

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 Belkaïd – Tlemcen –
Faculté SNV/STU
Département d'Ecologie et Environnement



MEMOIRE

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

En : EGOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Spécialité : Écologie végétale et environnement

Par : Mlle YOUSSEFI Khawla

Thème

**Variabilité biométrique des noyaux d'arganier *Argania spinosa* L.
Skeels d'oued El-Ma (réserve naturelle de l'arganeraie - Tindouf)**

Soutenu publiquement, le 04 / 07 / 2023, devant le jury composé de :

Président	M. ABOURA Réda	Pr.	Université de Tlemcen
Encadrant	M. KECHAIRI Réda	MCA	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mme MEDJATI Nadjet	MCB	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2022 / 2023

Remerciements

* Je remercie *Allah* tout puissant de m'avoir donné la force et la santé afin d'accomplir ce modeste travail.

* Au terme de ce travail je remercie très sincèrement M. *KECHAIRI Réda* d'avoir accepté de diriger mon mémoire et son aide appréciable, de précieux conseils, et sa disponibilité.

* Je tiens à remercier tous les enseignants qui nous ont enseigné tout au long du parcours pédagogique de notre cursus universitaire, et particulièrement ceux qui ont participé à notre spécialité, et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

* Ma très vifs remerciement vont spécialement aux les membres de jury M. *ABOURA Réda* et Mm *MEDJATI Nadjet*, qui m'ont fait l'honneur d'examiner ma travail.

Dédicace

- ✓ Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes que je porte dans mon cœur.
- ✓ A mon très très chère père Yahia qui ma beau coup aidé durant toutes mes étude.
- ✓ A ma très très chère mère Kheira pour son amour et son soutient et pour son affection débordante.
- ✓ A mes deux frères : Mohamed et Ahmed.
- ✓ A mes sœurs : Fatima, Amina, Asma, Meriem.
- ✓ Je dédie également ce travail à mes amies tous celles que j'ai connus de près ou de loin.
- ✓ A tous mes amies de promotion d'Écologie.

Liste des abréviations

m : Mètre ;

C° : Degré Celsius ;

% : Pourcentage ;

Kg : Kilogramme ;

HA : Hectare ;

KM : kilomètre ;

UF : Unités fourragères ;

KM² : kilomètre carrés ;

mm : Millimètre ;

JR : Jour ;

h : Heure.

Liste des figures

Figure 1: Aire de la répartition naturelle de l'arganaie de Tindouf (Kechairi, 2018).....	4
Figure 2: Types du tronc de l'arganier: Tronc entrelacé d'écorce lisse (a) ; tronc Ardif en dépérissement (b) ; coupe sur tronc d'écorce écailleux (c) ; gros tronc Ardif enlacé (d). (Kechairi, 2018)	5
Figure 3: Les différents types de ramification de l'arganier (Kechairi, 2018).....	6
Figure 4: Noyaux d'arganier.....	6
Figure 5: Composition florale et boutons floraux avec styles apparents (Kechairi, 2018)..	7
Figure 6: Huile d'arganier.....	8
Figure 7: Situation de Tindouf dans le Climagramme pluviométrique d'EMBERGER	14
Figure 8: Diagramme Ombrothermique de BAGNOULIS et GAUSSEN.....	15
Figure 9: Matériel végétale.....	17
Figure 10: (A : Pied à coulisse ; B : Balance de précision).....	18
Figure 11: Mesure biométrique des graines (largeur, longueur, épaisseur).....	18
Figure 12: Mesure de poids des graines.....	18
Figure 13: Matériel en verre.....	19
Figure 14: Matériel chimique.....	20
Figure 15: Matériel complémentaire.....	20
Figure 16: Schéma représenté les différents prétraitements sur les graines d' <i>Argania spinosa</i> (L.) Skeel pour la germination.....	21
Figure 17: Les formes des graines de l'arganier qu'on a trouvé	25
Figure 18: Les différents couleurs des grains (A : marron ; B : jaunâtre ; C : pale).....	25
Figure 19 : Nombre des carpelles par graine (A: 1 carpelle; B: 2 carpelles; C: 3carpelles; D: carpelles).....	25
Figure 20 : Taux cumulé de germination.....	27
Figure 21 : Cinétique de Taux cumulé moyenne de germination sous l'effet des différents prétraitements en fonction du temps (jour).....	

Liste des tableaux

Tableau 1: Classification botanique de l'arganier.....	3
Tableau 2: Principaux insectes ravageurs d'arganier (Rungs, 1950).....	10
Tableau 3: les moyennes mensuelles des éléments climatiques de la station de Tindouf (1990- 2005).....	13
Tableau 4 : Classement en fonction de l'indice d'Aridité De Martonne.....	13
Tableau 5: la moyenne, écart type, minimum, maximum et la médiane des 5 caractères quantitatifs étudiés de la population.....	23
Tableau 6: la moyenne, écart type, des 4 caractères quantitatifs étudiés de la population par écotype.....	24
Tableau 7: Caractéristiques germinatives des graines de l'arganier.....	27

Introduction Générale

L'arganier *Argania spinosa* L. Skeels, essence ligneuse, endémique en Afrique Nord-Occidentale. Il a une forme très similaire du chêne vert et de l'olivier. Il est une espèce pérenne polyvalente (Ehrig, 1974 ; Prendergast et Walker, 1992). Toutes les parties de l'arbre peuvent être utilisées. Il pousse bien dans les régions arides et désertiques aux alentours de son aire naturelle de répartition (Kechairi, 2018). Il se trouve à l'état naturel au nord-ouest de la wilaya de Tindouf sur la Hamada du Drâa, s'étend sur une superficie qui dépasse 50600 hectares, en trois entités hydrographiques : Touraf Bou-âam (qui contient oued El-Ma et ces influents et à l'embouchure où se trouve la réserve naturelle de l'arganeraie de Tindouf ; ainsi que les deux localités Merkala et Targant (Kechairi, 2009 et 2018 ; Kechairi et Abdoun, 2016).

L'espèce est introduite également par semis dans la région nord-occidentale de l'Algérie à Sidia (Mostaganem), Ténès (Chlef), à Mansourah, Maghnia et Zenata (Tlemcen) et à Ogazz, chef-lieu à la station d'épuration des eaux usées de Kouaeir (Mascara). Également au Sahara à Adrar, Beskra, Béchar et Timimoun (Kechairi *et al.*, 2019 ; Ould Safi *et al.*, 2023) et à Tamanrasset. Au monde, par exemple, il y a une introduction de l'espèce à Tunisie (Louati, 2019), et au sud-est de l'Italie. Il est subspontané à l'Espagne (Bellefontaine, 2010 ; Labarca-Rojas *et al.*, 2022, 2023), et dans quelques pays du golfe Arabe (Kechairi, 2018).

L'arganier est une structure pré-steppique qui s'intégrant dans l'étage de végétation infra-méditerranéenne (Benabid et Fennane, 1994 ; Kechairi, 2019). Selon Pumareda *et al.* (2006), il se trouve dans les zones arides soumises à une forte pression anthropique, a coté d'elle, une couche herbacée se forme et contribue à stabiliser les cours d'eau en périphérie des oueds, offrant ainsi des espaces propices à la faune sauvage (Kechairi, 2018). Il a un rôle environnemental prépondérant et important (Le Houerou, 1989), puisqu'il fournit un climat vital qui favorise le développement de nombreuses plantes qui protègent le sol contre l'érosion, en particulier dans les zones au relief difficile (Achour *et al.*, 2011).

Notre travail s'articule, d'un côté, sur l'étude de la morphométrie des noyaux d'arganier d'oued El-Ma de la réserve naturelle d'arganeraie de Tindouf, qui sert à démontrer le polymorphisme remarquable constaté à Oued El Ma, le principal oued de sous bassin versant de Touaref Bou-aâm. D'autre côté, un essai de germination à travers quelques prétraitements a été effectué au laboratoire.

Pour cela, notre manuscrit est constitué en quatre chapitres :

- Un premier chapitre expose une synthèse bibliographique sur l'espèce ;
- La présentation de la région de la provenance fait l'objet du deuxième chapitre ;
- Un troisième chapitre est consacré aux approches méthodologiques ;
- Un quatrième chapitre présente les résultats et discussion.

Chapitre I:

Synthèse bibliographique

1. Historique

L'arganier est connu et bien utilisé par l'homme depuis les phéniciens au Xe siècle. L'huile qu'il produisait aurait peut être utilisé dans les comptoirs côtiers installés ; Il y avait peut-être lien entre la côte du Maroc et les îles Canaries, il s'étendrait sur une large surface sur le littoral atlantique marocain. (Broussaud-le strat, 2004 ; Kenny et de Zborowski, 2007).

Les première informations sur l'arganier ont été obtenues par des géographes et médecins arabes voyageant à travers le Maghreb. Le médecin égyptien Ibn-Al-Baytar dans son article intitulé « traite des simple l'arbre et la technique d'extraction de huile parles autochtones (Benzayan, 1995). Hassan El-Wazam (1515), dit Léon l'Africain a évoqué l'existence d'arbre épineux produisent un fruit dénommé « Argan » à partir duquel on extrait une huile servant pour l'alimentation et l'éclairage (Benzyane, 1995).

2. Classification biologique et Description botanique

Morton et Voss (1987), dit qu'*Argania spinosa* s'appelait auparavant *Sidéroxylon spinosum*. Il considéré comme le seul représentant du genre « *Argan* » (Fennane et Tattou, 2008), de la famille botanique des Sapotacées. Il y a une certaine ressemblance entre l'arganier et l'olivier dans les vastes régions du sud marocain. C'est le plus représentatif de la partie nord de sa famille botanique « Sapotacées ». Sa gamme pose le problème est que l'arganier est séparé par des milliers de kilomètre du reste de sa famille élargie (Lewalle, 1991).

2.1. Systématique

Tableau 1. Classification botanique de l'arganier

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiosperme
classe	Dicotylédones
Sous-classe	Gamopétales
Série	Superovariées pentacycliques
Ordre	Ebénale
Famille	Sapotacées
Genre	<i>Argania</i>
Espèce	<i>Argania spinosa</i> L. Skeels
Nom vernaculaire	Argane, Erguène, ارقان, Amandier de Berbère.

3. Aire de répartition naturelle de l'arganier

L'arganier est un arbre endémique Algéro-marocain (Peltier, 1983). L'aire globale de l'arganier en Afrique nord-occidentale avec ses extensions naturelles hors le contexte Souss-Massa-Drâa au Maroc. Les îlots dispersés aux alentours de deux versants d'oued Draa avec les extrêmes limites orientales de la région de Tindouf en Algérie, et celle de la limite méridionale au Saguiat El-Hamra, témoignent l'ancienne répartition de l'espèce à l'intérieur et au sud subtropical au continent africain. L'aire de distribution globale de l'arganier se situe entre 27°N et 32°N du nord latitudinal et entre 8°W et 13°W de l'ouest longitudinal (Kechairi et Abdoun, 2016).

