

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** : ECOLOGIE et ENVIRONNEMENT

**Spécialité** : Écologie

**Par** : Mlle BENDAOU Soria

**Thème**

Effet des prétraitements sur la germination de l'arganier *Argania spinosa* (L.)  
Skeels

Soutenu publiquement, le 08 /07/ 2024, devant le jury composé de :

Président	M. NEHAR Benameur	MCA	Université de Tlemcen
Encadrant	M. KECHAIRI Réda	MCA	Université de Tlemcen
Co-encadrant	M. KHOLKHAL Djamel	MCB	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mme MEDJATI Nadjet	MCB	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2023 / 2024

# Remerciement

Je remercie *Allah*, le Tout-Puissant, qui m'a donné la force et la patience nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

Mes remerciements les plus sincères s'adressent à mon encadrant, **Mr. KECHAIRI Réda**, d'avoir accepté mon encadrement et de diriger ce travail avec une grande rigueur scientifique. Ses conseils, sa disponibilité, et la confiance qu'il m'a accordée m'ont permis de réaliser ce travail.

Je tiens également à remercier mon Co-encadrant **Mr. KHOLKHAL Djamel**, pour son soutien, ses encouragements, ses conseils avisés pendant toute la durée de ce travail et pour tous ses efforts afin de m'orienter au mieux.

Je tiens à remercier **Mr. NEHAR Benameur**, de me faire l'honneur de présider le jury de ce mémoire.

Je remercie **Mme. MEDJATI Nadjet**, d'avoir accepté examiner ce travail.

Je tiens également à exprimer mes sincères remerciements à tous les enseignants du département d'écologie et environnement.



# Dédicace

Avec joie, fierté et respect, je dédie ce mémoire :

En particulier à mon très cher père **Mohammed** pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'a accordés, que Dieu le garde ;

A ma très chère mère **Fadila** pour son amour, ses encouragements et ses sacrifices, que Dieu la garde et la protège ;

A mes chères sœurs **Chahrazed, Meriem** ;

A mes chers frères **Ayoub, Fares** ;

A mes tantes et mes oncles, et spécialement à **Kheira, Djamel** ;

A mes chères amies **Linda, Imane** ;

A toutes mes amies de la promotion d'écologie ;

A toutes les personnes qui m'ont soutenu dans l'élaboration de ce travail.



## Sommaire

Introduction Générale.....	1
<b>Chapitre I: Synthèse bibliographique</b>	
1 Historique.....	3
2 Répartition biogéographique.....	3
3 Classification et description botanique .....	4
3.1 Classification .....	4
3.2 Description botanique.....	4
3.2.1 Fruit .....	4
3.2.2 Fleure.....	5
3.2.3 Feuille.....	5
3.2.4 Bois, Tronc, Âge .....	6
3.2.5 Type de ramification .....	6
3.2.6 Systèmes racinaire.....	7
4 Écologie .....	7
4.1 Climat .....	8
4.1.1 Température .....	8
4.1.2 Pluviométrie .....	8
4.1.3 Humidité.....	8
4.2 Facteur édaphique.....	8
5 Phénologie.....	8
6 Intérêt et usages.....	8
6.1 Protection environnement.....	8
6.2 Production de bois .....	9
6.3 Production pastorale .....	9
6.4 Production de l'huile .....	9
7 Germination .....	9
7.1 Définition.....	9
7.2 Types de germination .....	10
7.2.1 Germination épigée .....	10

7.2.2	Germination hypogée .....	10
7.3	Condition de la germination .....	10
7.3.1	Condition internes .....	10
7.3.2	Conditions externes .....	10
7.3.2.1	Eau .....	10
7.3.2.2	Oxygène.....	10
7.3.2.3	Température.....	11
7.4	Phase de la germination.....	11
7.4.1	Phase d'imbibition .....	11
7.4.2	Phase de germination sensu-stricto .....	11
7.4.3	Phase de croissance .....	11
7.5	Obstacles de la germination.....	11
7.5.1	Dormances embryonnaires .....	12
7.5.2	Inhibitions tégumentaires .....	12
7.6	Paramètres liés à la germination.....	12
7.6.1	Taux de germination (TG) : .....	12
7.6.2	Temps de latence TL (jour) :.....	12
7.6.3	Taux moyen de germination de 50% des graines (jour).....	13
7.6.4	Durée de la germination (jour) :.....	13
7.6.5	Taux moyen de germination en temps moyen (T50%).....	13
7.6.6	Vitesse de germination .....	13

