this work we studied the variability of the morphological character of three argan trees planted for 10 years in the same environmental conditions in the wilaya of Adrar. For this we took into consideration 10 biometric measurements (the height of the tree, the width of the crown, the diameter of the dominant branch, the length and width of the leaves, density of leaves and thorns per 10 cm of branches, the length of the spines, number of fruits produced, width and the average weight of the fruits.) which were measured on the three individuals. In the light of this study that we carried out on three trees in the same environment and according to the statistical analysis we did a test of the correlation coefficient between the parameters on the one hand and between each of these parameters and the productivity. which expressed by the number of fruits produced on the other hand. the results revealed that there is a strong correlation between some characters, such as: the height of the tree and the width of the fruits and there is also a strong correlation between the productivity and some characters, we take by example: the density of thorns.

Keywords: variability, argan tree, biometrics, statistics, correlation coefficient, productivity.