D'après Kechairi (2009, 2018 ; Kechairi et Abdoun, 2016), l'arganier est situé au nord-ouest de la wilaya de Tindouf (nord-ouest algérien). L'aire de répartition de l'arganier de Tindouf a été délimitée sur des entités hydrographiques des sous-bassins versants : Touaref Bouâam, Merkala et Targant. Il est rencontré entre 254 et 634m d'altitude. Sa superficie est de 50.670 ha (Figure 1).

L'arganeraie de Tindouf est considérée comme relique dégradé. Elle est menacée par les actions anthropiques et le changement climatique (Baumer et Zeraia, 1999; Benkheira, 2009; Kechairi, 2009, 2018; Kechbar *et al.*, 2013).

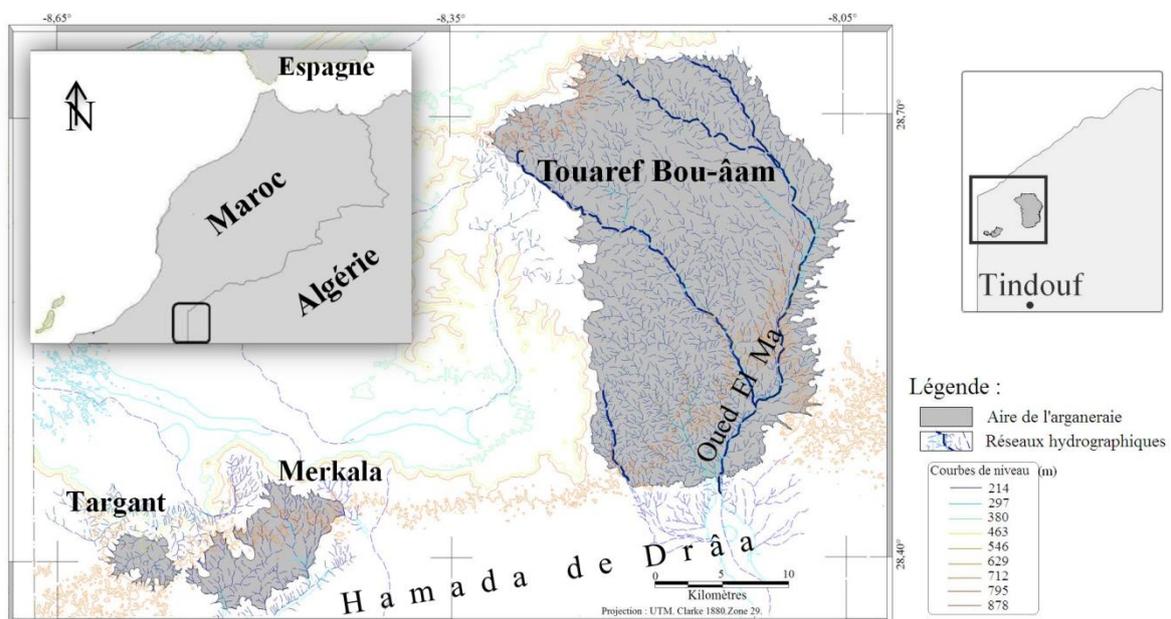


Figure 1. Aire de répartition de l'arganeraie de Tindouf (Kechairi, 2018).

4. Description morphologique

L'arganier, est une essence épineuse Oléo-agro-sylvo-pastorale, sa hauteur moyenne est de 4m et peut atteindre 10m (Kechairi, 2018, 2019). Dans la région de Tindouf, il est observé généralement sous forme des buissons denses très épineux (Kechairi, 2021).

4.1. Tronc et bois

L'arganier a un porte dressé ou pleureur avec un tronc court, environ 2m de hauteur (Morton et Voss, 1987). D'après, le tronc est tordu et même souvent multiple, constitué de plusieurs tiges entrelacées (Agouzzl, 2019 ; Kechairi, 2019). Il prend l'aspect majestueux d'un chêne et d'un olivier. Le tronc de cet arbre est de couleur brunâtre à l'âge juvénile et grisâtre à l'âge adulte, est très vigoureux et court (Kenny, 2007) (Figure 2). L'arbre de l'arganier caractérisé par un bois dure et très compact, elle à un varié densité entre 0,9 et 1, connu sous le nom de bois de fer, il peut être utilisé comme bois de chauffage (Jaccard, 1926 ; Nouaïm *et al.*, 1991).

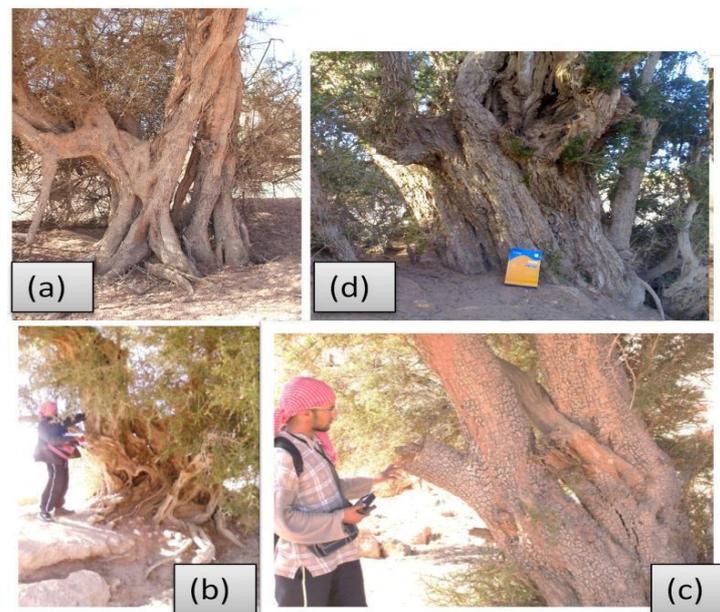


Figure 2. Types du tronc de l'arganier: Tronc entrelacé d'écorce lisse (a) ; tronc Ardif en dépérissement (b) ; coupe sur tronc d'écorce écailleux (c) ; gros tronc Ardif enlacé (d). (Kechairi, 2019).

4.2. Feuilles

Les feuilles de l'arganier sont petites, coriaces et ont une surface vert foncé réduite. Elles sont alternes, souvent en faisceaux, lancéolées ou La spatule se rétrécit imperceptiblement en un pétiole plus ou moins prononcé, avec Nervure médiane très proéminente et nervures latérales

très fines et ramifiées (Radi, 2003). Les feuilles de cette plante sont presque persistantes. Cependant, durant les sécheresses prolongées l'espèce peut avoir perdu tout ou partie de ses feuilles (M'hirit *et al.*, 1998).

4.3. Rameaux et épines

L'arbre de l'arganier est épineux et contient une ramification très dense (Body, 1950 ; Kechairi, 2009). Selon Zahidi *et al.* (1995), l'arganier est caractérisé par variabilité morphologique des rameaux intermédiaires, lesquels : le type très épineux et très ramifié, le type inerme peu ramifié, le type épineux ramifié, le type épineux peu ramifié et le type moins épineux peu ramifié. Un type autre épineux très feuillu est observé à un endroit inaccessible à Targant (Figure 3).

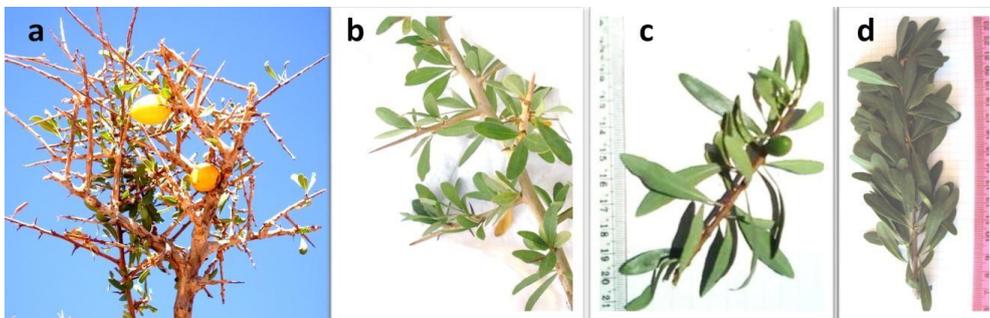


Figure 3. Les différents types de ramification de l'arganier (Kechairi, 2018).

4.4. Fruits

D'après Kenny (2007), les fruits de l'arganier sont comme une baie divisée à un ou quelques amandons encapsulé par un cartilage ligneux (épicarpe), un mésocarpe et un endocarpe. En outre, il a une graine unique (monosperme) (Figure 4), ovale, glabre, qui contient une graine à une épaisse coque, lisse et dure, avait une amande blanche à l'intérieure, très riche en huile (Gentil, 1906). Metro (1952) a identifié quatre formes de fruit de l'arganier qui sont : ovale, sphérique, ovale-apiculée et fusiforme.



Figure 4. Noyaux d'arganier (originale).

4.5. Fleur

L'arganier est une espèce monoïque à fleur pentamère hermaphrodite (Boudy, 1952). Le calice et la corolle gamopétale à lobes imbriqués 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 axiales, surmontées 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 5. Composition florale et boutons floraux avec styles apparents (Kechairi, 2018).

4.6. Système racinaire

L'arganier est bien caractérisé par des racines profondes, pas de poils absorbants, il bénéficie de la symbiose avec différents types de champignons (Benkheira, 2009). Son système racinaire permet la récupération des eaux profondes, il lui rendant ainsi adapté aux climats semi-arides et arides. Elles pénètrent à 30m de profondeur (Mokhtari, 2002). Ces racines peuvent également donner à l'arganier la capacité de s'adapter et de coexister avec des températures élevées, pouvant atteindre jusqu'à 50°C, ainsi que, de préserver le sol et sa fertilité et le protège contre l'érosion hydrique et éolienne qui provoque la désertification (Badreddine, 2016).

4.3.2. Huile d'arganier

L'arganier est d'une grande importance en raison de sa production de fruits contenant des amandes riches en huile précieuse, qui représente 50% de son poids (Rahmmani, 1992). Cette huile est produite toute l'année en cas de besoin car elle ne se stocke pas, mais les productions restent faible si bien que 3 litre peuvent être obtenus à partir de 100 kg de fruits sec (Benchakroun *et al.*, 1989). Elle n'est pas seulement destinée à la consommation, mais

elle est également utilisée comme produit cosmétique le plus chères dans le monde, ainsi que comme produit médicale (Bamouh, 2009). En raison de sa haute qualité, l'huile d'argan est une source importante d'acides gras dans l'alimentation berbère, en particulier dans la région de sud-ouest du Maroc (El Mousadik et Petit, 1996). Ce dernier, produit annuellement près de 4000 tonnes d'huile d'argan (Marfil *et al.*, 2008).