## **Chapitre II Matériel et Méthode**

1	Matériel végétal.....	14
2	Au laboratoire .....	15
2.1	Mesure biométrique .....	15
2.2	Tests de germination.....	17
2.2.1	Matériel utilisé.....	17
2.2.2	Protocole expérimental .....	18
2.2.2.1	Acide gibbérellique.....	18
2.2.2.2	Test de flottaison .....	19
2.2.3	Prétraitements .....	19

### **Chapitre III :Résultats et discussion**

1	Analyse morphométrique des noyaux.....	21
2	Germination .....	22
2.1	Taux de germination.....	22
2.2	Caractéristiques germinatives.....	24
	<b>Conclusion générale</b> .....	<b>26</b>
	<b>Référence bibliographiques</b> .....	<b>27</b>

## Liste des abréviations

- **%** : Pourcentage ;
- **°C** : Degré Celsius ;
- **cm** : centimètre ;
- **g** : gramme ;
- **INRF**: Institut National de Recherche Forestière ;
- **Km** : kilomètre ;
- **m** : mètre ;
- **mm** : millimètre ;
- **SPSS**: Statistical package of social science ;
- **TG** : Taux de germination ;
- **TI** : taux de latence ;
- **UF/ha par an** : Unités Fourragères par hectare et par an ;
- **v** : volume ;

## Liste des figures

Figure 1:Localisation géographique de l'arganeraie de Tindouf (Kechairi, 2018).....	3
Figure 2 :Fruits et amendons d'Argania spinosa (Kechairi, 2018). ....	4
Figure 3:Composition florale et boutons floraux d'argnier (Kechairi, 2018). ....	5
Figure 4:Rameau feuillé d'arganier (Kechairi, 2009). ....	5
Figure 5:Types du tronc de l'arganier (Kechairi, 2018). ....	6
Figure 6:Types de ramification de l'arganier (Kechairi, 2018). ....	7
Figure 7:Système racinaire d'arganier, sur lit d'oued limono-sablonneux à oued El-Ma (a) ; et entre les fissures gréseuses à Targant (b) (Kechairi, 2021).....	7
Figure 8: Courbe théorique d'imbibition d'une semence (Côme, 1982).....	11
Figure 9:Matériel utilisé pour la biométrie (A : Pied-à-coulisse ; B : Balance de précision). ....	15
Figure 10:Les formes des graines d'arganier (originale). ....	16
Figure 11:Mesure d'épaisseur (A), longueur (B), largeur (C) (originale). ....	16
Figure 12:Balance de précision (originale). ....	16
Figure 13:Nombre des carpelles des noyaux (A: 1 carpelle; B: 2 carpelles; C: 3 carpelles; D: 4 carpelles) originale. ....	17
Figure 14:Produits chimiques : A : l'eau de javel, Eau oxygénée 10 v, Acide sulfurique 96% ; B Acide gibbérellique (Originale). ....	17
Figure 15:Matériel en verre original. ....	18
Figure 16:Matériel en plastique (originale).....	18
Figure 17:Solution mère d'acide gibbérellique (originale). ....	19
Figure 18:Teste de flottaison des graines d'arganier (originale).....	19
Figure 19:Prétraitements des noyaux d'arganier, dans les boites de pétri préparée (A) : étuve réglée à 25°C (B) (originale).....	20
Figure 20:Variation du taux de germination des graines de l'arganier en fonction des prétraitements. ....	23

## Liste des tableaux

Tableau 1:Caractéristiques abiotiques de la provenance (Kechairi et al., 2018). .....	14
Tableau 2:Données descriptives des 5 caractères étudiés des graines d'arganier provenant d'Adrar. ....	21
Tableau 3:Dimensions moyennes morphométriques des écotypes des graines d'arganier provenant de l'Adrar .....	22
Tableau 4:Caractéristiques germinatives des graines de l'arganier provenant d'Adrar.....	25

