

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان -

Université Aboubakr Belkaid – Tlemcen –

Faculté de science de la nature et de la vie

Département de biologie



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de MASTER

En : BIOLOGIE

Spécialité : GENETIQUE

Par : ALLAOUI HIDAYET

AZZAZ GHIZLENE

Thème

Caractérisations morphométriques des noyaux d'arganier *Agrainia*

***spinosa* (L.) Skeels en fonction de provenances**

Soutenu publiquement, le 29/06/2022 , devant le jury composé de :

Président : M. GAOUAR S.B.S Pr Université de Tlemcen

Encadreur : M. KECHAIRI REDA MAA Université de Tlemcen

Examineur : M.KHOLKHAL DJAMEL MAA Université de Tlemcen

Année universitaire: 2021/2022

Remercîment

On remercie Allah, le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nous tenons à remercier spécialement monsieur BETTIOUI REDA qui fut le premier à nous faire rencontrer monsieur KECHAIRI REDA l'encadreur de notre projet de recherche. On le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et surtout sa disponibilité pendant toute la durée de l'élaboration et l'achèvement de ce mémoire.

Nos remerciement s'adresse aussi à Monsieur GAOUAR S.B.Samir, notre professeur de génétique pour sa générosité et particulièrement pour sa grand patience aussi.

Un grand merci pour Madame DICH IBTISSAM pour son aide et son soutien.

Et enfin nous remercions également Monsieur CHAOUCHE TARIK pour ses encouragements et tout le temps qu'il nous a consacré.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A la mémoire de ma décédée **TATI ZOULIKHA (Allah Yerrhamha)**, dont les paroles d'encouragement raisonnent encore dans mes oreilles.

A mon très cher père A. AZZEDDINE

Tu as toujours été pour moi un exemple, je tiens à honorer l'homme que tu es. Grâce à toi j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension et surtout ta confiance.

A ma très chère mère K.ASSIA

Tu incarnes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement. Tu ne t'es jamais lassée de m'encourager et de prier pour moi.

A mes deux chers frères A. MILOUD et A. LOKMAN, auxquels je souhaite un avenir radieux couronné de réussites et de succès.

A mes très chers Grands parents KADOUR et FATIMA et YAMINA

Je vous remercie pour votre aide si précieuse et votre soutien. Vous avez semé en moi l'espérance et l'ambition d'accéder à de meilleurs horizons. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

A mes chers oncles et leurs familles respectives pour leur soutien et encouragements.

A tous mes **cousins, cousines, amis** que j'ai connu jusqu'à maintenant

A mes chères tantes et leurs familles respectives, merci d'avoir cru en moi.

A Z.AMINA ma jumelle qui y'a été toujours là pour moi

A mon amie E. SELMA et A.NIHEL à qui je souhaite plus de succès

A mon cher binôme A. GHIZLENE pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension durant ces 5 ans.

À tous ceux qui me sont chers, un grand Merci.

ALLAOU HIDAÏET

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A l'homme de ma vie, mon cher papa

Tu as toujours été pour moi un exemple, je tiens à honorer l'homme que tu es. Grâce à toi j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension et surtout ta confiance.

A l'exemple de ma vie, ma très chère ma mère CH. Chahida

Tu incarnes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement. Tu ne t'es jamais lassée de m'encourager et de prier pour moi.

A ma moitié, ma sœur Manel à laquelle je souhaite un avenir éblouissant couronné de réussites et de succès.

A mon fiancé pour son encouragement et son soutien durant toute l'année

A tous mes **cousins, cousines, amis** que j'ai connu jusqu'à maintenant

A qui a été toujours là pour moi, **mon amie A. Nihel** à qui je souhaite plus de succès

A mon cher binôme A. Hidayet pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension durant ces les années

À tous ceux qui me sont chers, un grand Merci

AZZAZ GHIZLENE

Liste des Figures

- Figure 1. Types de ramification du tronc de l'arganier à Stidia.
- Figure 2. Les différentes formes de la cime d'arganier.
- Figure 3. Les différentes formes de développement des branches d'arganier.
- Figure 4. Types de ramification de l'arganier.
- Figure 5. Système racinaire de Tindouf.
- Figure 6. Composition florale et boutons floraux avec styles apparents.
- Figure 7. Fleur d'Arganier
- Figure 8. Diversité morpho métrique de fruits et graines d'arganier de Tindouf.
- Figure 9. Les différentes formes des feuilles d'arganier.
- Figure 10. Situation de régions d'étude dans le climagramme pluviométrique d'Emberger.
- Figure 11. Diagrammes ombrothermique de Bagnols et Gausсен pour les stations d'étude.
- Figure 12. Les quatre régions des provenances étudiées dans l'Algérie.
- Figure 13. Nombres des noyaux récoltés par régions.
- Figure 14. . Les noyaux d'arganier étudiés (A. Tindouf ; B, Mostaganem ; C, Bechar ; D, Adrar).
- Figure 15. Matériel utilisé (A, Mortier porcelaine ; B, Balance électrique ; C. Pied à coulisse électronique ; D. Balance analytique).
- Figure 16. (A. péricarpes pesé ; B. les grains d'arganier ; C. la balance électrique ; D Concassage des péricarpes ; E. Numérotation des noyaux ; F. balance analytique).
- Figure 17. Variable quantitatives mesurées (LO : la longueur, LA : la largeur, E : épaisseur).
- Figure 18. Nombre de carpelles (A. Un carpelle, B. deux carpelles, C. trois carpelles. D. quatre carpelles).
- Figure 19. Matériel de l'extraction de l'huile d'argan (A. appareil Soxhlet ; B. retavapeur ; C. Soxhlet ; D. Moulinette ; E. Mortier).
- Figure 20. Décomposition de l'inertie totale.
- Figure 21. Plan de distribution des individus selon les régions.
- Figure 22. ACP des variables étudiés.
- Figure 23. Arbre hiérarchique des individus sur le plan factoriel (3D).
- Figure 24. Classification Ascendante Hiérarchique des individus.
- Figure 25. Quartile-Quartile plot de weigth.
- Figure 26. Quartile-Quartile plot de length.
- Figure 27. Quartile-Quartile plot de thickness.
- Figure 28. Quartile-Quartile plot de width

Liste des Tableaux

Tableau 1. Localisations géographiques des provenances des régions d'étude.

Tableau 2. Information climatiques de la zone d'étude.

Tableau 3. Données descriptives des variables quantitatives étudiées.

Tableau 4. Pourcentage de la variance de chaque dimension.

Tableau 5. Contribution des variables étudiées sur les cinq dimensions.

Tableau 6. Lien des variables étudiés avec la partition.

Tableau 7. Description des classes par les variables quantitatives.

Tableau 8. ANOVA des caractères morphologiques étudiés par rapport aux régions

Tableau 9. ANOVA des caractères morphologiques étudiés par rapport à la forme

Tableau 10. ANOVA des caractères morphologiques étudiés par rapport à la couleur

Liste d'abréviation

LO : longueur

LA : largeur

P : Poids

E : Épaisseur

N.C : Nombre de carpelle

F : Forme

OV : ovale

OVA : ovale apicules

R : Rond

J : jaunâtre

S : sombre

F : foncé

mm : millimètre

g : gramme

Sommaire

Introduction générale

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1. Historique	1
2. Classification biologique et phylogénétique	3
2.1. Description botanique.....	3
2.2. Systématique.....	4
2.3. Tronc et Bois	4
2.4. Cime et feuillage	5
2.5. Rameaux et épines	6
2.6. Système racinaire.....	6
2.7. Phénologie et fleur	7
2.8. Polymorphisme.....	8
2.8.1. Feuille.....	8
2.8.2. Fruit et noyaux	9
3. Écologie de l'arganier	10
3.1. Facteur climatique.....	10
3.1.1. Humidité.....	10
3.1.2. Température.....	10
3.1.3. Altitude.....	11
3.2. Facteur édaphique	11
4. Intérêt et usages	11
5. Atteintes de l'arganier.....	12

Chapitre II : Présentation des régions d'étude

1. Sites des provenances	14
1.1. Adrar.....	14
1.2. Béchar	14
1.3. Tindouf	14
1.4. Mostaganem.....	14
2. Analyse bioclimatique.....	15
2.1. Température	15
2.2. Humidité	15
2.3. Pluviométrie.....	15
Caractérisations bioclimatique	16

Chapitre III : Matériel et méthode

1. Zone d'étude.....	18
2. Matériel végétal.....	18
3. Méthode de travail.....	19
4. Analyse statistique	21
5. Extraction d'huile.....	24
5.1. Matériel de l'extraction.....	24
5.2. Préparation de l'échantillon.....	24
5.3. Mode opératoire.....	25
5.4. Rendement de l'huile	25

Chapitre IV : Résultats obtenus

1. Analyse statistique	26
1.1. Résultats des mesures morpho métriques des grains de l'Arganier	26
1.2. Analyse descriptive	26
1.3. Analyse composante principale (ACP)	26
1.4. Classification Ascendante Hiérarchique	29
1.5. ANOVA de la population étudiée	33
1.5.1. ANOVA para port la région	33
1.5.2. ANOVA para port la forme	35
1.5.3. ANOVA para port la couleur	37
1.6. Distance de mahalanobise	39
2. Rendement en huile d'argan	41
Conclusion générale	42
Références bibliographiques	43

Introduction Généralité

L'Algérie offre une flore riche et diversifiée, caractérisée par un grand nombre d'espèces endémiques (BENAMMER, 2017). Cette biodiversité remarquable liée à l'existence de conditions écologiques très variées (BENAMMER, 2017). Comme le cas de l'arganeraie *Argania spinosa* L. Skeels de Tindouf, qui parfaitement illustre que l'Algérie possède divers types biogéographiques au carrefour de la flore d'origines différentes : subtropicale, méditerranéenne et saharienne (KECHAIRI, 2018).

L'arganier *Argania spinosa* (L). Skeels, une espèce rustique, xérothermophile, qui est le seul représentant de la famille botanique des Sapotacées en Afrique Nord-Occidentale (MAIRE, 1950 ; PELIER, 1983 ; KECHAIRI et ABDOUN, 2016). Cet endémique Maroc-Algérien (Peltier, 1983), est un survivant de la flore tertiaire (NOUAIM et al., 1991).

L'arganier est l'espèce d'arbre la plus primitive d'Afrique du Nord, tant pour sa valeur botanique et écologique, que pour sa valeur sociale, qui lui confère une place à part parmi les autres espèces forestières. Elle couvre un territoire relativement important dans le Nord-ouest de la wilaya de Tindouf (sud-ouest algérien) où elle constitue la deuxième essence forestière après l'*Acacia raddiana*. L'arganier est profondément ancré dans la vie quotidienne des nomades sahariens car toutes les parties de l'arganier sont utilisables présentent des grands intérêts économiques, médicaux et thérapeutiques (CHARROUF et al., 2006) son bois fournit un excellent charbon de bois, mais son principal intérêt est que ses fruits fournissent l'huile d'argan, base de l'alimentation humaine, aussi ses feuilles servent de base à l'alimentation animale la plupart des saisons (HAMEL, 2016). Il existe deux catégories d'huile : l'huile cosmétique provenant des amendons non torréfiées, et de l'huile comestible extraite à partir des amendons torréfiées. Les propriétés physico-chimiques de ces deux types d'huile d'argan ont été bien étudiées (HILALI et al., 2005 ; MATTHAUS et al., 2010).

Parmi les huiles végétales les plus demandées dans le marché mondial, on cite l'huile d'argan. Cette huile est très proche de l'huile d'olive. Elle est réputée pour ses diverses vertus. C'est une huile très riche en acides gras insaturés (CHARROUF et al., 1997).

Dans la présente étude, nous avons essayé de réunir le maximum de données pour une meilleure connaissance sur les caractérisations morphométriques des noyaux d'arganier apportés du site in situ (arganeraie de Tindouf et quelques sites ex situ (Adrar, Béchar et Mostaganem). Dans laquelle, un aperçu des connaissances sur l'arganier acquises et une étude morphométrique a été effectué en se basant sur le plant suivant :

- Le premier chapitre figure des généralités bibliographiques sur l'espèce ;
- Le second chapitre représente les sites des provenances et une synthèse bioclimatiques des régions d'étude (Adrar, Béchar, Mostaganem, Tindouf) ;
- Le troisième chapitre est pour le matériel et méthode ;
- Le quatrième chapitre est consacré pour les résultats et discussion.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

1. Historique

L'arganier semble être une espèce-relique. Il se serait répandu au Maroc durant l'ère tertiaire alors que le climat était chaud et tempéré et qu'il existait vraisemblablement une connexion entre la côte marocaine et les îles Canaries. Il se serait alors répandu sur de vastes étendues, du Maroc à l'Ouest de l'Algérie¹

L'arganier est très anciennement connu et utilisé par l'homme puisque les phéniciens, au Xe siècle, auraient utilisé l'huile qu'il produit dans leur comptoir installé le long de la côte atlantique (Kenny et De ZBOROWSKI, 2007). L'histoire de l'exploitation et de l'utilisation de l'arganier pendant les premiers temps a été documentée par très peu de sources arabes écrites (RUAS et al., 2016).