En Algérie, jour après jour, la demande pour ce précieux produit augmente (Figure 6), mais malheureusement, il est commercialisé de manière incontrôlée. Cette commercialisation est effectuée à travers les marchés informels dans tout le pays, à des prix variant entre 17000 et 22000 DZ (100 à 130 €), (Kechairi et Redjem-Khodja, 2021).



Figure 6. Huile d'Argan (originale).

5. Écologie de l'arganier

5.1. Facteur édaphique

L'arganier a un rôle important et très efficace en équilibre écologique des écosystèmes fragilisés par la désertification (Bakry, 2015 ; Kechairi, 2019). Il protège le sol de l'érosion due aux fortes pluies, et étant capables de résister à la sécheresse, ils aident le sol à maintenir sa fertilité (Charrouf et Guiliaume, 1999). C'est un arbre qui s'adapte à tous types de sol aride, salins, profonds, superficiels, calcaires ou siliceux. Il est un arbre qui joue un rôle central dans l'équilibre écologique régional (Bakry, 2015).

5.2. Facteur climatique

5.2.1. Température

L'arganier peut s'adapter aux températures élevées qui peuvent dépasser 50°C, ce qui en fait un arbre xérothermophile (Nouaima *et al.*, 1991 ; Kechairi *et al.*, 2018). Les températures minimales supportées au mois les plus froids sont oscillantes entre 4 et 7°C (Mhirit *et al.*, 1998 ; Ould Safi *et al.*, 2023).

5.2.2. Pluviométrie

L'espèce préfère environ de 100mm de pluie à l'automne (Ferradous *et al.*, 1996). La quantité minimale de précipitation requise pour sa croissance est de 120mm par an, il résiste à la sécheresse selon des stratégies appropriées ; réserve d'eau en bois, réduire l'évaporation en perdant ses feuilles et l'acquisition de longues racines radicale (Nouima et Chaussed, 1993).

5.3. L'altitude

Au Maroc, l'arganier pousse à une altitude de 1500m du niveau de la mer sur les versants sud, quant aux versants nord des montagnes, ils poussent jusqu'à 700m (Djied, 2017). Dans la région de l'arganeraie de Tindouf, il se trouve entre 254 et 634m d'altitude (Kechairi, 2009).

5.4. Polymorphisme des graines d'arganier

Certains auteurs comme ont révélé chez l'arganier possède un polymorphisme remarquable à cause de la variabilité de la forme des noyaux (Emberger, 1938 ; Boudy, 1950 ; Rieuf, 1962 ; Thierry, 1987 ; Kechairi, 2018).

6. Intérêt et usages de l'arganier

L'intérêt de l'arganier est multiple, notamment socio-économique et écologique. En raison de sa capacité à s'adapter et à résister à de nombreux défis climatique, à l'aide de son système racinaire puissant, l'arganier agit très efficacement pour réduire l'érosion et la désertification (Alifriqui, 2004). Alors, toutes parties de l'arbre peuvent être utilisées. Il est considéré comme un fourrage particulier des chèvres dans les régions arides (Sandert, 1957). Le résidu résultant de l'extraction de l'huile des graines est exploité comme complément énergétique pour l'alimentation et l'engraissement du bétail (Charouf, 1991).

D'après TARRIER et Benzyane (2003), la production pastorale de l'arganier est en moyenne de 200 UF/ha par an, soit environ de 174 millions unités fourragères, ce qui équivaut à 1.740.000 quintaux d'orge, cette production peut couvrir 40% des besoins du cheptel dont le nombre atteint 1,5 million de têtes (65% de caprins).

7. Mode de régénération

L'arganier peut être régénérée par graines ou bourgeon et il peut être multiplié par bouturage et greffage, mais la régénération naturelle par semis est rare du fait de la récolte régulière des graines par la population utilisatrice (Boudy, 1950), et aussi du fait du bétail qui consomme et

réprime ses jeunes semis (Chaussod et Nouaim, 1993). La solution donc, c'est de promouvoir la multiplication artificielle, comme la cas de la propagation *in vitro* des plants d'arganier à partir de plantes mères, cette technique a donc permis d'obtenir un grand nombre de plantes génétiquement contrôlées (Magin, 1990).

8. Les ennemies

8.1. Les Maladies

Les maladies cryptogamiques n'ont jusqu'à présent pas été trouvée chez l'arganier (Mhirite *et al.*, 1998), à l'exception de certains lichen qui peuvent pousser sur les troncs (Ould Safi *et al.*, 2015).

8.2. Les insectes ravageurs

L'arganier est menacé par diverses attaques de nombreux insectes ravageurs. Parmi lesquels, ceux qui sont inventoriés par Rungs (1950), illustrés dans le tableau 2.

Tableau 2. Principaux insectes ravageurs d'arganier (Rungs, 1950).

Insecte ravageur	Ordre	Dégâts engendrés
Le criquet : <i>Schistocera gregaria</i> Forsk.	Orthoptère	Dégradation de jeune pousse.
<i>Sinoxylon ceratoniae</i> L.	Coléoptère	Xylophage dégradant les troncs fraîchement coupé
<i>Xylomedes coronata</i> Mars.	Coléoptère	Xylophage dégradant le bois coupé.
<i>Pinechora fasciata</i> Steph.	Coléoptère	Xylophage dégradant le bois mort.
<i>Bolivarta oculata</i> Esc.	Coléoptère	Xylophage dégradant les différents types de bois.
La mouche des fruits d'arganier	Diptère	S'attaque aux fruits.
Les cochenilles	Homoptère	Dégradation du feuillage

8.3. Les Mammifères

Certains rongeurs, comme l'écureuil sauvage *Atlantoxerus gentulus* (de la famille *Sciuridae*) endémique du Maroc et de l'Ouest Algérien. Le rat peut causer des dégâts en mangeant des graines ou des amandes (Nasri, 2014).

9. Cadre législatif de la « réserve naturelle d'arganier de Tindouf »

Les autorités de la wilaya de Tindouf aient pris des mesures pour protéger notre patrimoine arganeraie par :

L'Arrêté n°: 04/96 du 12/06/2004 relatif à la protection d'espèce végétale d'arganier dans la Wilaya de Tindouf. Le Wali de la Wilaya de Tindouf a pris une décision en collaboration avec le conservateur des forêts, cette décision indique les articles suivants :

- Art. n°1, Interdiction de la détérioration, déformation ou ablation de l'arbre dans les zones suivantes : Oued El-Ma et Oued El-Ghahouane ;
- Art. n°2, Interdiction de pâturage, de la carbonisation, et la cueillette des fruits sans autorisation préliminaire de la conservation des forêts de la wilaya de Tindouf
- Art. n°3, Toutes les infractions qui portent atteintes à l'arganier exposent son auteur à des poursuites judiciaires ;
- Art. n°4, les autorités locales, les élus, la gendarmerie nationale, sont chargés de l'application de cet arrêté.

Selon Ducont (2006), la protection des réserves naturelles est importante pour préserver les patrimoines naturels remarquables et menacés.

Chapitre II :

Présentation de la région d'étude

1. Région d'étude

La wilaya de Tindouf a une place géopolitique au sud-ouest de l'Algérie. Elle est limitée Au nord se trouve le Maroc, au nord-est se trouve wilaya de Béchar, à l'ouest du territoire Sahara occidental, à l'est de la wilaya Adrar, au sud, Mauritanie.

Notre site de la provenance s'appel « Oued El-Ma », un lit oued sec situe à 90Km au nord de la wilaya de Tindouf, loin de l'environ de 200 km de l'océan Atlantique (Kechairi, 2009), où se trouve la réserve naturelle de l'arganeraie de Tindouf au nord de la wilaya de Tindouf Nord-Occidental Algérien.

L'arganier de Tindouf est situé au sud de Djebel d'Ouarkiz dans la Hamada de Drâa. Il est situé dans les lits d'oueds de trois entités hydrographiques : Le plus remarquable est plus grand c'est celui de sous bassin versant de Touaref Bou-âam qui contient oued El-Ma, Oued El Gahouene, Oued Bouyadhine, et les deux autres entités sont Merkala et Targant (Kechairi, 2009 ; Kechairi et Abdoun, 2016 ; Kechairi, 2018).

2. Milieu physique

L'arganier de Tindouf se trouve dans les lits d'oueds secs de la hamada de Drâa. Celle-ci, fait partie du complexe désertique, où la surface est plane et contient parfois quelques ondulations.

3. Pédologie

Des études pédologiques dans la région de Tindouf ont montré que les sols appartiennent à Sable à pH élevé et faible salinité (Ould Safi, 2014). D'après Kechairi (2009), la texture du sol de l'arganeraie de Tindouf est composé d'une proportion fractionnaire constituée de : (4,1% à 20,7%) d'argile, (0,7 à 13%) de limon fine, (0,5 à 5,3%) de limon grossier, (15% à 57,4%) de sable fin, (29,3 à 62,5%) de sable grossier. Quant aux matières organiques, elles sont quasi inexistantes et salées. En revanche, le taux total de calcaire est moyen en général, contrairement sur le lit d'oued, dont le taux est relativement fort.

4. Cadre climatique

Une étude écologique complète doit se faire part à une étude de tous les paramètres climatiques de la zone étudiée. En effet, les paramètres du climat sont d'une importance capitale en matière d'écologie car ils conditionnent la répartition de végétation dans le milieu naturel (Aka Coutoua, 2006).

Le climat du Sahara a été étudié en globalité par Dubief (1959, 1963). Dans la présente étude, nous avons utilisés les données climatiques des périodes (1990-2005) de l'ONM (office nationale de Météorologie) pour la station de Tindouf (Aérodrome). Cette station est située à une distance de 90km au Sud de la réserve naturelle d'arganeraie, en raison de l'absence d'une station météorologique dans notre région de provenance.

Tableau 3. Les moyennes mensuelles des éléments climatiques de la station de Tindouf (1990- 2005).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy. annuelle
P (mm) Moy.	1,25	9,35	2,2	1	1,35	0,7	2,05	2,25	2,15	15,5	2,45	4,5	44,3
T(C°) Moy.	13,3	15,8	19,9	22	24,8	29,9	34,1	33,7	29,95	24,75	18,3	14,3	13,3
HR (%)	45,0	40,3	35,8	37,9	36,5	31,2	23,0	25,8	31,5	38,4	44,7	50,3	36,71
Vent(m/ s) (1990-2000)	3,5	3,5	4,3	5,4	5,3	5,3	4,3	4,5	4,3	3,7	3,1	3,1	4,19

Source: O.N.M. station de Tindouf

5. Synthèse climatique

Plusieurs travaux comme ceux de Bagnouls et Gaussen (1953); Emberger (1955); Daget (1977), ont essayé de décrire le climat méditerranéen, on mettant en place des classifications sur la base des paramètres climatiques. Dans cette étude, nous avons utilisé les travaux d'Emberger (1955), qui sont avérés pratique et applicable pour la région méditerranéenne. Ces travaux reposent sur deux paramètres qualifiables (température et précipitation) qui sont très importants dans l'écologie des êtres vivants et surtout la végétation (Kechairi, 2009).