## **Résumé**

L'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels joue un rôle crucial tant écologique qu'économique dans les régions arides et semi-arides. Sa multiplication naturelle est très limitée, c'est pourquoi nous produisons artificiellement ses plants par semis au laboratoire. Notre étude s'intéresse sur la germination des noyaux d'arganier provenant du vergé expérimental de la station INRF d'Adrar à travers divers prétraitements. La mesure biométrique de 433 noyaux d'arganier montre respectivement : la longueur ( $20,15 \pm 1,95$  mm), la largeur ( $15,06 \pm 1,58$  mm), l'épaisseur ( $14,59 \pm 1,90$  mm) et le poids ( $2,47 \pm 0,66$  g). Le nombre de carpelles varie de 1 à 4. Le test de germination a également été réalisé à travers 5 prétraitements (T0, T1, T2, T3, T4, T5). Alors, les taux de réussite de la germination les plus élevés ont été obtenus par le (T2) avec un taux de 100 % et le (T1) avec un taux de 91,66%, tandis que le témoin a donné un taux de 60%. Le (T4) a montré des résultats faibles de 10%, tandis que (T3) et (T5) n'ont donné aucun résultat.

**Mots clés :** Arganier, noyaux, biométrie, germination, prétraitements, Adrar.



*Introduction Générale*

L'arganier *Argania spinosa* L. Skeels, également connu sous le nom d'arbre de fer, est une espèce des Sapotacées. Il est endémique Algéro-marocain (Peltier, 0983). En Algérie, il est à l'état sauvage au nord ouest de la wilaya de Tindouf (Kechairi, 2009 ; Ould Safi et *al.*, 2015 ; Kechairi et Abdoun, 2016), sur une superficie d'environ 56000 hectares (Kechairi et Abdoun, 2016).

L'arganier joue un rôle essentiel dans l'équilibre écologique grâce à son système racinaire fort. Il se développe dans les régions où les sols sont pauvres et peu profonds, ce qui contribue à préserver le sol et à lutter contre la désertification (Kechairi, 2018). Le climat dans cette région est de type saharien ( $Q_2 = 0,44$ ) avec une tendance tempérée et une période sèche qui se prolonge tout au long de l'année (Kechairi, 2009 ; Kechebar, 2016).

L'arganier a d'énormes avantages écologiques et socio-économiques. est considérée comme "multi-usages" ; chaque partie ou production de l'arbre peut être utilisée (bois, feuilles, fruits, huiles) et constitue une source de revenus pour l'utilisateur (Miloudi, 2006 ; Benmahioul et *al.*, 2006). Malheureusement, Il est menacé d'extinction par l'absence de la régénération par voie naturelle sous l'influence de différents facteurs, tels que l'action anthropique et les conditions très restrictives du milieu (Berka et *al.*, 2011 ; Kechairi et Abdoun, 2013).

En Algérie, l'espèce est mal connue et peu utilisée dans les plans du boisement national dans les régions arides et semi-arides. Pour cela, il s'agit d'un programme de sensibilisation pour promouvoir les plantations à arganier. Entre autres, la multiplication artificielle et donc, les conditions de germination et les meilleurs prétraitements qui pourraient améliorer les taux de réussite de sa germination.

En conséquence, cette étude présente l'effet de différents prétraitements sur la germination des noyaux d'arganier. Elle a pour objet d'identifier les prétraitements le plus appropriés pour lever la dormance embryonnaire et améliorer le taux de germination. Par laquelle, notre manuscrit est composé de trois chapitres :

- Chapitre 1 : Ce chapitre présente une synthèse des connaissances sur l'arganier, en particulier ses caractéristiques botaniques et écologiques. Poursuivie par une généralité sur les conditions de la germination.

- Chapitre 2 : Ce chapitre décrit en détail le matériel que nous avons utilisé, les méthodes expérimentales que nous avons appliquées et les différents prétraitements de germination que nous avons effectués.
- Chapitre 3 : Ce chapitre présente l'interprétation, l'analyse et la discussion des résultats que nous avons obtenus dans cette étude, en mettant en évidence le traitement le plus efficace pour lever la dormance embryonnaire et améliorer le taux de germination des noyaux d'arganier.



*Chapitre I: Synthèse bibliographiques*

## 1 Historique

Le premier écrit sur l'arganier était en 10<sup>e</sup> siècle, par Ali Ibn Rodhwân qui avait décrit l'usage de ses fruits sans mentionner sa description. Le chercheur égyptien Ibn Al-Baytar en 13<sup>e</sup> siècle a décrit l'arbre sous le nom de "Arjân dans son ouvrage "Traité des simples », le fruit de l'arbre est appelé fruit "Lûz Al-Barar". En 1515, El Hassane Ben Mohamed El Wazzani El Zagayati (connu sous le nom de Jean Leon l'africain) a décrit l'arganier comme étant un arbre épineux qui produit des fruits dont on extrait une huile qui est utilisée pour l'alimentation et l'éclairage.