Les premières informations rapportées sur l'arganier sont signalées par les géographes et les médecins arabes qui ont sillonné la région du Maghreb. Parmi eux le médecin égyptien IBN AL BAYTAR qui a décrit des 1219 dans son ouvrage intitulé « traite des simple l'arbre et la technique d'extraction de huile par les autochtones » (BENZYANE, 1995)

HASSAN ELWAZAM dit Léon l'africain (1515) évoque l'existence d'arbre épineux produisant un fruit dénommé « ARGAN » à partir duquel on extrait une huile servant pour l'alimentation et l'éclairage (BENZYANE, 1995)

De même certaines sources indiquent que les phéniciens ont connu l'arbre et l'ont exploité pour en extraire ses huiles (particulièrement dans la région d'Essaouira au Maroc)

2. Classification biologique et phylogénétique

2.1. Description botanique

L'arbre présente une structure dicotylédone typique et appartient à la famille des Sapotacées, le genre « *Argania* » est très polymorphe, il présente quelques similitudes avec l'olivier, mais on ne peut le trouver que dans la vaste zone du sud marocain. C'est la représentation la plus septentrionale d'une famille qui n'a qu'une représentation tropicale. Son aire de répartition pose problème car l'arganier est séparé par des milliers de kilomètres du reste de sa grande famille (LEWALLE, 1991).

1

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Arganier#:~:text=L'arganier%20semble%20C3%AAtre%20une,'Ouest%20de%20'Alg%C3%A9rie.>

Les arganiers se présentent sous deux formes, l'une dite pleureuse et l'autre dressée (ROUHI, 1991), ce qui supposerait l'existence de deux variétés ou races biologiques au sein de l'espèce. Le nombre de chromosomes de cette espèce est de $2n = 20$ chromosomes (BRAHIMI, 2005 BEN ABDESALEM, 2005).

2.2. Systématique

Sideroxylon spinosum L. du genre *Rhamnus* (Sapotacée) est la première nomination d'*Argania spinosa* (LINNE, 1937), puis d'après son nom arabe et berbère « Argan » il a devenu *Argania Sidéroxylon* (Roemer et Schultes). Le nom d'espèce a été changé à *spinosa* L. Skeels. Alors, sa classification actuelle est comme suit :

Règne : Végétal

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Gamopétales

Série : Superovariées pentacycliques.

Ordre : Ebénale

Famille : Sapotacées

Genre : *Argania*

Espèce : *Argania spinosa* L. Skeels

Nom vernaculaire : Argan, Erguène ارقان

2.3. Tronc et Bois

Tronc tordu jusqu'à 8-10m, durée de vie jusqu'à 300-350ans, ayant l'apparence d'oliviers, ils sont généralement en torons ainsi il y plusieurs type de ramification (Figure 1). Ils peuvent être entrelacés et l'écorce des gros troncs d'arbres se présente généralement sous la forme de "peau de serpent" (BOUDY, 1950). Le bois de l'arganier est utilisé pour le chauffage, et après des études de ses propriétés phytochimiques, les nouvelles saponines triterpénoïdes (Arganine), la picaririne, existent (OULAD-ALI et al., 1995 ; EL-FAKHAR et al., 2007).

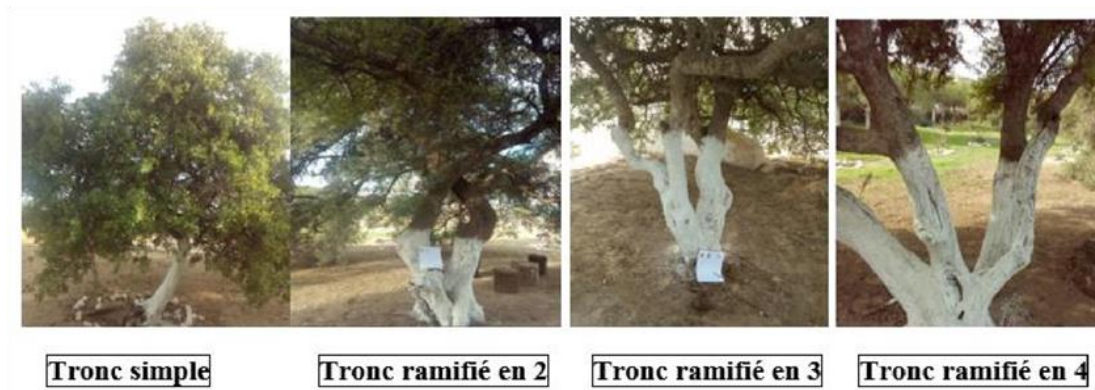


Figure 1. Types de ramification du tronc de l'arganier à Stidia (BELADJEMI, 2016).

2.4. Cime et feuillage

La cime de cet arbre se retrouve souvent sous forme d'ombrelles et de pleurs (retombant), en cas d'attaque humaine, c'est un buisson dense. Cependant, cet arbre contient plusieurs formes ce qui explique la diversité de cette espèce (Figure 2). Le feuillage coriace d'*Argania spinosa* est muni de pétioles courts et de feuilles vert sombre. L'arganier produit des fleurs en glomérules, hermaphrodites et mellifères. Une floraison campanulée blanche à jaune verdâtre qui offre de petites fleurs à cinq pétales (BELADJEMI, 2016).

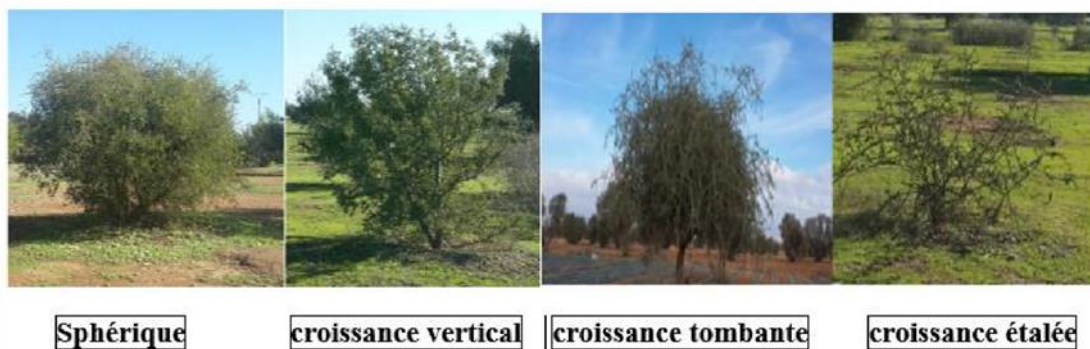


Figure 2. Les différentes formes de la cime d'arganier (BELADJEMI, 2017).

2.5. Rameaux et épines

L'arganier est un arbre épineux, est caractérisé par la variabilité morphologique des rameaux qui les peuvent s'exprimer en multiples formes (Figure 3). Les ramifications sont très denses les extrémités des rameaux sont souvent épineuses (figure 4) (NOUAIM et al., 1991).



Figure 3. Les différentes formes de développement des branches d'arganier (BELADJMI, 2017).



Figure 4. Types de ramification de l'arganier (KECHAIRI ,2019)

2.6. Système racinaire

Les racines s'étendent jusqu'à 30m de profondeur à la recherche de l'humidité. De plus, l'arbre est doté d'un réseau très dense de racines superficielles ayant de bonnes capacités de renouvellement (Figure 5) (MOKHTARI, 2002). Certains auteurs comme NOUAIM et CHAUSSOD (1991) signalent la présence d'endomycorhizes à arbuscules au niveau des racines d'arganier, dont l'indice de dépendance mycorhizienne relative atteint les 80 % (HACHEM, 2004).



Figure 5. Système racinaire de Tindouf (BELADJMI, 2017).

2.7. Phénologie et fleur

La caractéristique phénologique la plus frappante des arganiers est la caducité. En fait, des sujets isolés et même des états entiers réussissaient à perdre leurs feuilles, et les arbres menaient une vie lente, revenant au vert pendant les périodes favorables (EMBERGER, 1938).

- ❖ Le cycle de floraison et de fructification est réparti entre 9 et 16 mois, selon l'arbre). nous avons constaté que les arbres précoces portent des fruits en mars et d'autres tard (juin), tandis que d'autres arbres peuvent fleurir deux fois (mêmes vignes à fruits précoces et tardifs) (BANIAAMEUR et al. 1998 ; BENLAHBIL et BANI-AAMEUR, 1999 ; FERRADOUS et al. 2010), et la maturation a lieu entre le printemps et l'été de sorte que les fruits de la drupe deviennent jaunes ou rouges à mesure qu'ils mûrissent (BANI-AAMEUR et al. 1999).
- ❖ Les fleurs d'arganier sont de type gamopatale et sont de couleur blanche à jaune-vert, elles sont divisées en petits glomérules de deux (2) à quatre (4) mm, constitués de quinze fleurs et plus, situés à l'aisselle des feuilles. position des aisselles sur la branche
- ❖ Chaque fleur d'arganier contient cinq (5) sépales poilus, cinq (5) pétales verts fortement séparés entourant un ovaire poilu, produits à maturité, un an après la fécondation, des drupes jaune-vert veinées de rouge à maturité, de la taille d'une grosse olive, connue sous le nom d'arganier (figure 6) (BAUMER et ZERAIA, 1999 ; Faouzi, 2006). C'est une espèce monoïque à fleurs hermaphrodites dont le stigmate mûrit avant l'ouverture des anthères, ce qui empêche l'autofécondation (Bellefontaine, 2010). Les arganiers ont (2) deux types de floraison (FARRADOUS et al., 2010 ; BANI- AAMEUR, 2002) comme suit :

1) Pauciflore, peu abondante, sur les rameaux âgés lignifiés où les fleurs commencent de s'apparaître dès la fin du mois de Septembre).

2) Floraison très abondante et plus tardive sur les nouvelles pousses où l'apparition des fleurs se commence vers le mois de décembre et le pic de cette floraison se situe en Mars.

Il peut être trouvé des arbres avec une floraison qui est continue durant toute la saison humide avec des nouvelles fleurs après chaque pluie qui nous donne une variabilité de la taille des fruits sur le même arbre (BANI-AAMEUR et al., 1998).

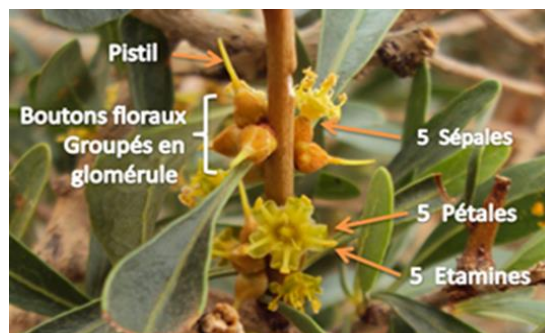


Figure 6. Composition florale et boutons floraux avec styles apparents (KECHAIRI, 2018).

2.8. Polymorphisme

Un polymorphisme remarquable de la forme des noyaux est enregistré chez l'arganier, il est peut être lié à la variabilité génétique et probablement enzymatique (EMBERGER, 1938; BOUDY, 1950; RIEUF, 1962) (Figure 7).



Figure 7. Diversité morpho métrique de fruits et graines d'arganier de Tindouf (KECHAIRI 2018).

2.8.1. Feuilles

Les feuilles sont alternes, en forme de spatule ou lancéolées, longue de 2 à 3cm, de contour vert sombre a la face supérieur, plus claire en dessous (figure 8) ; elles sont subpersistantes, en

période de forte sécheresse, l'arbre perd complètement son feuillage (NOUAIM et al., 1991). Selon ZAHIDI (1994) les arganiers se caractérisent par la présence de deux types de feuilles : Les feuilles simples portées par les rameaux jeunes, elles sont pérennes dans une grande proportion et ne tombent que sous l'effet d'une sécheresse prolongée quand l'arbre se dégarnit complètement. Les feuilles groupées portées par les rameaux âgés sont caduques.

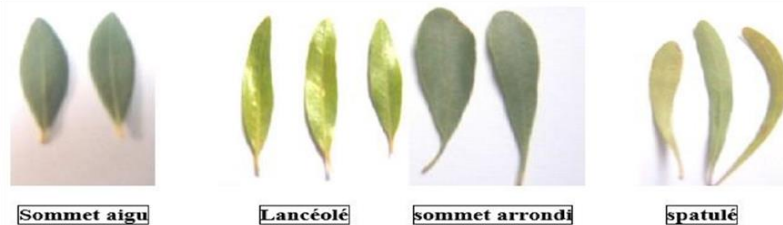


Figure 8. Les différentes formes des feuilles d'arganier (BELADJMU, 2017).