5.1. L'indice d'aridité de DEMARTONE

Cet indice caractérise l'intensité de la sécheresse des étages bioclimatiques méditerranéens en se basant sur le régime des précipitations et des températures. DEMARTON (1925) a défini l'indice d'aridité par la formule suivante $[I = P/T+10]$.

Tableau 4. Classement en fonction de l'indice d'Aridité De Martonne.

Indice De Martonne	Type de Climat
$I \leq 5$	Climat hyper aride
$5 \leq I \leq 7,5$	Climat désertique
$7,5 \leq I \leq 10$	Climat steppique
$10 \leq I \leq 20$	Climat semi-aride
$20 \leq I \leq 30$	Climat tempéré
$I \leq 30$	Climat humide

I : l'indice d'aridité annuel, **P** : précipitations moyennes annuelles (mm), **T** : température moyenne annuelle (C°) ; **I** (Indice d'aridité de DEMARTONE)= **0,16**.

Selon l'indice d'aridité calculé la région de provenance (Tindouf) est sous climat hyper aride.

5.2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER

Il permet de définir les types de bioclimat méditerranéens en prenant en compte les précipitations (P) et les températures (T). Pour le paramètre température, on a remarqué l'existence de deux extrêmes thermiques qui peuvent être caractérisés par la moyenne des minima thermique du mois le plus froid (m) et la moyenne des maxima thermiques du mois le plus chaud (M). L'expression mathématique de ce quotient est la suivante :

$$Q2=2000 P/ (M^2-m^2)$$

- **P** : Précipitations moyennes annuelles (mm) ;
- **M** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en (°k) ;
- **m** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en (°k).

Ce coefficient a été modifié par Stewart (1969) dont la nouvelle formule est la suivante :

$$Q3 = 3,43 P / (M - m)$$

Q3 = Quotient pluviométrique ; **Q3** = **2,19** (Cependant M ; m en °C).

Le type de bioclimat de wilaya de Tindouf décrit dans le Climagramme d'Emberger ci-dessous est rattaché au étage **Saharien à hiver tempéré** avec (**Q3=0,44**) et une moyenne de température mensuelle minimale de 7°C (figure 7).

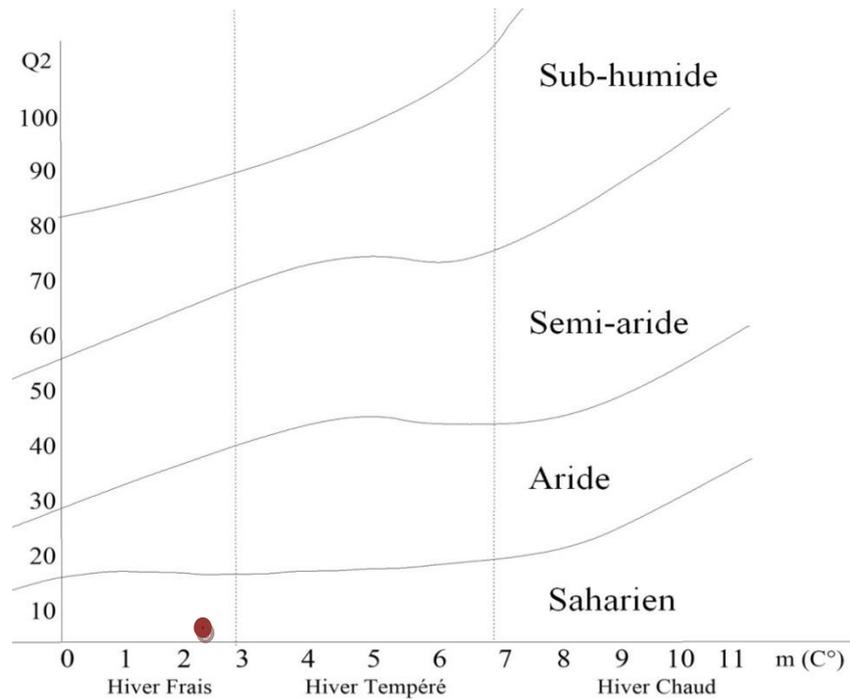


Figure 7. Situation de Tindouf dans le Climagramme pluviométrique d'Emberger.

5.3. Diagramme Ombrothermique de BAGNOUILS et GAUSSEN

Les auteurs ont proposé de construire le diagramme Ombrothermique en tenant compte de la formule suivante : $P \leq 2T$

- **P** : Précipitations moyennes mensuelles en mm ;
- **T** : Températures moyennes mensuelles en °C.

Cette méthode consiste à rapporter les précipitations mensuelles P (mm) en ordonnée à droite, et en abscisse, les mois de l'année. La zone de croisement entre la courbe des températures (T) et la courbe des précipitations (P) permet d'apprécier la durée et l'importance de la période sèche.

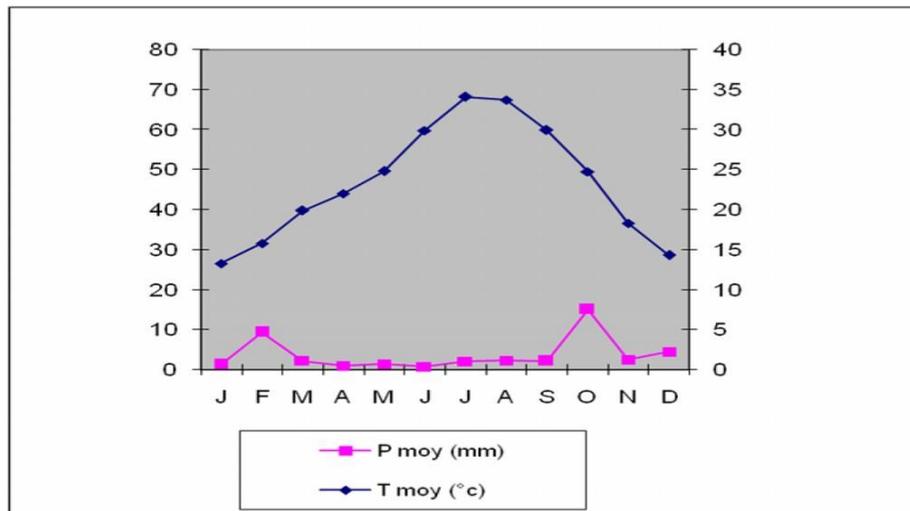


Figure 8. Diagramme Ombrothermique de BAGNOUILS et GAUSSEN (1953).

Selon Bagnouil et Gausсен (1953), un mois est dit sec, si le total mensuel des précipitations (P), exprimé en millimètres est égal ou inférieur au double de la température mensuelle (T) en degré centigrade ($P \leq 2T$). Cette approche a permis d'établir des Diagrammes Ombrothermiques afin de définir la durée de la saison sèche durant la période considérée (1990-2005). Au terme d'étude climatique de notre région d'étude, nous pouvons dégager les constatations suivantes :

- Le climat de l'arganeraie de Tindouf est de type Saharien à hiver tempéré, contient une période de sécheresse prolongée durant toute l'année.
- Un régime des précipitations très faibles pour la station de Tindouf et les seuls mois qui reçoivent une certaine quantité pluviométrique (considérée relativement appréciable) sont : Février et Octobre respectivement (9 et 15mm).
- Le mois le plus chaud est celui de Juillet avec une température moyenne 47,8°C, alors que le mois le plus froid est Février avec une température de (7°C).
- Le régime des vents est sensiblement constant durant l'année ($V \leq 4,5$), sauf pour la période d'Avril à Juin la vitesse augmente légèrement ($5 \leq V$).
- l'humidité relative est considérable surtout en hiver où elle peut atteindre 50% à Tindouf. Néanmoins elle est concrète et importante et parvient depuis l'océan atlantique à l'arganeraie Nord-ouest de la Hamada du Drâa (Kechairi, 2009).

Chapitre III :

Approches Méthodologiques

1. Zone d'étude

Notre travail sert à étudier la biométrie des noyaux d'arganier *Argania spinosa* L. Skeels, de la réserve naturelle de l'arganeraie à la wilaya de Tindouf, précisément d'oued El-Ma de Touaref Bou-âam.

2. Matériel végétal

Nous avons obtenu le matériel végétal, qui constitue de 1853 noyaux d'arganier (Figure 9). Après une récolte qui a été effectuée en septembre 2022 sous quelques pieds-mères d'oued El-Ma.



Figure 9. Matériel végétale : noyaux d'arganier (originale).

3. Matériel de laboratoire

3.1. Pour la Biométrie

Pour mesurer les variabilités biométriques nous avons utilisé un outil spécifique, cet appareil appelé «*Pied à Coulisse*» (Figure 10A), nous mesure la longueur, largeur et l'épaisseur indique en mm, quant à la mesurer du poids des noyaux, la Balance de Précision a été utilisée. Qui est un instrument destiné à mesurer la masse d'un objet avec une marge d'erreur extrêmement réduite (Figure 10B).



Figure 10. (A : Pied à coulisse ; B : Balance de précision) (originale)..

3.2. Méthodologie de la biométrie

Notre travail a été effectué au niveau de laboratoire de faculté « SNV/STU » à l’université de Tlemcen, dans lequel, premièrement on a traité les graines selon la forme de chaque individu (noyaux), et chaque forme on a nommé leurs graines à l’aide de stylo permanent, et après nous avons utilisé l’appareil de *pied a coulisse* pour mesurer la largeur, longueur et l’épaisseur de chaque graine (Figure 11), et par la balance de précision nous avons précisé le poids de notre noyaux d’arganier (Figure 12).

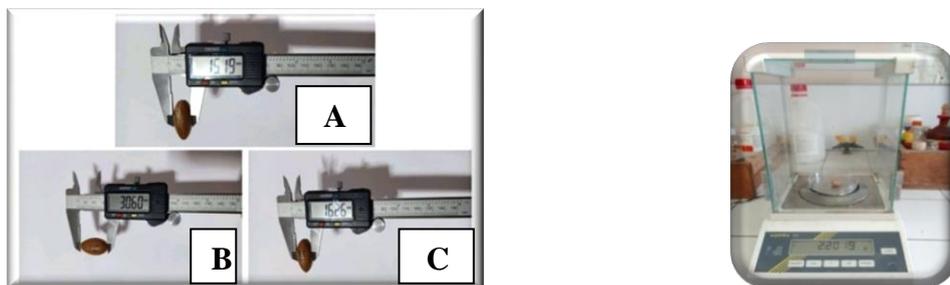


Figure 11. Mesure de longueur (A), largeur (B), épaisseur (C). **Figure 12.** Mesure de poids.

3.3. Analyse statistique

Notre base de données a été analysée par le logiciel *Rstudio* version 4.1.2 (2021-11-01). En effet, les données recueillies ont fait l’objet d’analyse statistique :

3.3.1. 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 caractéristique ou paramètre statistique.