Le genre *Argania*, qui fait partie de la famille des sapotacées, est créé par Roem et Shoult en 1819. Ce monotype ne regroupe qu'une espèce unique, *Argania spinosa* (El Abed, 2007). Emberger (1938) publia un livre intitulé "Les chèvres et l'arganier". Monnier (1965) a dénoncé des pratiques comme la surexploitation et le défrichement qui menacent l'existence des arganiers.

## 2 Répartition biogéographique

Selon Kechairi (2009, 2018) ; Kechairi et Abdoun (2016), l'arganier se trouve au nord-ouest de la wilaya de Tindouf (sud-ouest algérien). Les entités hydrographiques des sous-bassins versants : Touaref Bouâam, Merkala et Targant ont été définies comme étant l'aire de répartition de l'arganier sur la Hamada du Drâa. Où l'espèce est trouvée entre 254 et 634 m d'altitude. Elle a une superficie de 50670 hectares (Figure 1).

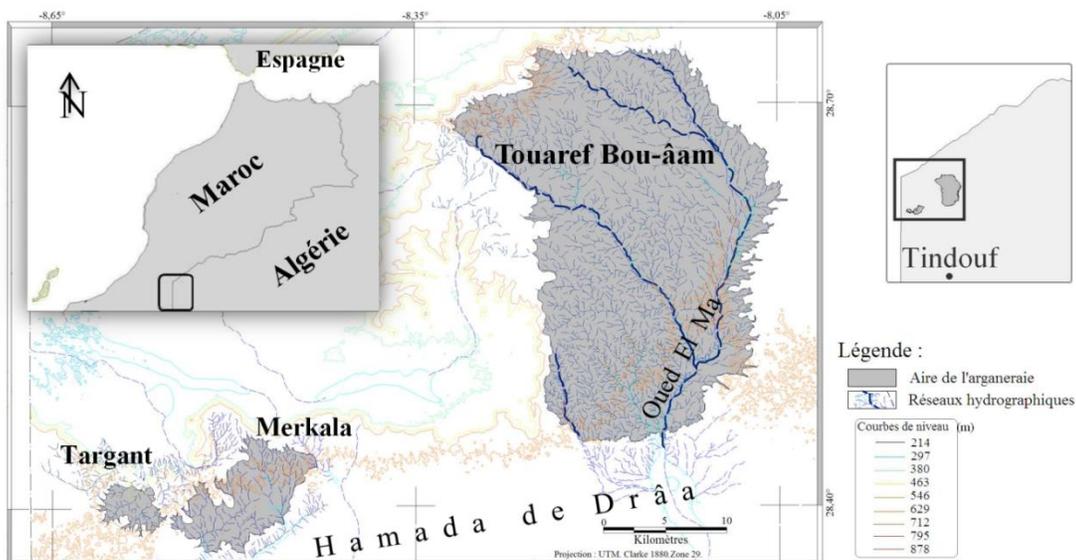


Figure 1: Localisation géographique de l'arganeraie de Tindouf (Kechairi, 2018).

### 3 Classification et description botanique

#### 3.1 Classification

L'arganier *Argania spinosa* L. Skeels est une espèce endémique Algéro-marocaine (Peltier, 1983). Il fait partie de la famille des *Sapotacées*, une famille principalement tropicale. Selon Quézel et Santa (1962-1963), l'arganier est classé en:

Embranchement :	Spermatophytes
Sous Embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous classe :	Gamopétales
Ordre :	Ebénales
Famille :	Sapotacée
Genre :	<i>Argania</i>
Espèce :	<i>Argania spinosa</i> L. Skeel.
Nom vernaculaire :	Argane

#### 3.2 Description botanique

##### 3.2.1 Fruit

Le fruit est une baie constituée d'un ou plusieurs amandes. Il est composé de cartilage ligneux, de mésocarpe et d'endocarpe (Kenny, 2007). La pulpe grasse possède un noyau extrêmement dur qui contient généralement 2 à 4 cavités contenant des amandes, également appelées localement «amandons». Les graines, qui se soudent également entre elles, ont un tégument qui s'indure très fortement et de manière inhabituelle, imitant un noyau (Bellefontaine *et al.*, 2011).

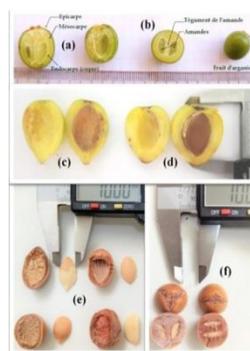


Figure 2 : Fruits et amendons d'*Argania spinosa* (Kechairi, 2018).