2.8.2. Fruit et noyaux

Le fruit de l'arganier est une baie (fausse drupe) sessile de différentes formes (ronde, ovale, apicule, fusiforme ou intermédiaire) et tailles (Figure 6). Le fruit de l'arganier est une baie composée d'un péricarpe et d'un pseudoendocarpe où sont logées des graines. Les fruits de l'arganier ont différentes formes et dimensions (M'HIRIT et al. 1998). La principale richesse de l'arganier réside dans sa production de fruits. Le fruit contient deux parties de grande importance : la pulpe et l'amande.

- La pulpe de l'arganier est consommée par les camelines et les caprins Elle renferme des glucides (19%), des protéines (5%), des lipides (6%) et de la cellulose (13%). Les lipides contiennent des glycérides (33,3%), du latex (63,4%) et de l'insaponifiable (3,3%). Cette fraction est composée de triterpénoïdes et de stérols. Les triterpénoïdes sont représentés surtout par :
 - ✓ l'erythrodiol, le lupeol, la β -amyrine, le taraxasterol, le betulinaldéhyde et la bétuline. Les stérols se trouvant en faible quantité renferment comme composants dominants : le schotténol et le spinastérol (CHARROUF, 1998).
 - ✓ Le fruit de l'arganier contient un noyau, et chaque noyaux contient une, deux ou même trois amandes (aussi appelées amandes). Ces amandes ont des tailles variables et leur poids est de l'ordre de 250 à 360 mg. Elles sont riches en matière grasse puisque leur teneur en huile oscille entre 30 et 55 mg (CHARROUF, 1998). L'huile extraite de l'amande est utilisée en alimentation.

- ✓ en cosmétique et en nutraceutique. Cette huile possède aussi des propriétés diététiques très intéressantes, car elle est constituée de 80 % d'acides insaturés de type oléio-linoléique. Ces qualités diététiques en font une huile très recherchée, vendue nettement plus chère que l'huile d'olive (OTTMANI, 1995).

Même le tourteau (résidu d'amande après extraction de l'huile) est utilisé comme aliment pour les bovins d'engraissement en raison de sa haute valeur énergétique. Il est riche en glucides (27%), en protéines (24%), en lipides (19%) et en fibres (17%). Il contient également des saponines (CHARROUF et al. 1992).

3. Écologie de l'arganier

3.1. Facteur climatique

Un paramètre clé de l'écologie de l'arganier semble être lié à l'humidité de l'air, qui limite son exposition au soleil en raison de la rosée matinale fréquente (surtout en été), ou de la brume et du brouillard qui peuvent persister une grande partie de la journée et de l'élévation de la température. Ce caractère marin semble réguler la répartition des arganiers dans le sud du Maroc, des études biologiques, physiologiques et génétiques sur les arganiers ont montré que l'espèce peut résister à des conditions écologiques extrêmement dures ((NOUAIM et al., 1990).

3.1.1. Humidité

L'arganier a besoin d'une atmosphère humide, surtout en été et en automne, ce qui explique sa présence dans la région côtière atlantique, où de fortes saturations en humidité de brume, de brouillard et de rosée ont été enregistrées (M'HIRIT et al. 1998).

3.1.2. Température

D'un point de vue thermique, les arganiers thermophiles peuvent même supporter des températures élevées pendant de longues périodes, avec des températures maximales dépassant 50°C à Tindouf (KECHAIRI, 2009, 2018). Cependant, les arganiers peuvent prospérer dans les environnements les plus froids entre 3 et 7°C, et même à des températures extrêmement basses inférieures à -2,6 °C (M'HIRIT et al. 1998).

3.1.3. Altitude

En altitude, c'est le froid qui détermine la limite supérieure de l'arbre forestier. Cette Fusionné avec peu de neige (EMBERGER, 1924 ; 1925), soit 900 m à Haut Atlas (NOUAIM ET

CHAUSSOD, 1993) et 600 m au sud du Maroc (PELTIER, 1982). Les arganiers sont répartis de la côte entre 1600 et 1700m d'altitude d'élévation des versants sud du Haut Atlas occidental et de l'Anti-Atlas (ALIFRIQUI, 2004).

3.2. Facteur édaphique

Les arganiers jouent un rôle clé dans l'équilibre écologique régional (BAKRY, 2015). En effet, il protège efficacement le sol des fortes pluies et de l'érosion, et préserve la fertilité du sol car il est capable de survivre à des conditions de sécheresse (CHARROUF et GUILLAUME, 1999). C'est l'équilibre fondamental de son écosystème et une essence qui ne semble pas liée à la structure physico-chimique de la matrice du sol (ARIFFIKI, 2004). C'est un arbre qui peut supporter tous les types de sols salins, superficiels, profonds, arides, siliceux ou calcaires.

4. Intérêt et usages

L'arganier, joue un rôle irremplaçable dans l'équilibre écologique grâce à son système racinaire. Puisant, il se développe dans les régions où les sols sont pauvres et peu profonds, donc il contribue au Maintien du sol et à la lutte contre la désertification. Il permet aussi de limiter le phénomène de l'exode rural, par la stabilisation de la population, ou il pousse. En revanche, différents espèces végétales et de micro-organismes vivent en association avec L'arbre de l'arganier, et de ce fait, la disparition de l'arbre entraîne la disparition de plusieurs espèces, Ce qui entraîne la réduction de la biodiversité génétique à cause de leurs multiples usages chaque partie d'elle est utilisable (RADI, 2003).

- ✓ Généralement le fruit, huile et feuilles vertes sont utilisées comme un produit de soin complet caractérisé par ses propriétés nutritives, protectrices et adoucissantes, régénératrices de la peau et des cheveux ternes et cassants, et aussi pour soins du cuir chevelu que de la peau sèche et ridée (CHARROUF, 2007) ce qui est confirmé par les caractéristiques technologiques sur le dessèchement et le vieillissement physiologique de la peau (BOUKHOBZA et PRUM, 1988). L'arganier contribue dans l'alimentation et le bon soin de la santé humaine d'une façon très importante avec son huile extraite de ses amandes, alors après plusieurs études faites par multiples chercheurs, l'huile d'argan devenu présenté comme un trésor par ses propriétés médicinales sous plusieurs manières et pour diffères maladies.
- ✓ *Argania spinosa* a une grande importance dans le domaine économique à cause des différentes produits de luxe où en trouve que même le bois de l'arganier est utilisable

pour la construction des habitations, et aussi la production du charbon avec un rendement élevé (ALEXANDRE, 1985), pour cela, le produit essentiel de l'arganier est l'huile (SAHKI, 2004). En Algérie, ce trésor est mal connu (KECHAIRI, 2009), et il est délaissé à cause des problèmes d'ordre techniques et d'origine anthropique comme plusieurs espèces végétales (BENMAHIOUL, 2006 ; BELLEFONTAINE, 2010).

5. Atteintes de l'arganier

Le surpâturage, l'expansion démographique et les cultures intensives sont les menaces les plus remarquables sur l'arganier (FIKRI BENBRAHIM et al. 2004 ; EL FASSKAOUI, 2010), pour répondre aux demandes croissantes des usagers (AKA KOUTOUA, 2006). Ces dernières sont l'origine de la dégradation de l'espèce et le déséquilibre du niveau de leur structure végétale (Le HOUEROU, 2000 ; ERROUATI, 2005). De plus, la plaine du Souss (sud-ouest marocain) est affectée par le sur-pompage d'eau souterraine dépassant ainsi la capacité des renouvellements des aquifères (AIT HSSAINE, 2004 ; EL FASSKAOUI, 2010). Cela a entraîné une baisse continue de la nappe phréatique et un approfondissement des puits (AIT HSSAINE, 2001). Parallèlement c'est le même cas de l'arganier de Tindouf (KECHAIRI, 2018).

Chapitre II

Présentation des régions d'études

1. Sites des provenances

1.1. Adrar

La province d'Adrar est située au sud de l'Algérie. C'est en surface La deuxième plus grande province d'Algérie, avec une superficie de 427368 km². Les arganiers ont été introduits par graines à l'INRA (Institut National de recherche agronomique). Ainsi, à la wilaya de Timimoun (ITMAS : Institut de Technologie Professionnelle Agricole).

1.2. Béchar

Cette wilaya est située à l'ouest de l'Algérie en plein désert Saharien avec une superficie totale de 162.200 km² où elle est limitée au Nord par la wilaya de Naâma, à l'Est par la wilaya d'El Bayadh, à l'Ouest par le Maroc et au Sud par les wilayas d'Adrar, et au sud-ouest par la wilaya de Tindouf. La plantation de l'arganier par semis a été faite par la conservation des forêts, au niveau de la pépinière forestière.

1.3. Tindouf

L'arganier existait dans le Sahara occidental Algérien (PELTIER, 1983b). La superficie de sa répartition naturelle à Tindouf a été estimée de plus de 50000 ha (KECHAIRI, 2018). Il s'étend sur les réseaux hydrographiques de la Hamada de Drâa, au nord-ouest de la wilaya de Tindouf, au sud de Djebel Ouarkziz dans les lits des oueds et ces ravins (AUFR2RE, 1938); Chevalier, 1943; GUINEA LOPEZ, 1945; MONTEIL, 1951; KECHAIRI, 2009). L'arganier est observé dans des stations du sud et sur les falaises septentrionales au nord de Tindouf (EMBERGER, 1939). Il constitue un peuplement clairsemé, à l'état dégradé sous forme d'arbrisseaux (Chevalier, 1943). Notre site d'étude est situé à l'extrémité nord-ouest du Sahara Algérien et localisé dans le cadre géographique (Y1= 28°17'38,7384"N ; X1= 8°40'3,6552"W) et (Y2= 28°45'18,7524"N ; X2= 8°2'24,2988"W) (KECHAIRI, 2018).

1.4. Mostaganem

Cette wilaya est située sur la côte méditerranéenne au nord-ouest de l'Algérie .D'une superficie de 2 269 kilomètres carrés, elle est bordée par la province de Chlef à l'est, Relizane au sud-est, Oran à l'ouest, et la province de Mascara au sud-ouest, où sont cultivés les arganiers. En semant des graines dans les maisons forestières de Stidia à l'époque coloniale. Cette wilaya se trouve au nord-ouest de l'Algérie et s'étend sur une superficie de 5941Km loin d'Alger au vol d'oiseau de 360km. Elle est limitée à l'Est par les wilayas de Tiaret et Relizane, à l'Ouest par la wilaya de

Sidi Bel Abbès, au Nord par les wilayas d'Oran et Mostaganem et au Sud par la wilaya de Saida dont il y a un pied d'arganier planté par semi (graine de Tindouf) au niveau de l'ancienne pépinière de la région d'Oggaz depuis la période coloniale.

Tableau 1. Localisations géographiques des provenances des régions d'étude.

Région d'étude	Coordonnées géographiques	Altitude (m)
Mostaganem (Stidia)	35°52'17.8"N 0°15'54.2"E	120
Tindouf	28°40'10.9"N 8°15'41.6"W	449
Bechar	31°45'23.7"N 2°14'23.4"W	780
Adrar-ville	27°51.1489'N 000°18.8027'W	279

2. Analyse bioclimatique

L'arganier est une espèce xéro-thermophile. Au Maroc, il est situé entre un bioclimat chaud et tempéré aride (littoral et plaine) et semi-aride chaud et tempéré (Haut Atlas et flancs Anti-Atlas) (BOUDY, 1950). À Tindouf, il est dans un climat Saharien (KECHAIRI, 2019).

2.1. Température

L'arganier subsiste dans les températures élevées jusqu'à 50°C et il s'adapte aux sécheresses prolongées, il support la température minimale de 7°C (KECHAIRI et ABDOUN, 2016).

2.2. Humidité

L'arganier a besoin d'une certaine hygrométrie de l'aire (BENAOUF, 2009). L'humidité de l'aire n'est pas sensiblement indispensable à l'arganeraie de Tindouf avec 45% de l'humidité relative de l'aire (KECHAIRI, 2009 ; KECHAIRI et ABDOUN, 2016). Autre, la réussite des plantations à arganier à Timimoun et Adrar invalide l'hypothèse de Boudy (1950) qui disait la nécessité de l'humidité océanique pour réussir la plantation de l'arganier (KECHAIRI, 2018).

2.3. Pluviométrie

La précipitation idéale pour l'arganier est de 500 mm/an, mais parfois ou dans certains cas Une pluviométrie de 120 mm/an est suffisante (BENAOUF, 2009). L'arganier à Tindouf reçoit mois de 50 m/an, mais il trouve la compensation hydrique par l'eau immagasitnée dans le sable des lits d'oueds « inféroflux » (KECHAIRI, 2018 ; KECHAIR, 2021).