3.3.1.1. L'étude qualitative : descriptive et concentre sur des interprétations. Les résultats sont exprimés avec des mots ;

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

4. Germination

Le matériel utilisé pour la germination est composé de :

- ✓ **Matériel en plastique** : des boîtes ; Gants ; pisset.
- ✓ **Matériel en verre** : Boîtes de pétri ; Bécher.



Figure 13. Matériel en verre (originale).

- ✓ **Matériel chimique**

Nous avons utilisé des produits chimique pour faire des testes sur les graine de l'arganier, lesquels : eau oxygéné ; acide sulfurique ; l'Alcool et l'eau de javel pour éliminé la contamination des noyaux.



Figure 14. Produits chimiques (originale).

Nous avons utilisé aussi le matériel constitué de :

- a) Papier absorbons.
- b) bouilloire électrique.
- c) Des étiquètes.
- d) Coton.

- e) Eau distillé.
- f) Bavettes.



Figures 15. Matériel complémentaire (originale).

4.1. **Essais de germination**

4.1.1. **Effet du prétraitement sur la germination**

Les graines de l'arganier ont une coque ou bien tégument très dure, ce qui rend la possibilité de germination très difficile, et nous avons donc fait une étude préliminaire utilisant plusieurs traitements afin de connaître les conditions optimales qui facilitent la germination de ces graines.

Premièrement et avant l'application des traitements nous avons fait le teste de la flottissante pour sélectionné les graines saine. Nous avons mis les graines dans des boites en plastique et les remplissons d'eau et attendions un certain temps, après cela nous séparions les grains qui flottaient à la surface de l'eau et nous prenions le reste pour y appliquer nos prétraitements.

Ces prétraitements par : eau de robinet, eau bouillante, acide sulfurique, eau oxygénée et un prétraitement combiné par l'acide sulfurique et l'eau ordinaire. Ensuite, chaque prétraitement nous avons divisé en trois grande boîtes de pétri stériles de 2,5cm d'épaisseur et de 14cm de diamètre doublement tapissées de papier absorbant à l'intérieur humidifié par l'eau distillée.

Nous avons utilisé 90 graines pour chaque prétraitement (30 graines par boîtes de pétri), nous mettons ces boîtes dans un étuve réglée à 28°C, et les avons surveillées pendant un mois (30jr), l'indicateur de germination est l'émergence de la radicule à partir de la graine. D'après Berka et Harfouch (2001), nous avons fixé la température de l'étuve (28°C). Le schéma suivant résume cette étape (Figure 14) :

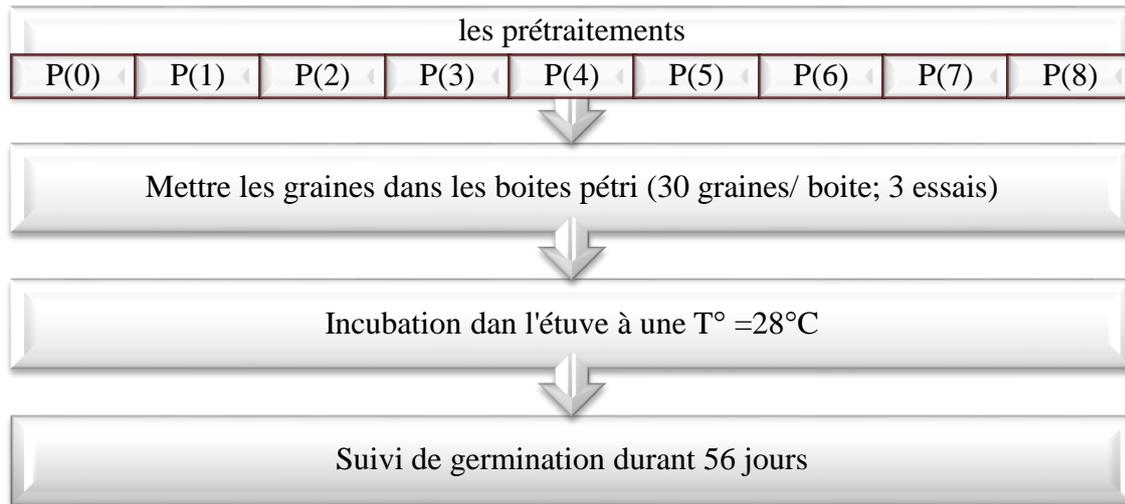


Figure 16. Schéma représenté les déférentes prétraitements sur les noyaux d'*Argania spinosa* (L.) Skeels pour la germination.

Les prétraitements que nous avons appliqués à nos graines sont huit traitements, lesquels :

- P(0) : Témoin→ immédiatement après le test de flottissante, nous avons placé les graines dans les boites de pétri ;
- P(1) : trempage des graines dans l'eau de robinet pendant 4 jours ;
- P(2) : ruminant→ graines ruminées par les bétails, juste après le teste de flotissant, ces graines se sont placé dans les boites de pétri ;
- P(3) : concassé le tégument des graines et nous prenions les amandes et mettez-les dans les boites de pétri;
- P(4) : trempage des graines dans l'acide sulfurique (96%) pendant 1h30, puis rinçage à l'eau, et placé dans les boites de pétri ;
- P(5) : trempage des graine dans l'eau bouillant (l'eau a été bouillie à l'aide d'une bouilloire électrique), une fois l'eau refroidie, nous prenons les graines et les mettons dans les boites de pétri ;
- P(6) : trempage des graines dans l'acide sulfurique (96%) pendant 2h, puis rinçage à l'eau et trempage dans l'eau pendant 24h (traitement combiné) ;
- P(7) : trempage des graines dans l'eau oxygénée pendant 7jr, puis rinçage à l'eau, et les mettons dans les boites de pétri ;
- P(8) : trempage des graines dans l'acide sulfurique (96%) pendant 1h, puis rinçage à l'eau, et mettez-les dans les boites de pétri.

4.1.2. Paramètres calculés

Une fois la période de surveillance des graines placées dans l'étuve réglée à 28°C terminée, nous pouvons mesurer les paramètres suivant :

- ❖ Le taux final de germination : est un pourcentage, c'est effectivement calculé en divisant le nombre de graines germées (n) par le nombre total de graines (N) ;

$$\text{Taux de germination final \%} = (n/N) \cdot 100$$

- ❖ Temps de latence TL (jour) : intervalle de temps entre le semis et les premières graines germé ;
- ❖ Taux moyen de germination de 50% des graines (jour) ;
- ❖ Durée de la germination (jour) ;
- ❖ Taux moyen de germination en temps moyen (T50%) ;
- ❖ Vitesse de germination.

Chapitre IV :

Résultats et discussion

1. Analyse morphométrique des noyaux

Le test de la loi normale a été réalisé avant tout les tests statistiques en utilisant celui de ShapiroWilk test dans Rstudio, le p-value est égal à 0,08, alors notre jeu de données suit une distribution normale.

1.1. Paramètres quantitatifs

Les résultats obtenu du tableau 5, montrent les dimensions globales des variables étudiées (largeur, longueur, épaisseur et poids) d'un ensemble de 1854 des noyaux d'arganier récoltés d'oued El-Ma. En effet, une longueur moyenne de (20,68±2mm) et une largeur moyenne et (14,29mm±1,48) ont été obtenues respectivement. Ces résultats sont légèrement supérieurs à des résultats d'étude de Barka *et al.* (2019), pour les noyaux de la même provenance, où ils ont signalé une longueur de (18,02mm) et une largeur moyenne de (13,21mm) respectivement. Concernant l'épaisseur et le poids nous avons trouvé une moyenne égale (13,71mm) et (2,17g) respectivement, ce qui est une valeur légèrement inférieure à celle trouvée par Allaoui et Azzaz (2021), qui est estimée à (14,39mm) et (2,52g).

Tableau 5. Données descriptives des 5 caractères quantitatifs étudiés.

Caractères (mm)	Moyenne	Maximum	Minimum	Médiane
Longueur	20,68±2,01	28,76	16,64	20,42
Largeur	14,29±1,48	24,12	10,49	14,16
Épaisseur	13,71±1,44	24,04	9,63	13,67
Poids (g)	2,17±0,57	7,71	0,72	2,09
N. Carpelles	1,65±0,94	5	1	1

D'après le tableau 6, nous avons mesurés les variables (longueur, largeur, épaisseur et poids) en fonction des la forme (écotypes). La longueur est comprise entre (18,54 mm) et (23,46 mm), par exemple la forme OFI et FUS possèdent la plus grand longueur de (23,46 mm ; 22,45 mm) respectivement, et la forme SPT présente la plus petits longueur de (18,54mm). Alors, la largeur est comprise entre (12,63 mm) et (15,65mm), la valeur moyenne étant pour la forme (ALL), de (13,95mm), et il y a une grande convergence entre les valeurs à (SPT) et (OVA), qui est estimée à (14,58mm ; 14,33mm) respectivement. L'épaisseur a une valeur oscillante entre (11,89mm) et (15,25mm), donc la plus petite valeur est égale à (11,89mm), pour la forme (OFI), suivi de (GFI), avec une valeur de (12,34mm), puis (FUS), avec une valeur de (12,99mm), jusqu'à la valeur de (15,25mm), pour la forme (SPH). Le caractère poids et comprise entre (1,82 g) et (2,55), ce qui montre que nos graines sont légères.

D'autre part, on trouve que la longueur de (23,46 ; 22,45 ; 21,65mm), et la largeur de (12,63 ; 13,61 ; 13,16 mm), pour (OFI, FUS, GFI) respectivement, significativement moins élevée que Kechairi (2018), qui trouve la longueur de (24,3 ; 24,4 ; 26,7mm), et la largeur de (16,6 ; 15,9 ; 15,7 mm), pour les mêmes formes.

Belhadj (2021) a réalisé une étude similaire à la nôtre, et ses résultats étaient quelque peu supérieurs aux nôtres. En ce qui concerne le caractère épaisseur moyenne elle a trouvé les valeurs de (18,5 ; 17,3 ; 16,9 ; 18,1 mm) pour les formes (SPH, OVA, OVL, SPT) respectivement, et pour nos valeurs étaient les suivantes (15,25 ; 13,56 ; 14,37 ; 13,37 mm) pour les mêmes formes.

Et concernant le poids Kechairi (2018), trouvé les valeurs suivantes (4,3 ; 3,9 ; 3,4 g) pour les formes suivantes (SPT, ALL, GFI) respectivement, mais nous avons trouvé des valeurs plus faibles, soit de (1,93 ; 2,20 ; 1,82 g) pour les mêmes formes.

Tableau 6. La moyenne, écart type, des 4 caractères quantitatifs étudiés de la population par écotype.