Légende : Coupes transversale et longitudinale de petit fruit d'arganier (a, b) ; coupe longitudinale de fruit d'arganier mûres de forme ovale apiculée (c) et de forme ovale (d) ; Coupes sur graines et formes d'amandons : longitudinales (e), et transversales (f).

### 3.2.2 Fleure

L'arganier possède une fleur monoïque, pentamère, composée de glomérules situés aux entre-nœuds et à l'aisselle des feuilles, et qui peut être composée de 15 fleurs et plus (Perrot, 1907 ; Ferradous *et al.*, 1996 ; Bani-Aameur, 2000). Le calice et la corolle sont chacun constitués de 5 sépales et 5 pétales (Boudy, 1952 ; Gaussen *et al.*, 1982 ; Kechairi, 2018), mais le nombre peut varier jusqu'à 10 (Allach, 2012). L'androcée se compose de cinq étamines avec des filets courts (Gaussen *et al.*, 1982). L'ovaire ovoïde, surmonté d'un style conique, ne contient que deux ou trois carpelles uniovulés (Mhirit *et al.*, 1998 ; Errouati, 2005) (Figure 3).

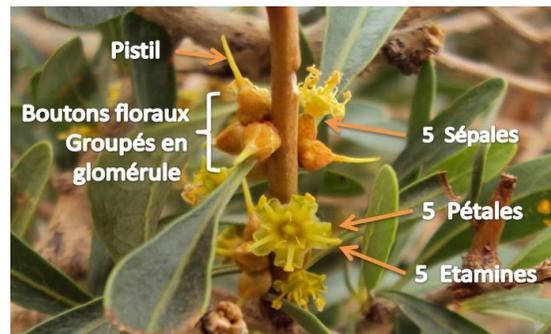


Figure 3: Composition florale et boutons floraux d'arganier (Kechairi, 2018).

### 3.2.3 Feuille

Les feuilles d'*Argania spinosa* sont alternées et longues de 2 à 3 cm, en forme de spatule ou lancéolées. La face supérieure est de couleur vert sombre, tandis que la face inférieure est plus claire (Figure 4). En cas de sécheresse intense, l'arbre perd tout son feuillage. Cette condition peut persister pendant plusieurs années, puis les feuilles sub-persistantes réapparaissent peu après le retour des pluies (Riedacker *et al.*, 1993).

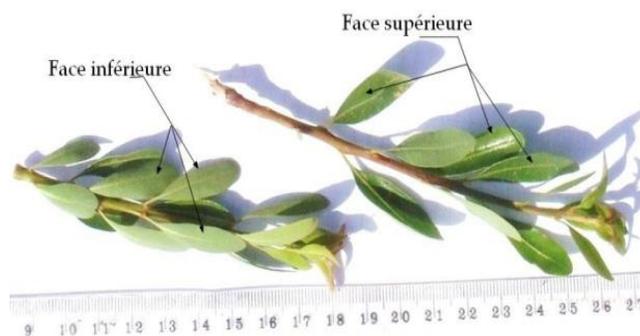


Figure 4: Rameau feuillé d'arganier (Kechairi, 2009).

### 3.2.4 Bois, Tronc, Âge

Le bois de l'arganier est très dur, compact et dense (de densité 0,9 à 1), est connu sous le nom de « bois de fer ». Les jeunes branches ont peu de fibres libériennes, et l'aubier ne constitue qu'une fine bande jaune clair (Saint-Laurent, 1932) ; Le tronc : Il est court (2 à 3 mètres) et tortueux, avec des tiges entrelacées qui ont un aspect similaire à celui de la «peau de serpent» (Nouaim *et al.*, 1993) ; Pour l'âge de l'arganier, il est difficile de l'estimer en raison de la croissance irrégulière du bois et de la faible visibilité des cernes de croissance (Boudy, 1950 ; Berthier, 1966), mais il est estimé d'environ 250-300 ans (Ehrig, 1974) (Figure 5).