3. Caractérisations bioclimatique

Pour une période de 30 ans de données météorologiques, particulièrement la température et la précipitation, les situations bioclimatiques de régions d'étude (tableau 1) ont été faites par KECHAIRI, (2018), BELADJEM et KECHAIRI, (2018) où l'arganier se développe dans divers étages bioclimatique: Saharien, aride et semi-aride.

- M: Moyenne maximale du mois le plus chaud en degrés kelvins ($T^{\circ}C + 273,15$).
- m: Moyenne minimale du mois le plus froid en degrés kelvins ($T^{\circ}C + 273,15$).

Tableau 2. Information climatiques de la zone d'étude (KECHAIR, 2018)..

Région	P (mm)	T (°C) Max	T (°C) min	Q2
Tindouf	60,3	43	7	6,55
Adrar	33,5	49	5	2,61
Mostaganem	371,1	35	10	50,91
Bechar	106,3	40	2	9,59

Légende : Q2: le quotient pluviométrique d'Emberger ; P: Pluviométrie annuelle moyenne en mm.

Le climagramme d'Emberger spécifique à la région méditerranéen, et applicable pour les régions Sahariennes (BAGNOULIS et GAUSSEN, 1957). Il représente la situation bioclimatique de chaque région d'étude à Tindouf, Adrar et Bechar qui sont situés à l'étage Saharien, alors Mostaganem est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride (figure 9). (KECHAIRI, 2009).

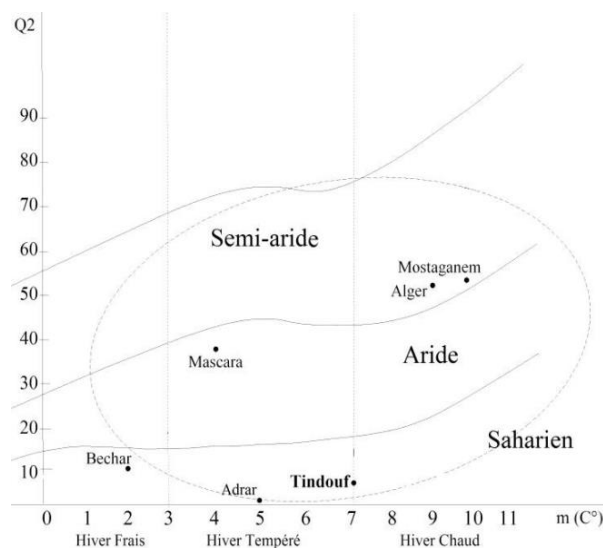


Figure 9. Situation de régions d'étude dans le climagramme pluviométrique d'Emberger

b. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

La figure 9 indique le climat désertique pour la période 1996-2016, il est relatif aux stations Tindouf, Adrar et Bechar, où la période sèche s'étale toute l'année. Les pluies sont rares et très faibles. Alors, la période sèche s'étale 6 mois à Mostaganem, pour 4 mois. Ces derniers, montrent bien l'influence de l'aridité du climat qui menace une grande partie du pays (KECHAIRI, 2018).

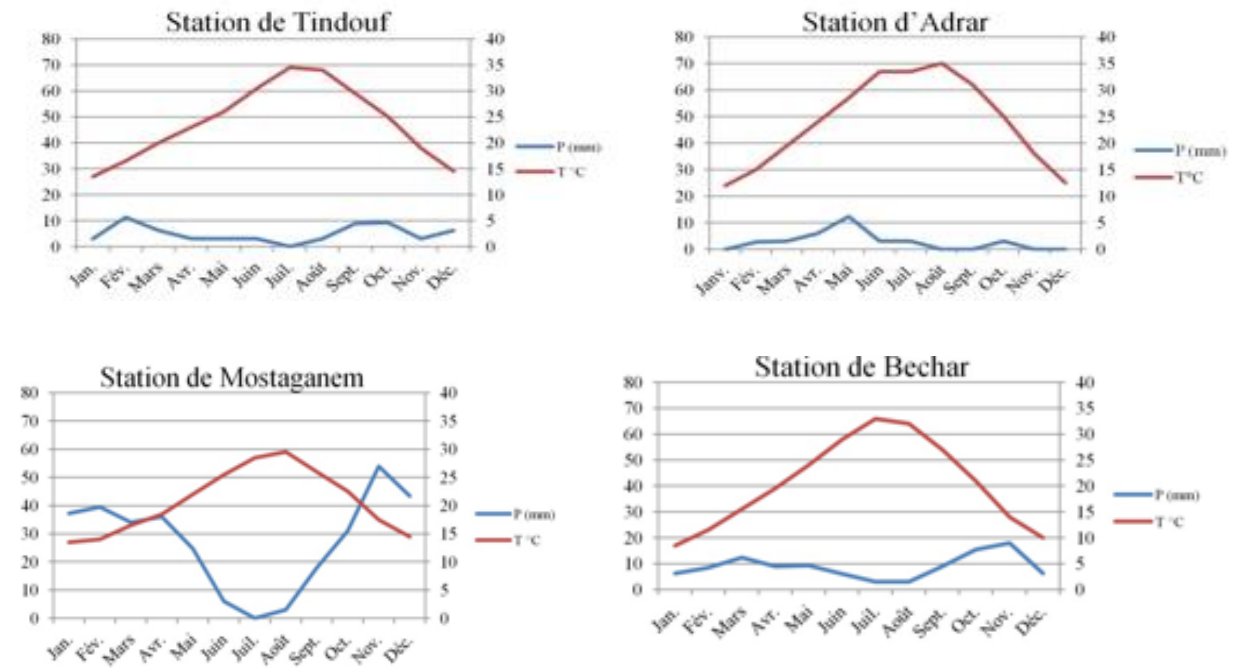


Figure 10. Diagrammes ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour les stations d'étude (1998-2016) (KECHAIR, 2018)

Chapitre III

Matériel et méthodes

1. La zone d'étude.

L'objectif visé par notre travail est l'étude des caractéristiques biométriques des noyaux d'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels selon les provenances de quatre régions du pays : Adrar, Bechar, Tindouf et Mostaganem (Figure 11)

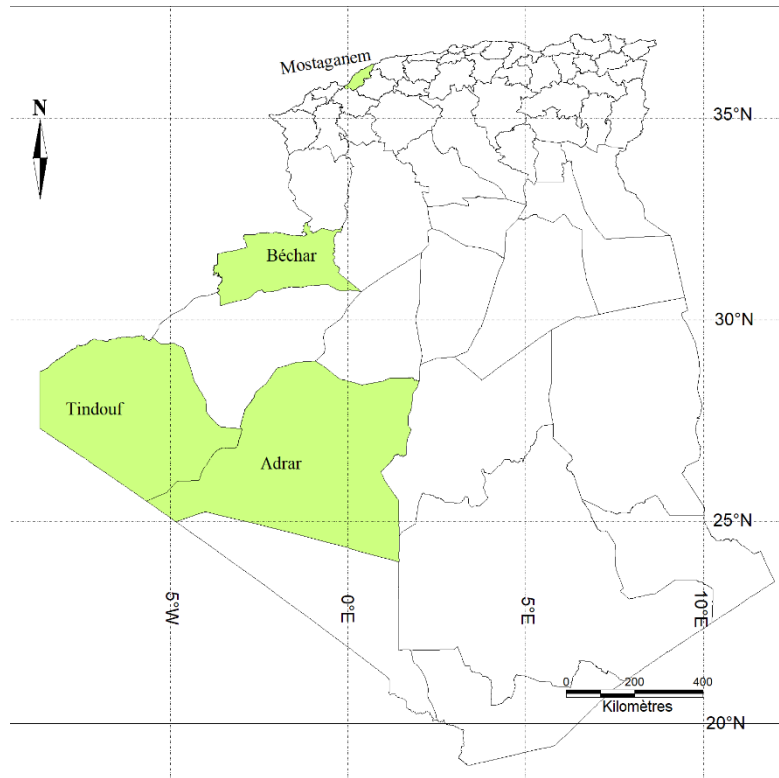


Figure 11. Les quatre régions des provenances étudiées dans l'Algérie

2. Matériel végétal

Nous avons pu récolter le matériel végétal qui constitue de 379 noyaux (Figure 11). Ce dernier été apporté au laboratoire n° 4 (Pôle génétique de la faculté SNV/STU à l'université de Tlemcen. Dans lequel, les mesures biométriques des graines ont été effectuées durant la période s'étalant du mois de février jusqu'au mois de mai 2022.

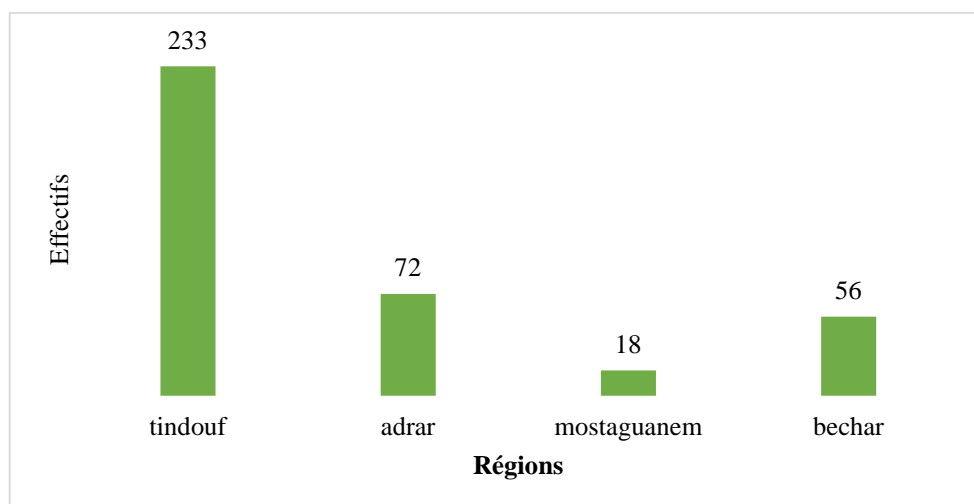


Figure 12. Nombres des noyaux récoltés par régions

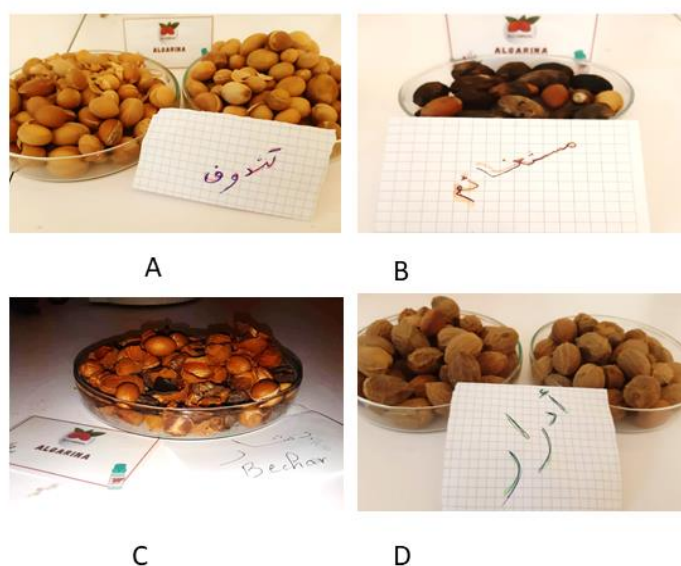


Figure 13. Les noyaux d'arganier étudiés (A. Tindouf ; B, Mostaganem ; C, Bechar ; D, Adrar).

3. Méthode de travail

Le travail a été réalisé au laboratoire n°4 au pôle génétique de la faculté 'SNV/STU' à l'université de Tlemcen. Dans lequel, les échantillons ont été traités selon les provenances (figure 13). Les fruits secs ont été concassés dans le mortier (figure 14A) pour obtenir les noyaux. Lesquels ont été pesés à l'aide de la balance électrique (Figure 14, B). Les échantillons ont été numérotés (figure 15E) afin d'être répertoriés dans notre base de données après la mesure d'un ensemble des variables quantitatives et qualitatives.

Les variables quantitatives (longueur, largeur et épaisseur) ont été mesurées grâce au pied-à-coulisse (figure 14c).