Écotypes	Nbr.	Long. (mm)	Larg. (mm)	Eps. (mm)	Poids. (g)
ALL	406	20,57± 1,57	13,95± 1,25	13,82 ±1,17	2,20± 0,49
FUS	85	22,45 ±2,04	13,61 ±1,09	12,99± 1,08	2,14± 0,50
GFI	71	21,65± 1,83	13,16± 1,20	12,34± 1,16	1,82± 0,53
GOU	114	20,00 ±1,57	13,88± 0,85	13,10± 0,93	1,86 ±0,39
OFI	115	23,46 ±2,22	12,63± 0,91	11,89± 0,97	1,90± 0,39
OVA	548	20,88± 1,69	14,33± 1,22	13,56 ±1,11	2,17 ±0,48
OVL	219	19,86 ±1,61	15,02± 1,27	14,37± 1,09	2,25± 0,55
SPH	229	19,79± 2,05	15,65 ±1,85	15,25 ±1,71	2,55± 0,85
SPT	66	18,54 ±0,65	14,58± 0,83	13,37 ±0,70	1,93 ±0,25

Légende : ALL : Allongée ; FUS : Fusiforme; GFI: goutteuse crochée ; GOU : goutteuse ; OFI : ovales avec fentes inclinées ; OVA : ovale apiculée ; OVL : ovale ; SPH : sphérique ; SPT : sphérique aplatie.

1.2. Paramètres qualitatifs

Nous avons constaté visuellement trois caractères qualitatifs lesquels : la couleur des graines, la forme et nombre de carpelles, en ce qui concerne la forme, nous avons trouvé 9 formes, qui sont : allongé (ALL), sphérique (SPH), sphérique aplatie (SPT), ovale (OVL), ovale apiculée (OVA), goutteuse (GOU), goutteuse crochée (GFI), fusiforme (FUS) et ovales avec fentes inclinées (OFI) (Figure 17). Quant à la couleur dominante sur nos graines, elle se situe entre le Pâle et le Jaunâtre, et cela est dû à leur exposition prolongée au soleil, et il y a un

petit pourcentage qui a une couleur Marron (Figure 18). Le nombre de carpelles est varié entre 1et 5 (Figure 19).



Figure 17. Les formes qui on a trouvé.



Figure 18. Les déférents couleurs des grains (A : marron ; B : jaunâtre ; C : pale).



Figure 19. Nombre des carpelles par graine (A: 1 carpelle; B: 2 carpelles; C: 3carpelles; D: carpelles).

2. Tests et suivi de germination

Nous avons suivi les noyaux qui sont placés dans l'étuve pendant un mois, qui sont nettoyés, jour par jour, auparavant pour éliminer toute contamination. Ensuite, la duré de suivi était terminée, nous avons calculé les taux cumulés de germination des lots mentionnés ci-dessous.

2.1. Caractéristiques germinatives

D'après les résultats du tableau 4, nous pouvons déduire que :

- **Temps de latence TL**

Les amandons de prétraitement (P3) avaient un temps de latence de germination plus court estimé à 3 jours après le début du traitement, contrairement au traitement (1) qui prenait le temps de latence le plus long, qui était estimé à 38 jours dans l'essai (1), tandis que pour l'essai (2), il a prenaient une période de latence plus petite estimée à seulement 6 jours ; Quant aux autres prétraitements (P0, P2), leurs périodes de latence variaient, de sorte que la latence de l'essai (1) était supérieure à la latence de l'essai (2) de deux jours, estimée respectivement à 36 et 34 jours ; Il n'y a pas de latence dans les prétraitements suivants : P(4), T(5), P(6), P(7) et P(8).

- **Temps moyen de germination de 50% des graines**

L'essai (1) du prétraitement (P1) enregistré un temps moyen plus long 48 jours, en suite par 41 jours pour l'essai (2) de T0, et après l'essai (1) de P2 et l'essai 2 de P1 enregistré un temps moyen de germination (25,24 jours) respectivement. Le temps moyen le plus moins est de l'essai(2) de P3 estimé par 6 jours seulement.

- **Taux cumulé de germination**

Nos prétraitements (P3, P4, P5, P6, P7) n'ont donné aucun germination et ce après 56 jour de suivi au laboratoire. La germination est débutée le 34^{ème} jour pour les graines de l'essai (2) du prétraitement (P0). Elle à un taux de germination en temps moyenne (T50%) de 0%, et atteindre à 6,66% au taux final. Les graines de l'essai (1) non enregistré aucun résultat au T50%, mais il a été enregistré à la fin de la période de germination un taux final de 3,33%, et les mêmes résultats pour l'essai (3).

Les graine du prétraitement P(1), commencé la germination dans le 38^{ème} jour pour l'essai (1), leur temps moyenne T50% estimé par 0%, pour atteindre 6,66% au taux final, et à 13,33% pour l'essai (2) qui est débuté la germination le 6^{ème} jour, avec un taux moyenne (T50%) de 13,3%. L'essai (3) avait un taux moyen nul, après il a enregistré à la fin de germination un taux final, sélectionnez à 3,33%.

La germination a débuté le 20^{ème} jour pour l'essai (1), et le 25^{ème} jour pour l'essai (2). Dans la moitié de la période de suivi l'essai (1) donné un résultat de 6,66%, Et il reste stable jusqu'à la fin de la période de germination. Pour l'essai (2), le temps moyen enregistré est également resté constant jusqu'à la fin de suivi, ce qui est 3,33%.

Les bons résultats que nous avons enregistrés lors de notre étude de la germination l'ont été dans le prétraitement (P3), de sorte qu'un temps moyen de 23,33% a été enregistré lors de l'essai (1) pour atteindre à une valeur de 66% comme un taux final, nous avons enregistré deux valeurs similaires de taux final dans l'essai (2) et (3) ce qui équivaut 36,66%. Malgré que leurs temps moyen elle est déférent (16,66%, 6,66%) respectivement.

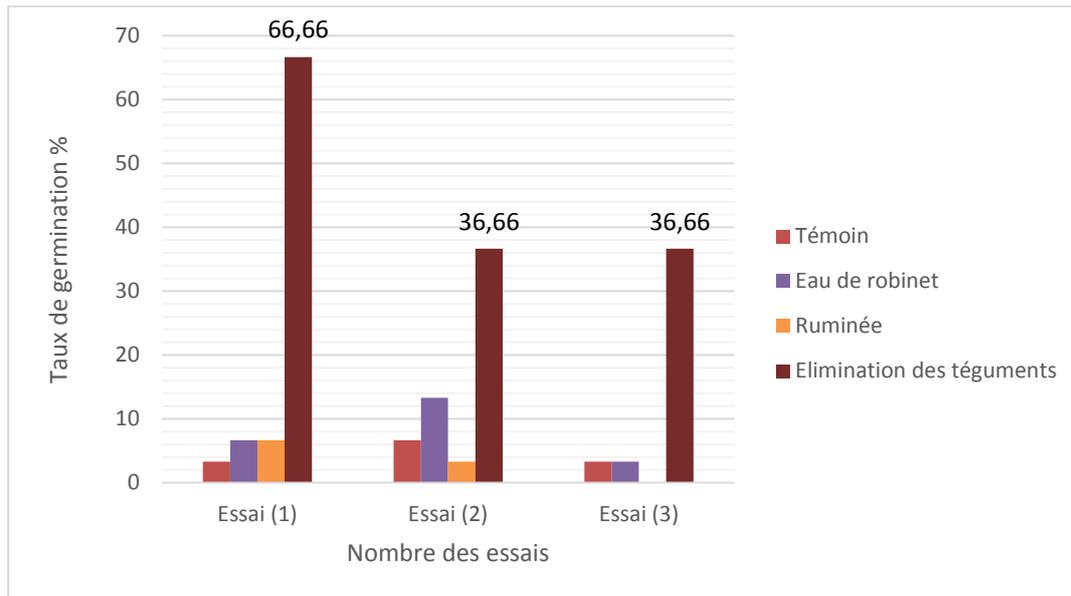


Figure 20. Taux cumulé de germination.

Tableau 6. Caractéristiques germinatives des graines de l'arganier

Prétraitements	P(0)			P(1)			P(2)			P(3)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Les essais	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Temps de latence TL (jour)	36	34	0	38	6	0	20	25	0	3	3	3
Temps moyen de germination de 50% des graines (jour)	0	41	0	48	24	0	25	0			6	
Durée de la germination (jour)	37	42	47	49	25	53	26	26		9	11	11
Taux moyen de germination en temps moyen (T_{50} %)	0	0	0	0	13,3	0	6,66	3,33	0	23,33	16,66	6,66
Vitesse de germination												

Pour les prétraitements [P(4), P(5), P(6), P(7), P(8)], nous n'avons enregistré aucuns résultats pendant la période d'incubation pour l'étude de la germination. L'évolution du taux moyenne de germination en fonction du prétraitement est illustrée par la figure 21. A la fin de l'essai pour les différents prétraitements, montre que l'élimination de tégument (P3), d'atteindre le taux cumulé moyenne le plus élevé, le témoin (non traitées) a donné le taux de germination le plus bas, et les autres essais (P1, P2) ont donnés des courbes variables confinées entre le P3 et P0.

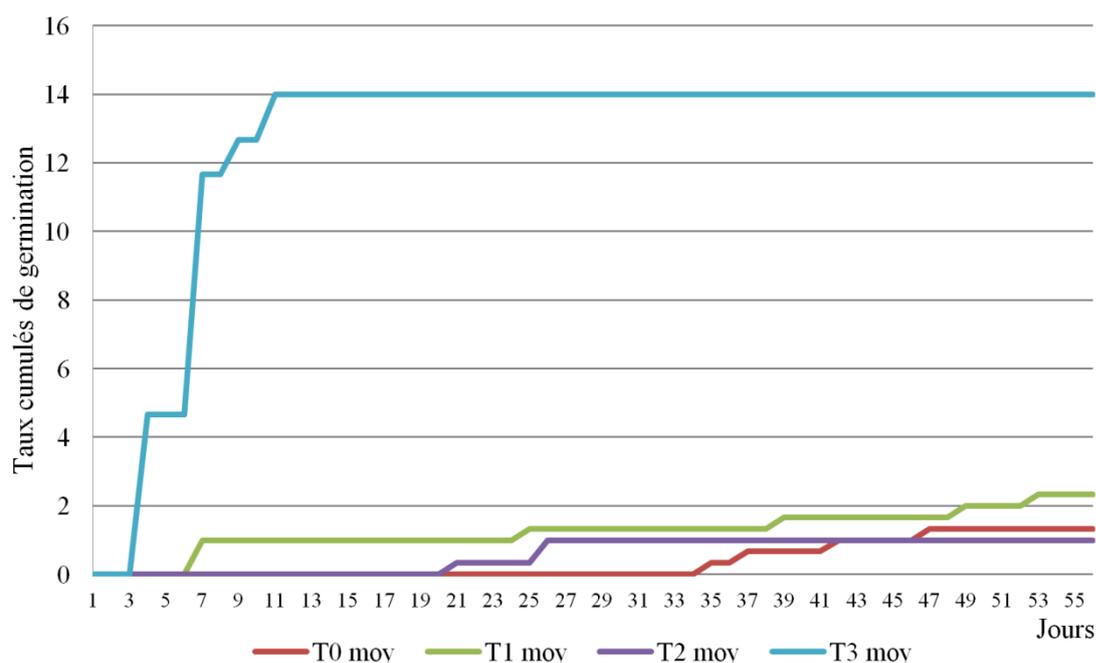


Figure 21. Cinétique de Taux cumulé moyenne de germination en fonction du temps (jour)

Conclusion générale

L'arganier, essence endémique en Afrique nord-occidentale dans les régions arides et semi-arides. Il constitue un écosystème remarquable et particulier au sud-ouest du Sahara algérien à la région nord-ouest de Tindouf. Dans cette dernière, il est entièrement à l'état sauvage, possédant donc une masse de données vierge à exploitées (Hamel, 2016, Beladjemi, 2017, Kechairi, 2018, Belhadj, 2021). Car, il est considéré comme la clé la plus importante de nos jours sur le plan socio-économique et écologique (Moukrim *et al.*, 2018). Il possède un polymorphisme remarquable des noyaux, nécessite des études approfondies sur les plants enzymobiochimiques et phylogénétiques.