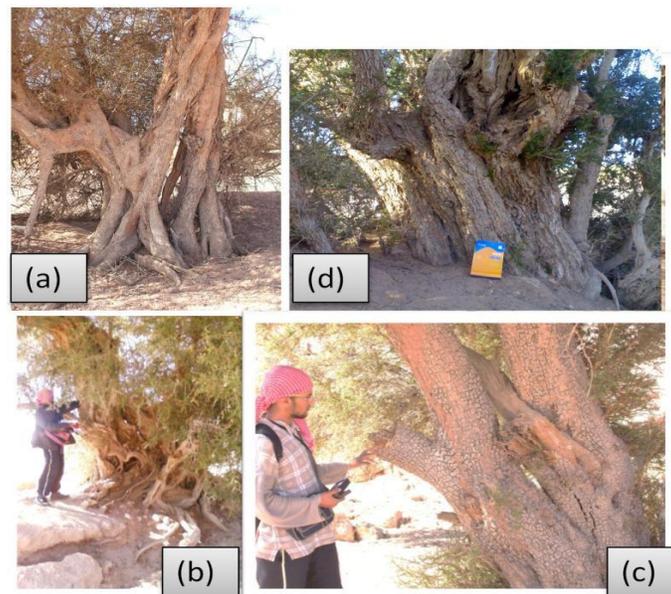


Figure 5: Types du tronc de l'arganier (Kechairi, 2018).

Légende : Tronc entrelacé d'écorce lisse (a); tronc Ardif en dépérissement (b); coupe sur tronc d'écorce écailleux (c); gros tronc Ardif enlacé (d).

### 3.2.5 Type de ramification

Sous les conditions édapho-climatiques optimales et loin des atteintes anthropiques, la ramification de l'arbre est fortement dense (Boudy, 1950; Kechairi, 2009). Selon Zahidi *et al.* (1995), les types morphologiques des rameaux intermédiaires comprennent les types très épineux et très ramifiés, les types inermes peu ramifiés, les types épineux ramifiés, les types épineux peu ramifiés et les types moins épineux peu ramifiés. Un type épineux très feuillu a été observé à un endroit inaccessible aux Targant (Figure 6).



Figure 6: Types de ramification de l'arganier (Kechairi, 2018).

Légende : Ramification très lignifiée avec épines axillaires, terminales et latérales, alternées portant des feuilles modiques (a); Rameaux épineux possédant des feuilles sessiles opposées (b); Rameau sans épines terminé par bourgeon apical porte des feuilles symétriques, sessiles et lancéolées assez longues (c); Rameau terminé par bourgeon sans épines possédant des feuilles pétiolées regroupées en fascicule (d).

### 3.2.5 Systèmes racinaire

Le système racinaire de l'arganier est puissant et profond, s'étendant jusqu'à 30 mètres (Tonelli et Gallouin, 2013). Nouaim *et al.* (1991) discutent de l'existence d'une association symbiotique entre les racines de l'arganier et les champignons possédant des vésicules et des arbuscules, ce qui pourrait contribuer à la résistance de l'arbre à la sécheresse tout en favorisant une meilleure absorption minérale (Figure 7).



Figure 7: Système racinaire d'arganier, sur lit d'oued limono-sablonneux à oued El-Ma (a) ; et entre les fissures gréseuses à Targat (b) (Kechairi, 2021).

## 4 Écologie

L'arganier peut résister à des conditions écologiques extrêmement dures, selon des études biologiques, physiologiques et génétiques (Kermiche et Labiod, 2018). Il vit dans des bioclimats sahariens, arides et semi-arides en Afrique Nord-Occidentale (Alifriqui, 2004 ; Beladjmi et Kechairi, 2018).

## 4.1 Climat

### 4.1.1 Température

L'arganier est une espèce à la fois xérophile qui préfère la sécheresse et une chaleur élevée, voire 50°C (Faouzi *et al.*, 2015 ; Kechairi *et al.*, 2018 ; Kechairi et Benmahiou, 2019). Il ne se développe plus à des températures basses (-2,5°C), ce qui limite sa croissance en altitude et dans les régions connues par les vagues du gel, comme les steppes algériennes (Djebbouri *et al.*, 2024).

### 4.1.2 Pluviométrie

Selon Kechairi et Abdoun (2016), l'arganier peut s'adapter à des conditions de faible pluviométrie, comme à Tindouf, où les précipitations annuelles ne dépassent pas 45mm. Même si l'arganier nécessite une pluviométrie de 500mm par an, il peut tout de même survivre dans des régions plus sèches.