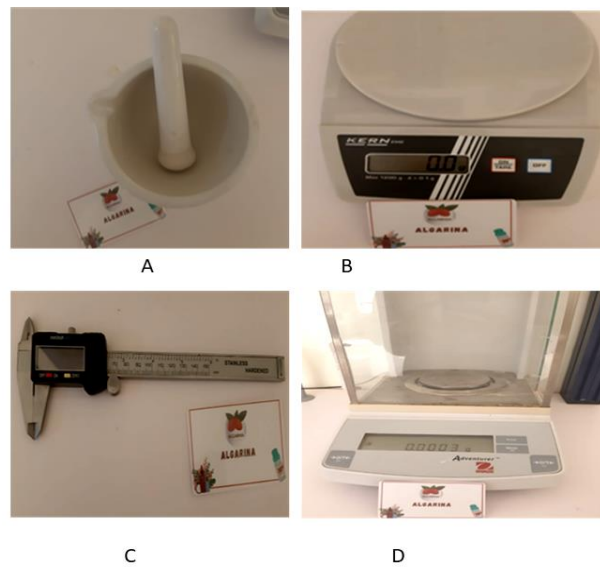


Figure 14. Matériel utilisé (A, Mortier porcelaine ; B, Balance électrique ; C. Pied à coulisse électronique ; D. Balance analytique)

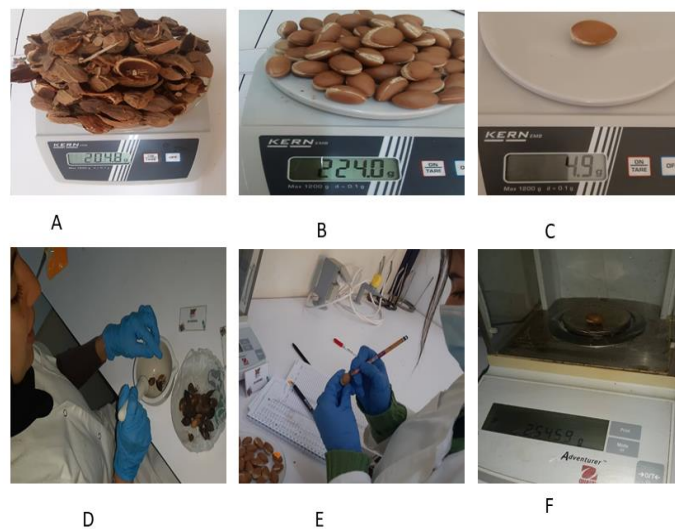


Figure 15. (A. péricarpes pesé ; B. les grains d'arganier ; C. la balance électrique ; D Concassage des péricarpes ; E. Numérotation des noyaux ; F. balance analytique).

Lors des mensurations biométriques en tenant compte les variables quantitatives (longueur, largeur, épaisseur (figure 16) et poids, nous avons pris en considération le nombre des carpelles comme une variable qualitative (figure 17).

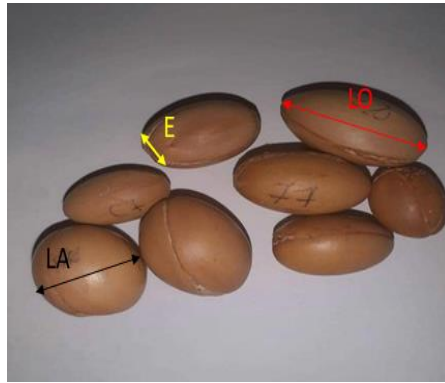


Figure 16. Variable quantitatives mesurées (LO : la longueur, LA : la largeur, E : épaisseur).

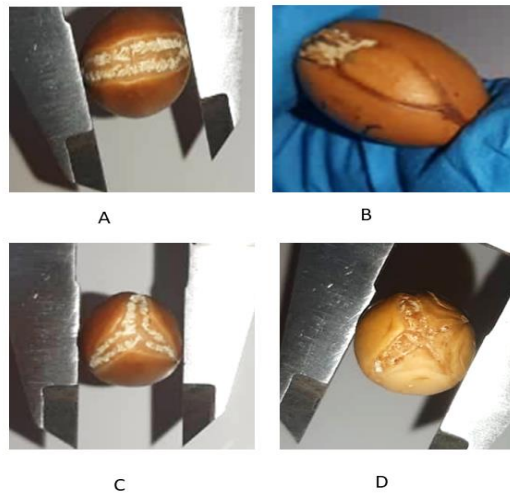


Figure17. Nombre de carpelles (A. Un carpelle, B. deux carpelles, C. trois carpelles. D. quatre carpelles)

4. Analyse statistique

Notre base de données a été traitée par le logiciel *Rstudio* version 4.1.2 (2021-11-01). En effet, les données recueillies ont fait l'objet d'analyses statistiques suivantes :

➤ Le logiciel *RStudio*

Le *RStudio* est un environnement de développement gratuit, libre et multiplateforme pour *R*, un langage de programmation utilisé pour le traitement de données et l'analyse statistique. *RStudio* est développé par *RStudio, Inc.*, une entreprise commerciale fondée par Joseph J. Allaire, créateur du langage de programmation *ColdFusion*.

4.1. **Statistique descriptive** : c'est l'analyse qui consiste un traitement des données qui a pour but de décrire un ensemble de données numériques, c'est-à-dire de les organiser et les présenter sous forme de tableaux, de les visualiser dans des graphiques et de les résumer en quelques valeurs numériques appelées caractéristiques ou paramètres statistiques.

✚ L'étude qualitative : est descriptive et se concentre sur des interprétations. Les résultats sont exprimés avec des mots.

✚ L'étude quantitative : permet de prouver ou démontrer des faits. Les résultats sont exprimés en chiffres (statistiques).

4.2. **ANOVA 1** : L'Analyse de la variance et l'analyse factorielle sont des techniques permettant de savoir si une ou plusieurs variables dépendantes (variables à expliquer) sont en relation avec un ou plusieurs variables dites indépendantes (variables explicatives). Sur l'ensemble des variables quantitatives nous devons déterminer s'il existe une différence significative entre les individus par leur emplacement (localités), par les types qui les constituent et par les races existantes dans la région c'est-à-dire l'influence du milieu, de la population et des races sur ces variables quantitatives (RAMOUSSE, 1996).

4.3. **ACP** : Une analyse en composantes principales, (réalisée afin de regrouper les individus homogènes qui portent les mêmes caractères étudiés en se basant sur les mensurations morpho métriques (réalisé sur paramètres quantitatifs) pour différencier les échantillons selon ces critères, définir une classification des arbres et construire une typologie qui consiste à identifier des individus assez semblables entre eux.

4.4. **CAH** : classification hiérarchique ascendante ou Dendrogramme phylogénétique (méthode UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic)) réalisé sur la base des distances génétiques calculées entre les différents échantillons de l'arganier.

4.5. **La distance de Mahalanobis** est une mesure de la distance entre un point P et une distribution D, introduite par P. C. Mahalanobis en 1936. Il s'agit d'une généralisation multidimensionnelle de l'idée de mesurer le nombre d'écarts types loin de P de la moyenne de D.

4.6. **Indice de diversité de SHANON-WEAVER**

Cet indice donne une idée de la diversité spécifique d'un milieu. C'est à dire du nombre d'espèces de ce milieu (richesse spécifique) et de la répartition des individus au sein de ces espèces (équitabilité spécifique).

L'indice est une mesure de l'entropie. Elle est représentée par un nombre réel positif souvent compris entre 0 et 5, mais n'ayant en théorie pas de maximum. Ce nombre est calculé à l'aide d'une fonction d'information inversement proportionnelle à la probabilité d'occurrence d'une observation.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

H' : indice de biodiversité de Shannon

i : une espèce du milieu d'étude

pi: Proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu), qui se calcule de la façon suivante :

$$p(i) = n_i/N$$

Où ni est le nombre d'individus pour l'espèce i et N est l'effectif total (les individus de toutes les espèces) (https://fr.wikipedia.org/wiki/Indice_de_Shannon).

L'équitabilité (Equirépartition) :

- Permet de comparer les structures des peuplements des insectes. La valeur H' égale zéro si l'ensemble contient une seule espèce, et sont égale à Log2(S) si tout les espèces contiennent le même nombre d'individus, savant que les deux valeurs sont les limites d'un intervalle dans la quelle H' est variable (BARBAULT, 1995).
- L'équitabilité constitue une seconde dimension fondamentale de la diversité (RAMADE, 1984).
- Selon DAJOZ (1995) c'est la distribution du nombre d'individus par espèces. Elle est le rapport entre la diversité maximale (H max), elle s'exprime comme suite :

$$E = H' / H \text{ max}$$

$$H \text{ max} = \text{Log2} (S)$$

- S: Est le nombre d'espèces formant le peuplement

Elle varie entre 0 et 1, tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce, elle est de 1 lorsque toute les espèces ont la même abondance.

L'indice de l'équitabilité détermine, soit le rapprochement ou bien l'éloignement entre H' et H max. Ce même teste a été adapter pour le calcul de la diversité intra populationnelle ou le nombre d'espèces par milieu devient le nombre de classe phénotypique et la fréquence de l'espèce dans le milieu devient la fréquence de la classe phénotypique au sein de chaque espèce. Ce teste est beaucoup plus important Matériels et méthodes pour nous en génétique des populations car il nous donne une idée sur la diversité génétique intra et inter populationnelle (CHENTOUFIL, 2014).

5. Extraction d'huile

Les graines de l'arganier peuvent contenir jusqu'à trois amandes à partir desquelles l'huile est extraite avec des rendements variant de 30 à 55% selon le mode d'extraction employé (CHARROUF, 1998). Avant que l'opération d'extraction des huiles soit entamée, les fruits et amandes subissent d'abord une série de traitement tel que, le séchage, le dépulpage, le concassage, la torréfaction et la mouture. Une fois ces étapes franchies, l'extraction d'huile peut être entamée selon deux principaux procédés : le procédé traditionnel et le procédé industriel. Dans ce travail on se base sur le procédé industriel qui est l'extraction par solvant à l'aide d'un appareil nommé « Soxhlet ». À l'échelle du laboratoire, l'extraction chimique se fait avec du solvant par le biais d'un appareil nommé **soxhlet** (WOLF, 1992). A l'échelle industrielle, l'extraction par solvant est réalisée par plusieurs appareils (KARLESKIND, 1992).

5.1. Matériel de l'extraction

Afin de faire une extraction artificielle d'huile d'argan au laboratoire, a pour but d'estimer le rendement en matière grasse de l'amande huileuse d'argan, nous avons utilisé le matériel suivant : Appareille de Soxhlet ; Appareille de rotavapeur ; Moulinette de maison ; Mortier ; Solvant (l'hexane) ; Tube a vice vide ; Tube conique ; Balance ; Matière premier (poudre d'arganier) (figure 18).

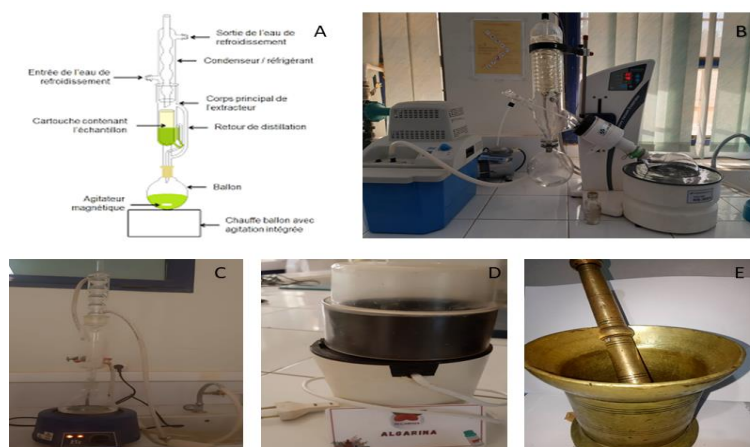


Figure 18. Matériel de l'extraction de l'huile d'argan (A. appareil Soxhlet ; B. rotavapeur ; C. Soxhlet ; D. Moulinette ; E. Mortier).

5.2. Préparation de l'échantillon

Nous avons commencé par le dépulpage des fruits : cette opération a pour but de séparer le péricarpe du noyau ; Puis le concassage de la coque qu'a été effectué manuellement avec mortier (figure 20E) a pour but de séparer l'amande du noyau ; le Broyage des amandes a été effectué par une moulinette de maison (figure 18D).

5.3. Mode opératoire

En premier lieu, nous avons pris 38,9g de l'amandon broyée (broyat). Laquelle, a été entassé dans une cartouche en papier filtre préalablement pesée de 11,15g. Ensuite la cartouche ou l'enveloppe a été fermée pour empêcher la poudre d'être emportée par le solvant. Le tout est mis au fond du siphon.

Le Soxhlet est équipé d'un ballon de 500ml, rempli jusqu'au 2/3 par l'hexane ensuite chauffé à la température 40° d'ébullition du solvant. La durée d'extraction a duré d'environ 2h. Le rotavapeur a été utilisé pour la séparation de l'huile contenue dans le solvant par évaporation sous vide.