À l'issue de cette étude qui a été menée sur 1853 noyaux, les résultats obtenus ont révélé une grande variabilité morphométrique au sein d'oued El-Ma. En moment, la comparaison avec des études précédentes, nous a permis de déduire une légère différence des dimensions mesurées des noyaux.

Le test de germination effectué à travers plusieurs prétraitements a pour but de trouver le prétraitement le plus adéquat pour accélérer et augmenter le taux de germination. Alors, nous avons trouvés que le semis direct des amandons défaites des coques au laboratoire donne un bon résultat, mais le risque de contamination est semble majeur en pépinière. Pour cela, nous suggérons qu'au moins une scarification de la coque dure sera nécessaire avant d'y aller au prétraitement. Ensuite, de le poursuivi par un trempage duré quatre jours afin d'avoir un taux considérable de taux cumulé de germination (Kechair et lakhdari, 2002, Kechairi et Abdoun, 2013).

Référence bibliographiques

1. Aizer, N. (2021). Micropropagation de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) (Doctoral dissertation, Université de Blida1).
2. Allaoui, H et Azzaz, G., (2022). Caractérisation morphométrique des noyaux d'arganier *Argania spinosa* (L.) skeels en fonction de provenance. Mem, Master. Spé, Génétique. Fac. Science de la nature et de la vie. Dép. de biologie. Tlemcen.
3. Badreddine, A., (2016). Préparation et caractérisation d'Extraits d'*Argania spinosa* et d'Huile d'argan et évaluation de leurs effet neuroprotecteurs in vivo et in vitro, thèse de doctorat. Université de bourgogne Franche-Comte - Dijon – France.
4. Bani-Aameur, F., & Ferradous, A. (2001). Fruits and stone variability in three argan (*Argania spinosa* (L.) Skeels) populations. *Forest Genetics*, Vol. 8(1), pp. 39-43.
5. Bani-Aameur, F., Louali, L., & Dupuis, P. (1998). Maturation et chute des fruits de l'arganier. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 18(3): 151-158.
6. Beladjemi, S. (2017). Étude de quelques caractéristiques biométriques de l'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels en Algérie. Mémoire Master 2 en Génétique. Option : Gestion et Amélioration des Ressources Biologiques. Déprt. Biologie, Faculté SNV/STU. Univ. de Tlemcen.
7. Belhadj, I. (2021). Contribution à l'étude de la variabilité biométrique des noyaux d'arganier *Argania sinosa* (provenance : Tindouf). Tlemcen.
8. Bellefontaine, R. (2010). De la domestication à l'amélioration variétale de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels). *Sécheresse*, 21(1), 42-53.
9. Bellefontaine, R., Kechebar, M.S.A., & Rahmoune, C. (2015). Démarche à adopter pour sauvegarder le patrimoine génétique de l'arganeraie de Tindouf. *Revue Agro-Ecologie*, pp.5-21.
10. Bendou, S. (2011). Contribution à l'étude de la diversité floristique et écologique de l'arganeraie d'Oued El-Ma (Wilaya de Tindouf) (Doctoral dissertation, Alger).
11. Benhami A., (2009). Inventaire floristique et étude phytoécologique de l'arganeraie de Tindouf (sud-ouest Algérien). Mém, Ing. Dép., Science agronomiques et forestières. Tlemcen.
12. Berka, S., & Harfouche, A. (2001). Effets de quelques traitements physico-chimiques et de la température sur la faculté germinative de la graine d'Arganier. *Revue forestière française*, 53(2): 125-130.
13. Berka, S., Himrane, H., Kouidri, K. M., Taguemount, D., & Aid, F. (2019). Morphological and germination capacity of *Argania spinosa*'s (L.) Skeels of Algeria South-West population: variability of fruit and stone morphotypes. *Forest Systems*, 28(2).
14. Broussaud-Le Strat F. 2004. Arganier et huile d'argan. *Journal de botanique*, 27, pp. 3-8; doi : <https://doi.org/10.3406/jobot.2004.1981>
15. de Sylviculture, O. H. P., & d'Ingénieurs, S. M. L'ARGANIER: UNE ESPECE FRUITIERE-FORESTIERE A USAGES MULTIPLES.
16. Djied, S. (2017). Extraction, identification, et histolocalisation des métabolites secondaire dans les différents organes d'arganier (*argania spinosa*) Skeels d'Algérie (Doctoral dissertation, Université Mohamed Boudiaf Oran).
17. Faouzi, H., & Martin, J. (2014). Soutenabilité de l'arganeraie marocaine.. Entre valorisation de l'huile d'argane et non-régénération de l'arganier. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia*, (20).

18. Hamel, F. (2016). Contribution à l'étude morphométrique des graines d'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels (famille : Sapotacées) et les essais de germination au laboratoire. Master en écologie, Université de Tlemcen, Algérie.
19. Kaabèche, M., Benkheira, A., Mouzaoui, A., Khaznadar, M., & Benia, F. (2013). L'Arganeraie de Tindouf: un patrimoine floristique exceptionnel. *Algérien Journal of Aride Environnement*, 258(1625): 1-10.
20. Kechairi, R. (2009). Contribution à l'étude écologique de l'Arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels. Dans la région de Tindouf (Algérie) (Doctoral dissertation, Université de Mascara).
21. Kechairi, R. (2018). Étude de l'arganeraie de Tindouf: État des lieux, contraintes et perspectives de son développement. Doctorat en Sciences forestières, Département des ressources forestières. Université de Tlemcen, Algérie, 196p.
22. Kechairi, R. and Abdoun, F., (2016), État des lieux cartographiques de l'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels (Sapotaceae) en Afrique Nord-Occidentale (Algérie et Sahara Occidental). *The International Journal of Environmental Studies* 73(2), 286–293.
23. Kechairi, R. and Benmahioul, B., (2019). Comportement des plants d'Arganier (*Argania spinosa* L. Skeels, Sapotaceae) au sud-ouest Algérien (Tindouf, Bechar et Adrar). *The International Journal of Environmental Studies* 76(5) : 800-814.
24. Kechairi, R., & Abdoun, F. (2013). Les essais pilotes de régénération artificielle de l'arganier à Tindouf en Algérie. Paper presented at the Actes du 2ème Congrès International de l'Arganier. Un atout pour le développement durable de l'Arganeraie 9 - 11 décembre 2013, Agadir, Maroc.
25. Kechairi, R., & Lakhdari, A. (2002). Contribution à l'étude de l'Arganier (*Argania spinosa* L. Skeels). Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie, Université de Mascara.
26. Kechairi, R., & Redjem-Khodja, A. (2021). Huile d'Argan de Tindouf, perspective sur la traçabilité et défis.
27. Kenny L. (2007). Biologie de l'arganier. Atlas de l'arganier et de l'arganeraie. pp. 43-49.
28. Kermiche, N., Merabti, R., (2018). Comment régler le problème de germination chez l'arganier (*Argania Spinosa* L. Skeels). Mém, Master. Spé, Biodiversité et physiologie végétale. Dép, Biologie et écologie végétale. Fac, Sciences de la nature et de la vie. Constantine, p.8.
29. Khaouid, N., (2021). Contribution à l'étude de variabilité chez les plantules d'arganier produites localement à Adrar. Mém, Master. Spé, Système de production Agro-écologie. Dép. science de la nature et de la vie, Adrar. Fac. Sciences et technologie. Adrar.
30. Kouidri, M., (2008). Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile d'argan provenant d'arbre cultivés dans deux régions de l'Algérie (Tindouf et Mostaganem). Mém, magister. Spé, sciences alimentaires. Fac, sciences agronomique et sciences biologiques. Chlef.
31. Labarca-Rojas, Y., Hernández-Bermejo, J. E., Herrera-Molina, F., Hernández-Clemente, M., & Quero, J.L. (2023). Assessing argan tree (*Argania spinosa* (L.) skeels) ex-situ collections as a complementary tool to in-situ conservation and crop introduction in the Mediterranean basin. *Trees*, 37(2), 567-581.
32. Labarca-Rojas, Y., Hernández-Bermejo, J. E., Quero, J. L., & Herrera-Molina, F. (2022). Bioclimatic habitat limitations for argan trees (*Argania spinosa* (L.) Skeels) in Northern Africa and Spain. *Regional Environmental Change*, 22(1), 14. doi: 10.1007/s10113-021-01869-w