### 4.1.3 Humidité

La présence des arganiers sur les côtes de l'océan atlantique est due à leur besoin d'une atmosphère humide, en particulier pendant la saison estivale et automnale (M'hirit *et al.*, 1998). Mais la réussite de la plantation de l'arganier à la région d'Adrar et Timimoun prouve l'indépendance de l'effet humidité de l'aire sur le développement et la fructification de l'arbre dans les endroits les plus continentaux (Kechairi *et al.*, 2018 ; Ould safi *et al.*, 2024).

## 4.2 Facteur édaphique

*Argania spinosa* s'adapte mieux aux sols les plus ingrats en raison de sa rusticité et de son indifférence à la nature lithologique du sol (Silice, Calcaire, Schiste). Cet arbre peut pousser sur des sols très pauvres et même légèrement salés (Nouaim, 1995).

## 5 Phénologie

La défoliation est le trait phénologique le plus distinctif de l'arganier. Effectivement, certains sujets isolés ou même des cantons entiers peuvent perdre leur feuillage et l'arbre vit une vie ralentie afin de reverdir lorsque la saison est propice (Emberger, 1938).

## 6 Intérêt et usages

### 6.1 Protection environnement

L'arganier est également crucial pour maintenir l'équilibre écologique et préserver la biodiversité et l'environnement. Il contribue au maintien du sol et protège contre l'érosion hydrique et éolienne qui menace de désertifier une bonne partie de la région grâce à son système racinaire

puissant (Charrouf, 2007). De plus, il peut permettre une production agricole importante dans les conditions climatiques difficiles grâce à son effet ombrage et améliorateur du sol par son enrichissement en matière organique (chute des feuilles) (Charrouf, 2000). Par conséquent, l'arbre est considéré comme une barrière naturelle contre la désertification (Ottmani, 1995).

## **6.2 Production de bois**

Le bois est un meilleur charbon que le chêne vert en raison de sa densité et de sa lente combustion. Il est utilisé pour construire des charpentes, des travées, des araires, des serrures, des manches d'outils agricoles, des tuteurs et des clôtures, grâce à son tronc mais surtout à ses branches très résistantes, bien qu'elles soient noueuses (Bellakhdar, 1997).

## **6.3 Production pastorale**

Les feuilles de l'arganier servent de véritable pâturage suspendu pour les camelins et les caprins. La pulpe des fruits secs est une source de nourriture pour les animaux. Le tourteau résiduel de l'extraction d'huile est utilisé aussi comme complément énergétique pour l'engraissement des bovins (Radi, 2003).

Selon HAWA (2007), la production pastorale moyenne de l'arganeraie est estimée à 200 UF/ha par an, ce qui équivaut à environ 174 millions d'unités fourragères, soit 1740000 quintaux d'orge.

## **6.4 Production de l'huile**

Aujourd'hui, l'huile d'argan est bien appréciée au niveau mondial. Maintenant, comme produit cosmétique, elle est encore plus chère (Aboudrare *et al.*, 2009 ; (Kechairi et Khodja-Redjem, 2021). L'huile d'argan est divisée en deux types : l'huile alimentaire, qui est extraite des amandons torréfiés, et l'huile cosmétique, qui est extraite des amandons non torréfiés (Gharby *et al.*, 2012 ; Kechairi, 2018).

# **7 Germination**

## **7.1 Définition**

La germination est une période de transition pendant laquelle les graines dormantes reprennent leur croissance et leur développement cellulaire. La germination correspond à une transition d'un état de vie ralentie à un état de vie actif, au cours de laquelle les réserves métaboliques de

l'embryon sont activement métabolisées pour assurer la croissance de la plantule (Jeam *et al.*, 1998).

## **7.2 Types de germination**

### **7.2.1 Germination épigée**

Les graines sont extraites du sol par la croissance rapide de la tige, ce qui donne naissance à l'hypocotyle, qui soulève les deux cotylédons hors du sol. Au-dessus des deux cotylédons, la plumule se développe (après la radicule) et donne naissance à une tige feuillée. L'épicotyle est produit par le premier entre-nœud, la première feuille qui se trouve au-dessus des cotylédons étant la feuille d'origine (Ammari, 2011).

### **7.2.2 Germination hypogée**

Les graines demeurent dans le sol, les tiges ne se développent pas et les cotylédons demeurent dans le sol (Ammari, 2011).

## **7.3 Condition de la germination**

### **7.3.1 Condition internes**

Les conditions internes de la germination sont liées à la graine elle-même, qui doit être vivante, pleine, prête à germer (non dormante) et en bonne santé (Jeam *et al.*, 1998).