5.4. Rendement d'huile

Le rendement en huile est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$R = [PA/PB] * 100$$

R : rendement de l'huile (en %)

PA : poids de l'huile en g

PB : poids de la plante en g

Chapitre IV

Résultat et discussion

1. Analyse statistique

1.1. Résultats des mesures morphométriques des grains de l'Arganier

Le test de la loi normale a été réalisé avant tout les tests statistiques en utilisant celui de Shapiro Wilks test dans Rstudio, le p-value est égal à 0.14, alors notre jeu de données suit la loi normale.

1.2. Analyse descriptive

D'après le tableau 3, la longueur moyenne de l'ensemble des noyaux étudiés est 16,81mm pour 14,7mm (BELADJMI, 2016). La largeur moyenne de noyaux étudiés est 19,64mm, alors BELADJMI (2016) a trouvé 18,34mm. L'épaisseur moyenne des noyaux étudiés est 14,39mm qui se rapproche de 14,5mm trouvait par BELADJMI (2016). Cependant, le poids moyen et 2,52g qui semble plus important de celui de BELADJMI (2016) avec 1,55g.

Tableau 3. Données descriptives des variables quantitatives étudiées.

Caractères	Moyenne	Écart type	Minimum	Maximum	Médiane
Longueur (mm) (Length)	16,81	4,71	10,84	32,62	15,08
Largeur (mm) (width)	19,64	3,32	12,25	36,46	19,23
Épaisseur (mm) (thickness)	14,39	1,80	10,20	21,68	14,06
Poids (g) (weight)	2,52	0,84	0,91	6,46	2,47

1.3. Analyse composante principale (ACP)

Notre base de données contient 379 individus et 8 variables, 3 variables qualitatives sont illustratives et 5 variables quantitatives essentiels.

➤ Observation d'individus extrêmes

L'analyse des graphes ne révèle aucun individu singulier (out-group) dans notre étude.

➤ Distribution de l'inertie

L'inertie des axes factoriels indique d'une part si les variables sont structurées et suggère d'autre part le nombre judicieux de composantes principales à étudier.

Les deux premiers axes de l'analyse expriment 74,67% de l'inertie totale de jeu de données, cela signifie que la variabilité totale de nuage des individus (ou des variables) est représentée dans les deux premier plan. C'est un pourcentage assez important, et le premier plan représente donc convenablement la variabilité contenue dans une grande part du jeu de données actif. Cette

valeur est supérieure à la valeur référence de 49,43%, la variabilité expliquée par ce plan est donc significative.

Du fait de ces observations, il serait tout de même probablement préférable de considérer également dans l'analyse les dimensions supérieures ou égales à la troisième.

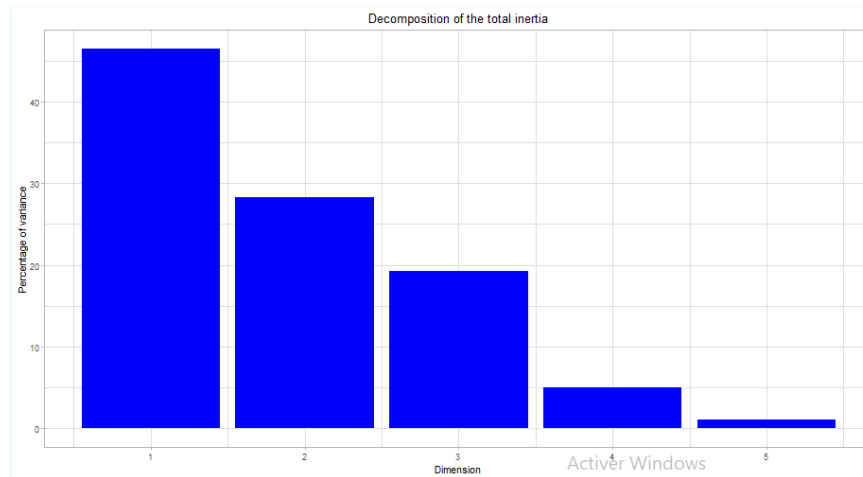


Figure 21. Décomposition de l'inertie totale

Une estimation du nombre pertinent d'axes à interpréter suggère de restreindre l'analyse à la description des 2 premiers axes. Cette observation suggère que ces deux axes sont porteurs d'une véritable information.

Tableau 4. Pourcentage de la variance de chaque dimension

Dimension	Dim 1	Dim 2	Dim3	Dim4	Dim5
Pourcentage de la variance %	46.409	28.261	19,232	5,018	1,080

➤ Description de l'ACP

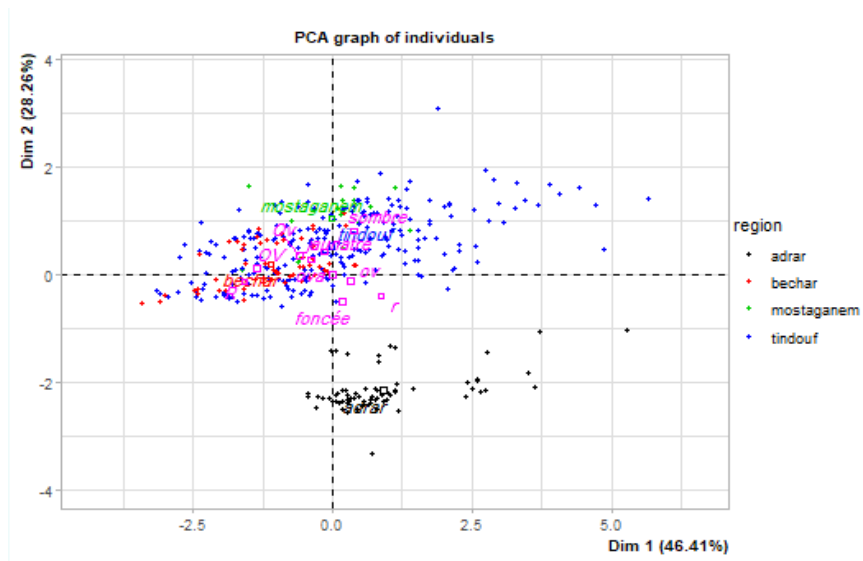


Figure 22. Plan de distribution des individus selon les régions

Les individus sont colorés selon leur appartenance aux modalités de la variable région. On remarque que les individus 10,87, 96, et345 appartiennent à la région Adrar, Mosta, Tindouf et Bechar (Figure 22).

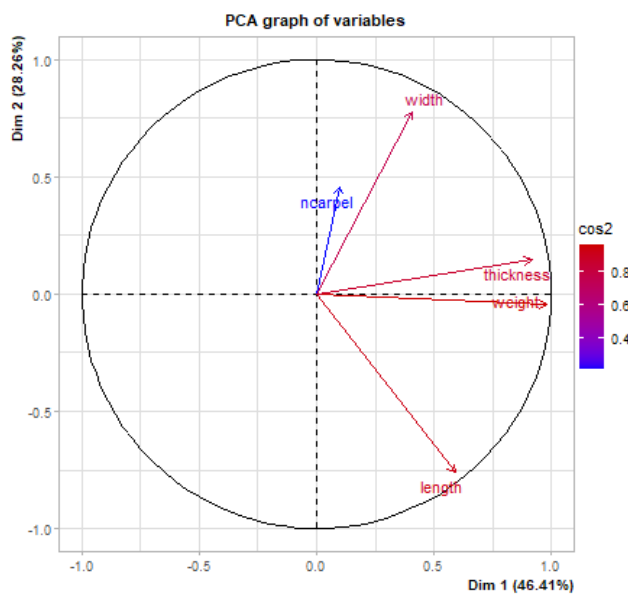


Figure 23. ACP des variables étudiés.

L'ACP des variables étudiées nous donne des informations que les variables en ligne continues sont les variables actives. Les variables libellées sont celles les mieux représentées sur le plan et ils sont colorées en rouge (Figure 23).

On remarque aussi au niveau de L'ACP de la (figure 23) que les caractères étudiés chez cette population se rapproche du cercle, mise à part le caractère nombre de carpelle (n carpel) ce qui traduit un niveau de significativité important sur le plan statistique.

Tableau 5: contribution des variables étudiées sur les cinq dimensions

	Dim1	Dim2	Dim3	Dim4	Dim5
N,carpelle	0,01	0,21	0,77	0,01	0,00
Poids	0,96	0,00	0,00	0,01	0,03
largeur	0,16	0,60	0,17	0,05	0,01
Longueur	0,35	0,58	0,01	0,05	0,01
Épaisseur	0,84	0,02	0,00	0,13	0,01

On explique l'éloignement de caractère (n carpelle) du cercle de corrélation des variables étudiées par leur contribution aux autres dimensions que Dim1 et Dim2. Il contribue à la dimension 3 (tableau 5).

On distingue la formation de trois groupes de caractères. Ceci traduit une corrélation positive entre ces paramètres au niveau de chaque groupe. Le premier groupe comprend la largeur. Le second groupe contient épaisseur, alors que le troisième groupe contient le caractère longueur.

On peut expliquer la corrélation de ces caractères soit par l'influence de gènes, c'est-à-dire que ces caractères sont contrôlés par un certain nombre de gènes en commun soit ces caractères réagissent de la même manière vis-à-vis des conditions environnementales. Pour exclure l'une ou l'autre probabilité il nous faut avoir la situation où la même population évolue dans deux biotopes différents est voir si les corrélations changent, sinon cela veut dire qu'effectivement ces caractères corrélés sont contrôlés par un certain nombre de gènes en commun.

1.4. Classification Ascendante Hiérarchique

Cette classification hiérarchique des individus nous donne comme information que les individus sont coloriés en fonction de l'appartenance à leur classe, dont la classe 1 apparait en noire, la 2ème en rouge et la 3ème en vert. Cet arbre hiérarchique montre la proximité entre les individus.

On remarque de la figure 23 que les classes 1 et 2 sont proches, on peut conclure alors que les individus de la classe 1 et 2 ont certains paramètres en communs, on remarque aussi que la classe 3 est bien séparée des classes 1 et 2.

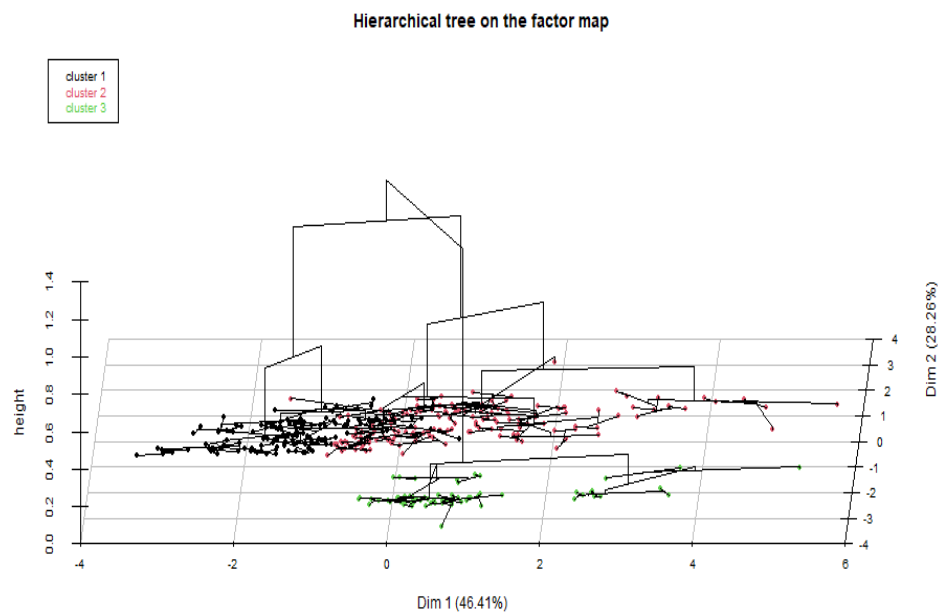


Figure 24. Arbre hiérarchique des individus sur le plan factoriel (3D)

Tableau 6. Lien des variables étudiés avec la partition

	Eta2
Longueur (Lenght)	0.925
Largeur (Width)	0.617
Poids (Weight)	0.47
Epaisseur (thickness)	0.354
n.carpelle (n.carpel)	0.0754

On remarque que seuls les variables qui ont une liaison significative avec les classes sont reportés dans le tableau 6. L'intensité de la liaison (η^2) est mesurée par le rapport de corrélation entre la variable quantitative et la variable de classe, On regarde si ce rapport de corrélation est significativement différent de 0.

Donc ce tableau 6 nous montre les variables qui permettent de séparer au mieux les classes, c'est-à-dire qui permettent de caractériser la partition. Dans ce cas d'étude la variable Longueur (lenght) permet de distinguer au mieux les classes obtenues, avec un η^2 égale à 0.93.