- 33.** Lamaoui, M. (2015). Sélection in vitro de géotypes de l'arganier (*Argania spinosa* L.) tolérants aux stress hydrique et salin et multiplication par microbouturage (Doctoral dissertation, Ph.D. thesis. Morocco: Cadi Ayyad University).
- 34.** Lopez Saez, J.A., & Alba Sanchez, F. (2009). Etnobotánica y etnofarmacología del argán (*Argania spinosa*). *Ecología*, 8(5): 323-341.
- 35.** Louati, M., Ucarli, C., Arikan, B., Ghada, B., Salhi Hannachi, A., & Turgut-Kara, N. (2019). Genetic, morphological, and biochemical diversity of argan tree (*Argania spinosa* L.)(sapotaceae) in Tunisia. *Plants*, 8(9), 319.
- 36.** Manseur, A. (2001). Contribution à l'étude des caractéristiques Ecologiques et Physiologiques des Ecotypes d'arganier dans l'Ouest algérien (Doctoral dissertation, Université de Mascara-Mustapha Stambouli).
- 37.** Mebrouki, I., & Moukar, M. (2019). Détermination de la conductivité électrique (CE), pH, et le SAR du sol par plusieurs rapports dans les régions sahariennes (Doctoral dissertation).
- 38.** Mechqoq, H., Elyaagoubi, M., El Hamdaoui, A., Momchilova, S., Da Silva Almeida, J.R.G., Msanda, F., El Aoued, N. (2021). Ethnobotany, phytochemistry and biological properties of Argan tree (*Argania spinosa* (L.) Skeels) (Sapotaceae)-A review. *J. Ethnopharmacology*, 281: 1-19.
- 39.** Nouaïm, R., Echairi, A., Kaaya, M., & Chaussod, R. (2007). Contribution à la domestication de l'arganier pour la production d'huile. *Cahiers Agricultures*, 16(3): 199-204.
- 40.** Ould Safi, M., (2014). Caractérisation et état sanitaire de l'arganier de Tindouf. Mem, Magister. Dép, Science de l'agronomie et des forêts. Fac, Science de la nature et de la vie. Tlemcen.
- 41.** Ould Safi, M., Kechairi, R., & Benmahioul, B. (2015). Situation sanitaire de l'arganeraie de Tindouf (Algérie): rôle des termites et champignons associés. *Forêt Méditerranéenne*, 36(3): 311-318.
- 42.** Ould Safi, M., Kechairi, R., Khersi, M., Boudffeur, S., Ayada, S. A. B., Bahidi, A., Ameer Ameer, A. (2023). Argan tree cultivation in Algerian desert Sahara (case of Adrar Province). *International Journal of Environmental Studies*, 1-12. doi: 10.1080/00207233.2023.2222604
- 43.** Peltier, J. P. (1983). Les séries de l'arganeraie steppique dans le Sous (Maroc). *Ecologia mediterranea*, 9(1), 77-88.
- 44.** Rungs, C. (1950). Sur l'extension spontanée au Maroc du *Rhizobius* (Lindorus) lophanthae Blaisd. (Col.: Coccinellidae). *Bull. Soc. Entomol. Fr.* 55(1): 9-11.
- 45.** Seddik, M., Koutai, B. (2021). État des lieux de population d'Arganier dans la wilaya d'Adrar. Mem., Master. Dép., sciences de la nature et de la vie. Fac, science et de la technologie. Adrar.
- 46.** Seddik, M., Koutai, B., & Sidamar, A. (2021). Etat des lieux de plantation d'Arganier dans la wilaya d'Adrar (Doctoral dissertation, Université Ahmed Draïa-Adrar).
- 47.** Sellal, Z., Ouazzani Touhami, A., Chliyeh, M., Dahmani, J., Benkirane, R., & Douira, A. (2016). Arbuscular Mycorrhizal fungi species associated with rhizosphere of *Argania spinosa* (L.) Skeels in Morocco. *Int. J. Pure App. Biosci*, 4(1): 82-99.
- 48.** Zagharia, R. (2022). Contribution à l'étude de germination des graines d'Arganier (*Argania spinosa* L. Skeels), Tissemsilt.

49. Zoubida, C., & Daniel, P. (2009). Valorisation du fruit d'arganier, Huile d'argan: qualité, diversification. « Appui à l'amélioration de la situation de l'emploi de la femme rurale et gestion durable de l'arganeraie dans le sud-ouest du Maroc». Maroc: Projet UE/MEDA/ADS.

Annexe

Annexe 1. Suivi de germination

Jours	Témoïn			Prétraitement T1			Prétraitement T2			Prétraitement T3		
	T0 (1)	T0 (2)	T0 (3)	T1 (1)	T1 (2)	T1 (3)	T2 (1)	T2 (2)	T2 (3)	T 3 (1)	T 3 (2)	T 3 (3)
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	2
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	2
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	2
7	0	0	0	0	3	0	0	0	0	18	9	8
8	0	0	0	0	3	0	0	0	0	18	9	8
9	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	10	8
10	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	10	8
11	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	11	11
12	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	11	11
13	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	11	11
14	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	11	11
15	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	11	11
16	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	11	11
17	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	11	11
18	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	11	11
19	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	11	11
20	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	11	11
21	0	0	0	0	3	0	1	0	0	20	11	11
22	0	0	0	0	3	0	1	0	0	20	11	11
23	0	0	0	0	3	0	1	0	0	20	11	11
24	0	0	0	0	3	0	1	0	0	20	11	11
25	0	0	0	0	4	0	1	0	0	20	11	11
26	0	0	0	0	4	0	2	1	0	20	11	11
27	0	0	0	0	4	0	2	1	0	20	11	11
28	0	0	0	0	4	0	2	1	0	20	11	11
29	0	0	0	0	4	0	2	1	0	20	11	11
30	0	0	0	0	4	0	2	1	0	20	11	11
31	0	0	0	0	4	0	2	1	0	20	11	11
32	0	0	0	0	4	0	2	1	0	20	11	11
33	0	0	0	0	4	0	2	1	0	20	11	11
34	0	0	0	0	4	0	2	1	0	20	11	11
35	0	1	0	0	4	0	2	1	0	20	11	11
36	0	1	0	0	4	0	2	1	0	20	11	11
37	1	1	0	0	4	0	2	1	0	20	11	11
38	1	1	0	0	4	0	2	1	0	20	11	11
39	1	1	0	1	4	0	2	1	0	20	11	11
40	1	1	0	1	4	0	2	1	0	20	11	11
41	1	1	0	1	4	0	2	1	0	20	11	11
42	1	2	0	1	4	0	2	1	0	20	11	11

43	1	2	0	1	4	0	2	1	0	20	11	11
44	1	2	0	1	4	0	2	1	0	20	11	11
45	1	2	0	1	4	0	2	1	0	20	11	11
46	1	2	0	1	4	0	2	1	0	20	11	11
47	1	2	1	1	4	0	2	1	0	20	11	11
48	1	2	1	1	4	0	2	1	0	20	11	11
49	1	2	1	2	4	0	2	1	0	20	11	11
50	1	2	1	2	4	0	2	1	0	20	11	11
51	1	2	1	2	4	0	2	1	0	20	11	11
52	1	2	1	2	4	0	2	1	0	20	11	11
53	1	2	1	2	4	1	2	1	0	20	11	11
54	1	2	1	2	4	1	2	1	0	20	11	11
55	1	2	1	2	4	1	2	1	0	20	11	11
56	1	2	1	2	4	1	2	1	0	20	11	11

ملخص

الارقان، شجر زيتي-فلاحي-غابوي-رعوي، مستوطن في الصحراء الجزائرية (شمال غرب ولاية تندوف). تمت دراسة التباين البيومتري لنوى شجرة الأرقان من أصل 1854 نواة، الموجود داخل المحمية الطبيعية. للقيام بذلك، تم أخذ 4 مقاسات كمية (الطول والعرض والسمك والوزن)، و 3 مقاسات نوعية (اللون والشكل وعدد الفصوص) في الاعتبار. سمحت لنا النتائج التي تم الحصول عليها بالحصول على الأبعاد (بالملم): الطول (2.01 ± 20.68) والعرض (1.48 ± 14.29) والسمك (1.44 ± 13.71) والوزن (بالجرام) (0.57 ± 2.17) . بالنسبة للأنماط البيئية المرصودة، قمنا بتمييز تسعة أنواع من الشكل. من جهة أخرى، أجري اختبار الإنبات بثمانية علاجات مسبقة (T1) ماء الصنبور لمدة 4 أيام ؛ T2: النوى المجتررة ؛ T3: إزالة النوى عن اللوز ؛ T4: حمض الكبريتيك لمدة ساعة ونصف ؛ T5: الماء المغلي لمدة 24 ساعة ؛ T6: حمض الكبريتيك لمدة ساعتين مع غمس الماء العادي لمدة 24 ساعة ؛ T7: الماء المؤكسد لمدة 7 أيام ؛ T8: حمض الكبريتيك 96% لـ 1 ساعة). يحقق T3 قبل العلاج نتيجة جيدة بمعدل إنبات 46.66% لمدة 11 يوم متابعة. الكلمات الرئيسية: شجرة أركان، نوى، تباين بيومتري، إنبات، واد الماء، تندوف.

Résumé

L'*Argania spinosa* L. Skeels, une essence oléo-agro-sylvo-pastorale, endémique au Sahara Algérien (au nord-ouest de la wilaya de Tindouf). La variabilité biométrique de 1854 noyaux d'arganier de la provenance d'oued El-Ma au sein de la réserve naturelle de l'arganeraie a été étudiée. Pour ce faire, 4 caractères quantitatifs (la longueur, la largeur, épaisseur et poids), et 3 caractères qualitatifs (la couleur, la forme et le nombre de carpelles) ont été pris en mesure. Les résultats obtenus nous a permis d'avoir les dimensions (en mm): longueur $(20,68 \pm 2,01)$ Les résultats obtenus nous ont permis d'avoir les dimensions (en mm): longueur $(20,68 \pm 2,01)$, la largeur $(14,29 \pm 1,48)$, l'épaisseur $(13,71 \pm 1,44)$, et le poids (en grammes) $(2,17 \pm 0,57)$. Pour les écotypes observés nous avons distingué neuf types de la forme: (allongé, sphérique, sphérique aplatie, ovale, ovale apiculée, gouteuse, gouteuse crochée, fusiforme, et ovales avec fentes inclinées). Autre, un test de germination a été réalisé par huit prétraitements (T1 : l'eau de robinet pendant 4 jours ; T2 : ruminant ; T3 : élimination de tégument des grains ; T4 : l'acide sulfurique pendant 1h30 ; T5 : l'eau bouillant pendant 24h ; T6 : l'acide sulfurique pendant 2h avec trempage dans l'eau ordinaire pendant 24h ; T7 : l'eau oxygéné pendant 7 jours ; T8 : l'acide sulfurique 96% pendant 1h). Le prétraitement T3 a un bon résultat avec un taux de germination de 46,66% pour 11 jours de suivi.

Mots clés: Arganier, noyaux, Variabilité biométrique, germination, Oued El-Ma, Tindouf.

Abstract

Argania spinosa L. Skeels, an oleo-agro-sylvo-pastoral essence, endemic in the Algerian Sahara (northwest of the wilaya of Tindouf). The biometric variability of 1854 seeds from wadi of El-Ma within the arganeraie nature reserve was studied. 4 quantitative characters (length, width, thickness and weight), and 3 qualitative characters (colour, shape and number of carpels) were taken into account. The results obtained allowed us to have the dimensions (mm): length (20.68 ± 2.01) , width (14.29 ± 1.48) , thickness (13.71 ± 1.44) , and weight (grams) (2.17 ± 0.57) . For the observed ecotypes we have distinguished nine types of shape: (elongated, spherical, spherical flattened, oval, apiculate oval, gouteuse, hooked gouteuse, fusiform, and oval with sloping slits). Other, a germination test was performed by eight pre-treatments (T1: tap water for 4 days; T2: ruminant; T3: seed coat removal; T4: sulphuric acid for 1h30; T5: boiling water for 24h; T6: sulphuric acid for 2h with dipping in ordinary water for 24h; T7: water oxygenated for 7 days; T8: sulphuric acid 96% for 1h). Pre-treatment T3 has a good result with a germination rate of 46.66% for 11 follow-up days.

Keywords: Argan tree, nuclei, Biometric variability, germination, Oued El-Ma, Tindouf.