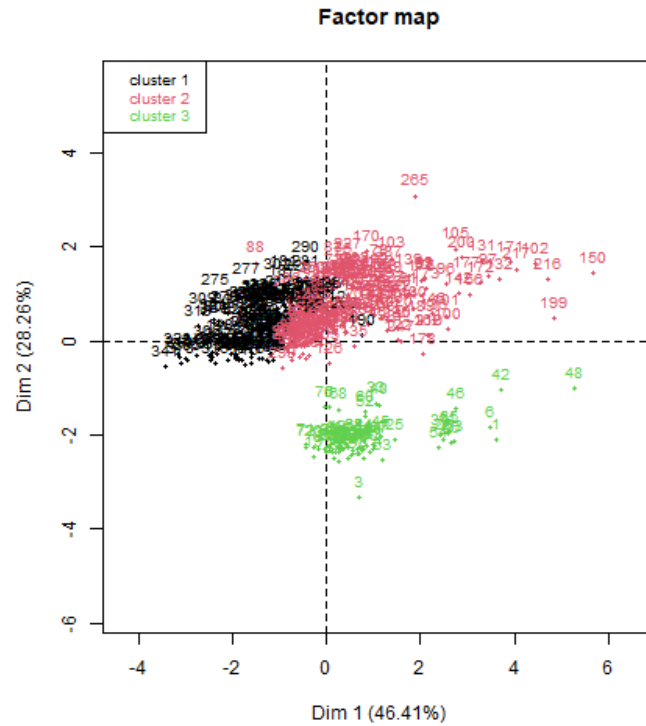


Figure 25. Classification Ascendante Hiérarchique des individus.

Tableau 7. Description des classes par les variables quantitatives.

	Caractère	v. test	Moyenne de la classe	Moyenne de la population	Écart type de la classe	Écart type de la population
Classe 1	N.carpel	4.932231	1.985401	1.664908	1.0107842	0.9505494
	Largeur	-6.106016	18.254161	19.638311	1.4329443	3.3160719
	Longueur	-10.871765	13.313358	16.807836	1.0307777	4.7019806
	Épaisseur	-11.089166	13.030657	14.394011	1.0938689	1.7984905
	Poids	-13.214893	1.758978	2.521108	0.3549613	0.8436532
Classe 2	Largeur	14.424970	22.366294	19.638311	2.6782191	3.3160719
	Épaisseur	9.926189	15.412118	14.394011	1.7317394	1.7984905
	Poids	7.659785	2.889647	2.521108	0.7468041	0.8436532
	Longueur	-3.794625	15.790294	16.807836	1.3793888	4.7019806
Classe 3	Longueur	18.125689	25.859583	16.807836	1.4995865	4.7019806
	Poids	6.473053	3.101111	2.521108	0.6539847	0.8436532
	N.carpel	-3.697069	1.291667	1.664908	0.6959705	0.9505494
	Largeur	-10.810371	15.830972	19.638311	1.1524276	3.3160719

On note que la probabilité critique de notre étude est de 0.05, le tableau 7 nous donne comme informations que les variables étudiées contribuent à chaque classe par leurs pouvoirs discriminant, lorsque dans une classe la valeur v-test d'un paramètre quantitatif est inférieure à (-2), cela signifie que cette classe obtient de faible valeur (moyenne de la classe) pour ce paramètre par rapport à un individu normal (moyenne de la population), le contraire est juste. Le tableau nous montre que :

La classe 1 est composé d'individus partageant :

- De fortes valeurs pour la variable nombre carpelle
- De faible valeur pour les variables poids, épaisseur, longueur, largeur (de la plus extrême a la moins extrême).

La classe 2 est composé d'individus partageant :

- De fortes valeurs pour les variables largeur, épaisseur, poids (de la plus extrême a la moins extrême).
- De faible valeur pour la variable longueur

La classe 3 est composé d'individus partageant :

- De fortes valeurs pour variable longueur et poids (de la plus extrême a la moins extrême).
- De faible valeur pour les variables largeur et nombre de carpelle (de la plus extrême a la moins extrême).

1.5. ANOVA de la population étudiée

1.5.1. ANOVA par rapport la région

On a réalisé une analyse de la variance par rapport des caractères quantitative étudié selon la région, pour voir est ce que la modalité des régions a un effet sur ce dernier.

Tableau 8. ANOVA des caractères morphologiques étudiés par rapport aux régions.

		Nombre	Somme au carré	Moyenne au carré	Valeur de F	Probabilité de F
ncarpel	Région	4	16.7	5.569	6.411	0.000304
	Individus	379	325.7	0.869		
weight	Région	4	44.94	14.98	24.99	0.0058
	Individus	379	224.81	0.60		
width	Région	4	1776	592	92.83	0.0000225
	Individus	379	2392	6.4		
length	Région	4	7342	2447.5	885.2	0.0000225
	Individus	379	1037	2.8		
thickness	Région	4	81.4	27.123	8.887	0.0071
	Individus	379	1144.5	3.052		

➤ Teste Tukey HSD de ncarpel (n de carpelle)

Le Pvalue de l'ANNOVA selon le paramètre nombre de carpelle étai significative, donc on peut vérifier ou existe la différence

Region	P adj
Bechar-Adrar	0.1190526
Mostaganem-Adrar	0.9982618
Tindouf-Adrar	0.0002953
Mostaganem-bechar	0.5657653
Tindouf-bechar	0.7178609
Tindouf-mostaganem	0.1625732

➤ **Teste Tukey HSD de poids (weight)**

Le Pvalue de l'ANNOVA selon le paramètre poids était significative, donc on peut vérifier ou existe la différence

Region	P adj
Bechar-Adrar	0.0000000
Mostaganem-Adrar	0.0611770
Tindouf-adrar	0.0000000
Mostaganem-bechar	0.0081451
Tindouf-bechar	0.0000097
Tindouf-mostaganem	0.9386416

➤ **Teste Tukey HSD de largeur (width)**

Le Pvalue de l'ANNOVA selon le paramètre largeur était significative, donc on peut vérifier ou existe la différence

Region	P adj
Bechar-Adrar	0.0000000
Mostaganem-Adrar	0.0000000
Tindouf-adrar	0.0000000
Mostaganem-bechar	0.0000000
Tindouf-bechar	0.007684
Tindouf-mostaganem	0.0000000

➤ **Teste Tukey HSD de longueur (lenth)**

Le Pvalue de l'ANNOVA selon le paramètre longueur était significative, donc on peut vérifier ou existe la différence

Region	P adj
Bechar-Adrar	0.0000000
Mostaganem-Adrar	0.0000000
Tindouf-adrar	0.0000000
Mostaganem-bechar	0.0820922
Tindouf-bechar	0.0000303
Tindouf-mostaganem	0.9980830

➤ **Teste Tukey HSD d'épaisseur (thickness)**

Le Pvalue de l'ANNOVA selon le paramètre épaisseur était significative, donc on peut vérifier ou existe la différence

Region	P adj
Bechar-Adrar	0.0013819
Mostaganem-Adrar	0.1018716
Tindouf-adrar	0.9967801
Mostaganem-bechar	0.9968047
Tindouf-bechar	0.0000305
Tindouf-mostaganem	0.0496572

L'analyse statistique par l'ANOVA de région a montrée qu'il y avait une différence significative entre les régions par rapport à l'ensemble des caractères des grains de l'arganier. On peut confirmer a partir du teste tuky hsd appliqué qu'il y une différence significative pour le paramètre (nombre de carpelle) dans les régions de Tindouf et Adrar, on remarque aussi qui y une différence significative entre le paramètre (poids et largeur) dans toutes les régions. Également on observe qu'il y une différence significative pour le paramètre (longueur) dans les régions Bechar, Adrar et Tindouf, enfin le paramètre d'épaisseur il y une différence significative dans les deux régions Bechar et Tindouf.

1.5.2. ANOVA par rapport à la forme

On a réalisé une analyse de la variance par rapport des caractères quantitative étudié selon la forme, pour voir est ce que la modalité de forme a un effet sur ce dernier.

Tableau 9. ANOVA des caractères morphologiques étudiés par rapport la forme

		Nombre	Somme au carré	Moyenne au carré	Valeur de F	Probabilité de F
ncarpel	Forme	3	1.80	0.3568	0.391	0.855
	Individus	379	340.7	0.9133		
weight	Forme	3	44.1	8.820	14.58	0.0001046
	Individus	379	225.7	0.605		
	Forme	3	98	19.69	1.805	0.1111

width	Individus	379	4069	10.91		
length	Forme	3	1412	282.33	15.12	0.0000359
	Individus	379	6968	18.68		
thickness	Forme	3	118.7	23.742	7.998	0.0032189
	Individus	379	1107.2	2.968		

Teste de tukey HsD

➤ Test Tukey HSD poids (weight)

Le Pvalue de l'ANNOVA selon le paramètre poids était significative, donc on peut vérifier ou existe la différence

Forme	P adj
Ov-ov	0.0385117
Ov-ov	0.0000000
Ova-ov	0.0003210
r-ov	0.2889277
R-ov	0.3693736
Ov-ov	0.6170348
Ova-ov	0.9830167
r-ov	0.0015253
R-ov	0.9437749
Ova-ov	0.0211380
r-ov	0.0000000
R-ov	0.9995898
r-ova	0.0000070
R-ova	0.8418392
R-r	0.1621086

➤ Teste de Tukey HSD De longueur (lenght)

Le Pvalue de l'ANNOVA selon le paramètre longueur était significative, donc on peut vérifier ou existe la différence

Forme	P adj
ov-ov	0.0160577
ov-ov	0.0000014
ova-ov	0.0000630
r-ov	0.0409065
R-ov	0.6873924
Ov-ov	0.9695198
Ova-ov	0.9706295
r-ov	0.0000641
R-ov	0.9993520
Ova-ov	0.2710727
r-ov	0.0000000
R-ov	1.0000000
r-ova	0.0000000
R-ova	0.9884880
R-r	0.2966304

➤ **Test Tukey HSD De L'épaisseur (thickness)**

Le Pvalue de l'ANNOVA selon le paramètre l'épaisseur était significative, donc on peut vérifier ou existe la différence

forme	P adj
Ov-ov	0.6635794
Ov-ov	0.0000479
Ova-ov	0.1131492
r-ov	0.2271817
R-ov	0.9091492
Ov-ov	0.4658199
Ova-ov	0.9999830
r-ov	0.0842056
R-ov	0.9964064
Ova-ov	0.0563643

r-ov	0.0000005
R-ov	0.9999533
r-ova	0.0013089
R-ova	0.9928460
R-r	0.6650663

L'analyse statistique par l'ANOVA de forme a montrée qu'il y avait une différence significative entre la forme par rapport à l'ensemble des caractères des grains de l'arganier. On peut confirmer a partir du teste tuky hsd appliqué qu'il y une différence significative pour les paramètre suivants (poids, longueur) dans les formes ova,ov,r, on remarque aussi qui y une différence significative entre le paramètre (épaisseur) dans les formes ov et r. également on observe que les paramètre (n. de carpelle, largeur) qui n'existe pas une différenciation significative $Pvalue > 0,05$.

1.5.3. ANOVA par rapport La couleur

on a réalisé une analyse de la variance par rapport des caractères quantitative étudié selon la couleur, pour voir est ce que la modalité des couleurs a un effet sur ce dernier.

Tableau 10. ANOVA des caractères morphologiques étudiés par rapport la couleur

		Nombre	Somme au carré	Moyenne au carré	Valeur de F	Probabilité de F
ncarpel	couleur	3	5.0	2.5205	2.809	0.0615
	Individus	379	337.4	0.8973		
weight	couleur	3	6.75	3.373	4.822	0.00856
	Individus	379	263.01	0.699		
width	couleur	3	268	134.07	12.93	0.00922
	Individus	379	3.899	10.37		
length	couleur	3	14.96	747.9	40.85	0.00000225
	Individus	379	6883	18.3		
thickness	Couleur	3	5.6	2.808	0.865	0.422
	Individus	379	1220.3	3.245		

➤ **Teste Tukey HSD poids (weight)**

Le Pvalue de l'ANNOVA selon le paramètre poids était significative, donc on peut vérifier ou existe la différence

Couleur	P adj
J-F	0.0090425
S-F	0.7959101
S-J	0.4712678

➤ **Test Tukey HSD longueur (length)**

Le Pvalue de l'ANNOVA selon le paramètre longueur était significative, donc on peut vérifier ou existe la différence

Couleur	P adj
J-F	0.0000000
S-F	0.3627754
S-J	0.9684669

➤ **Test Tukey HSD largeur (width)**

Le Pvalue de l'ANNOVA selon le paramètre largeur était significative, donc on peut vérifier ou existe la différence

Couleur	P adj
J-F	0.0000561
S-F	0.0067681
S-J	0.0584780

L'analyse statistique par l'ANOVA de couleur a montrée qu'il y avait une différence significative entre les couleurs par rapport à l'ensemble des caractères des grains de l'arganier. On peut confirmer a partir du teste Tuky hsd appliqué qu'il y une différence significative pour le paramètre (poids, longueur) les couleurs sont foncé et jaunâtre, on remarque aussi qui y une différence significative dans le paramètre (largeur) couleur foncé.

Également on n'observe que les paramètres (n. de carpelle, épaisseur) qui n'existe pas une différenciation significative $Pvalue > 0,05$.

1.6. Distance de Mahalanobise

➤ Distance de mahalanobis de weight

Ce Quartile-Quartile plot de la distance de mahalanobise de la variable weight (poids) nous donne comme information que les graines de l'arganier 150, 48, 216, 102, 171 et 199 ont un poids plus grand par rapport aux autres graines, donc on peut faire une amélioration génétique lorsqu'on cible ces graines, cela dépend des facteurs écologiques comme le climat, sol...ect. Cela peut expliquer le grand rendement en huiles essentielles.

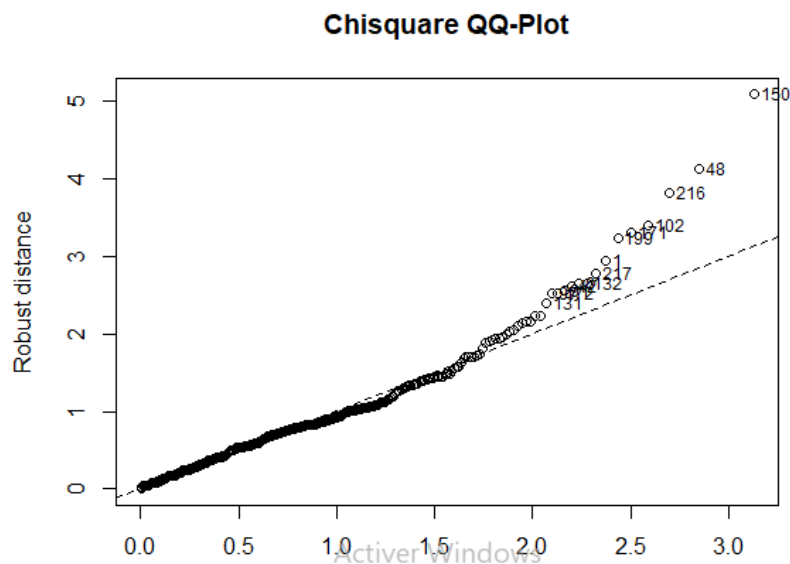


Figure 26. Quartile-Quartile plot de weight

➤ Distance de mahalanobis de length

➤ Ce Quartile-Quartile plot de la distance de mahalanobise de la variable longueur nous donne comme information que les graines de l'arganier tel que 3, 48, 01 et 70 ont une longueur plus grande par rapport aux autres graines, donc on peut faire une amélioration génétique lorsqu'on cible ces graines, cela dépend des facteurs écologiques comme le climat, le sol...ect. Cela peut expliquer le grand rendement en huiles essentielles.

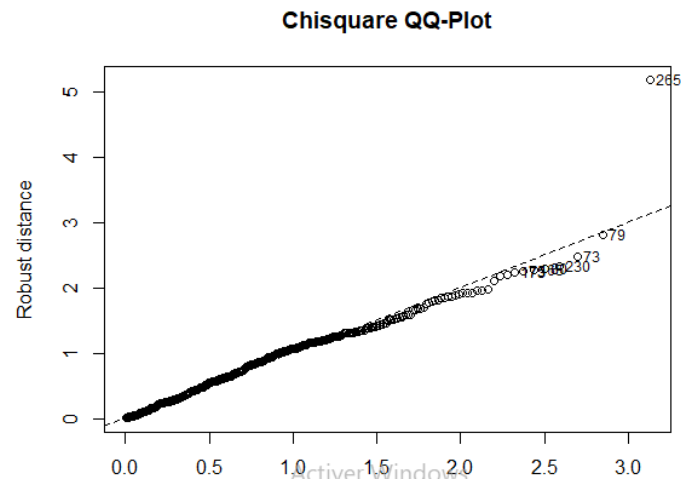


Figure 29. Quartile-Quartile plot de width

2. Rendement d'huile d'argan

Dans notre travail, l'extraction à l'hexane de l'huile d'argan obtenue à partir de l'amande broyée d'*Argania spinosa*, est réalisée par Soxhlet. Le rendement obtenu est de 56,2%. Ce rendement est proche de celui obtenu par (CHARROUF, 1984), pour l'huile d'Argan du Maroc et qui est de 50% à 55%, et il est compris dans l'intervalle de la norme marocaine qui est fixé entre 35% et 55%.

$$R = [21,87/38,90] * 100$$

Alors, le rendement en huile obtenu est $R = 56,2\%$

Conclusion générale

L'arganier est une espèce très rare située dans les zones aride et semi-aride présente des caractéristiques écologiques et physiologiques très importants. Elle est utilisée pour la lutte contre la désertification, et la protection des sols contre l'érosion. Durant notre sortie sur terrain nous constatons une différenciation bien marquée des fruits et des graines. A cet égard, nous signalons que notre travail fait partie du projet de recherche de la doctorante Mlle Bendellaa Hadjer encadrée par M. Kechairi Réda (travail en cours).

Notre travail est basé sur la caractérisation morphométrique des noyaux d'arganier *Agrainia spinosa* (L.) Skeels en fonction de provenance. L'étude avait pour but d'analyser la diversité phénotypique en se basant sur des caractères morphologiques des espèces collectées dans les wilayas de Tindouf, Adrar, Bechar et Mostaganem a montré qu'il existe une diversité très importante entre les régions.

Les résultats obtenus ont montré qu'il existe une diversité élevée au niveau des caractères morphométrique telle que la longueur, la largeur, l'épaisseur, poids, n. de carpelles couleur, forme et la région.

Les résultats de l'analyse des correspondances principale (ACP) ont conclu qu'il y a trois dimensions de paramètres corrélés positivement sont (longueur, largeur, épaisseur et poids) mis à part le caractère nombre de carpelle.

La classification hiérarchique (CAH) nous a trouvés trois classes : classe 1 de forte valeur nombre de carpelle, et de faible valeur poids, épaisseur et largeur classe 2 de forte valeur largeur, épaisseur et poids et de faible valeur longueur classe 3 de fortes valeurs longueur et poids et de faible valeur largeur et nombre de carpelle.

ANNOVA a montré qu'il existe des différences significatives entre les quatre **régions** pour tous les paramètres ($p < 0,05$), aussi selon la **couleur** Il existe des différences significatives entre les paramètres poids, longueur, largeur, ($p < 0,05$), autant par rapport à la forme Il existe des différences significatives entre les trois paramètres (poids, longueur, épaisseur) ($p < 0,05$) donc il y a un effet sur ces caractères morphométrique du grain de l'arganier.

Le rendement d'extraction de l'huile par solvant obtenue dans ce travail est de 56,2% ce qui correspond à celle de la norme marocaine et à ceux des travaux de la même région de Tindouf.

En perspective, la suite logique de ce travail serait d'augmenter le nombre d'échantillons afin d'étudier la variabilité intra-population. Nous viserons aussi d'augmenter le nombre de paramètres quantitatifs en fonction des écotypes.

L'évaluation du rendement et l'analyse physico-chimique de l'huile d'argan en fonction des provenances de divers étages bioclimatiques seraient nécessaires pour ressortir les potentialités de production et de la sélection, et de l'amélioration génétique de cette espèce.

Références Bibliographiques

- Alaoui K, 2009. L'arganier ou la richesse d'un patrimoine, *Phytothérapie*, 7(3), 150-156.
- Alexandre S, 1985. La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes, techniques agricole et production méditerranéennes, G.P. Maisonneuve & Larose (Ed).
- Amouroux J.M, 1978. Influence actuelle de la végétation sur trois substrats de la forêt d'Amine (Vallé du Sous, Maroc). Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille III, Francia.
- B.E.N.D.R, 2002. Etude de la préservation et de la valorisation de l'espèce cameline au niveau de la wilaya de Tindouf, Phase 2. Analyse de la situation actuelle de l'élevage camelin, Rapport provisoire. D.S.A. Tindouf.
- Bamouh A, 2002. Bulletin réalisé à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassen II, Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA. Instituts, Rabat, Maroc.
- Bani Aameur F, 2002. *Argania spinosa* (L) Skeels flowering phenology, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49(1), 11-19.
- Bani-Aameur F et Benlahbil S, 1999. Flowering and fruiting periods of argan (*Argania spinosa* (L. Skeels)). Conférence on Plant Taxonomy, Lisbon 16-19 September 1999: 25.
- Bani-Aameur F, 2000, Phenological phases of *Argania spinosa* (L. Skeels) flower. *Forest Genetics*, 7(4), 333-338.
- Bani-Aameur F, Ferradous A, Dupuis P, 1999. Typology of *Argania spinosa* (Sapotaceae) fruits and stones. *Forest Genetics* 6 (1), 213-219.
- Bani-Aameur F; Louali L et Dupuis P, 1998. Maturation et chute des fruits de l'arganier. Actes inst. Agron.Vétér. Hassan II, 18, 136-144.
- Battino, 1929. Recherches sur l'huile et sur quelques autres produits de l'arganier. Librairie le Français, Paris.
- Charrouf M. 1984. Contribution a l'étude chimique de l'huile d'*Argania spinosa* (L) (sapotaceae). Thèse sciences University of Perpignan.
- Charrouf Z, El Kabouss A, Nouaim R, Bensouda Y. et Yaméogo R. 1997. Étude de la composition chimique de l'huile d'argan en fonction de son mode d'extraction. *Al Biruniya* 13:35-39.
- Charrouf Z, Pumareda L, Henry F, Pauly G, Flaconne G. 2006. Valorisation des feuilles d'arganier: impact environnemental. *Bois et Forêts des Tropique*, 287(1)35-44.
- Choe E, Min DB. 2006. Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 5(4) 464-469.
- Drissi A, Bennani H, Giton F, Charrouf Z, Fiet J, Adlouni A. 2006. Tocopherols and saponins derived from *Argania spinosa* exert an antiproliferative effect on human prostate cancer. *Cancer Investigation*; 24: 588-592.

Emberger L. 1938. Aperçu sur la végétation du Maroc. Commentaire de la carte phytogéographique du Maroc, institut scientifique chérifien, Rabat.

ملخص

الغرض من هذه الدراسة هو تقييم القياسات الحيوية لنواة الأركان *Argania spinosa* (L.) Skeels بحسب مصادرها : ادرار و مستغانم و بشار و تندوف، لهذا الغرض تم قياس المتغيرات الكمية ، الطول والعرض والسماكة والوزن والمتغير النوعي عدد الفصوص الملتحمة لمجموعه 379 نويًا تمت معاينتها. وقد أتاح لنا تحليل التباين ANOVA1 الحصول على ثلاث مجموعات. لذلك كان التباين البيومتري ملحوظًا من خلال التحليل الإحصائي الذي تم إجراؤه. من ناحية أخرى، يبدو أن التنوع بين جهات المصادر و حتى داخلهما مهم للغاية. تم إجراء اختبار استخراج النفط في المختبر للحصول على محصول زيت ارغان يتجاوز 56.2%.

الكلمات الرئيسية: شجرة أرغان، القياسات الحيوية، المصدر، استخراج الزيت، الجزائر.

Résumé

Cette étude a pour objet d'évaluer la biométrie des noyaux d'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels en fonctions des provenances : Adrar, Mostaganem, Béchar et Tindouf. Pour ce fait, les variables quantitatives, la longueur, la largeur, l'épaisseur et le poids et la variable qualitative: le nombre de carpelles ont été mesurées pour un ensemble 379 noyaux échantillonnés. L'analyse de la variance ANOVA1 nous a permis d'obtenir trois clusters. Alors, la variabilité biométrique s'est révélée remarquable à travers l'analyse statistique effectuée. En revanche, la diversité inter population et intra population apparaît très importante. Un essai d'extraction d'huile a été effectué au laboratoire pour avoir le rendement en huile qu'il dépasse 56,2%.

Mots clés : Arganier, Biométrie, provenance, extraction de l'huile, Algérie.

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the biometrics of argan kernels *Argania spinosa* (L.) Skeels in function of the provenances: Adrar, Mostaganem, Bechar and Tindouf. For this purpose, the quantitative variables, length, width, thickness and weight, and qualitative variable: number of carpels was measured for a total of 379 cores sampled. Analysis of the ANOVA1 variance allowed us to obtain three clusters. So the biometric variability was remarkable through the statistical analysis that was done. On the other hand, inter- and intra-population diversity appears to be very important. An oil extraction test was carried out in the laboratory to obtain an oil yield exceeding 56.2%.

Keywords: Argan tree, Biometrics, origin, oil extraction, Algeria.