### **7.3.2 Conditions externes**

#### **7.3.2.1 Eau**

D'après Soltner (2005), l'eau est indispensable à la libération des réserves contenues dans la graine, les rendant accessibles à l'embryon. Elle joue également un rôle crucial dans l'augmentation du volume des cellules embryonnaires.

#### **7.3.2.2 Oxygène**

La germination nécessite un faible niveau d'oxygène. Les graines se développent parfaitement dans des conditions humides (2 à 5%) (Hariki et Labiod, 2018).

### 7.3.2.3 Température

Le rôle de la température sur la germination est double : soit directement par l'augmentation de la vitesse des réactions biochimiques, c'est pourquoi il suffit d'augmenter la température de quelques degrés pour favoriser Mazliak (1982), l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon peut être indirect (Chaussat et Deunff, 1975).

## 7.4 Phase de la germination

### 7.4.1 Phase d'imbibition

Il s'agit d'un phénomène d'entrée d'eau rapide et passive dans les graines. L'eau pénètre dans les enveloppes par capillarité (Chaussant et Deunff, 1975).

### 7.4.2 Phase de germination sensu-stricto

Il s'agit d'une étape cruciale car elle influence le développement ultérieur de la plantule (Côme, 1982).

### 7.4.3 Phase de croissance

L'étape de l'augmentation de l'absorption d'eau et de la consommation d'oxygène est cruciale car elle influence le développement ultérieur de la plantule (Côme, 1982) (Figure8).

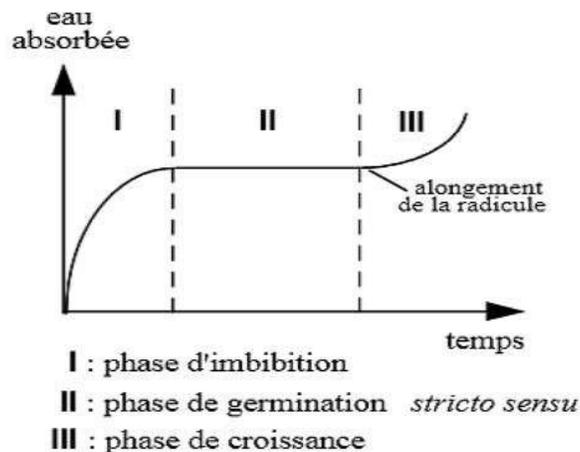


Figure 8: Courbe théorique d'imbibition d'une semence (Côme, 1982).

## 7.5 Obstacles de la germination

Les obstacles à la germination sont tous les éléments qui entravent le développement d'un embryon non dormant lorsqu'il est placé dans des conditions adéquates (Mazliak, 1982). Selon

Soltner (2001), les semences qui ne germent pas dans les différentes conditions de milieu sont appelées semences "dormantes". Leur dormance peut être liée soit aux téguments, soit à l'embryon, soit aux deux à la fois.

### **7.5.1 Dormances embryonnaires**

Dans cette situation, les problèmes de germination se trouvent dans l'embryon et sont les véritables dormances. L'état de dormance de l'embryon lors de la récolte des semences est connu sous le nom de "dormance primaire". Dans d'autres situations, l'embryon est capable de se développer, mais il perd cette capacité en raison de différents facteurs qui entravent la germination, ce qui est appelé "dormance secondaire" (Chaussat et Ledeburff, 1975).

### **7.5.2 Inhibitions tégumentaires**

Les graines dures subissent des dormances tégumentaires en raison de leur imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène (Soltner, 2001). Selon Mazliak (1982), il est possible de définir les inhibitions tégumentaires de manière simple : les semences ont des enveloppes entièrement imperméables à l'eau, tandis que les enveloppes séminales ne sont pas suffisamment perméables à l'oxygène.

En effet, les téguments de la graine d'Arganier sont extrêmement durs, ce qui entraîne des difficultés d'inhibition et rend les germinations en pépinière et lors de semis directs aléatoires. Certains traitements peuvent faciliter la résolution de cette difficulté (Berka et Harfouche, 2001)

## **7.6 Paramètres liés à la germination**

### **7.6.1 Taux de germination (TG)**

Le taux de germination (TG) est le pourcentage maximal de graines germées par rapport au total des graines semées (Come, 1970). La formule suivante permet de calculer le taux de germination : **TG= nombre de graines germés/nombre total mis en germination × 100**

### **7.6.2 Temps de latence TL (jour)**

Il correspond au temps compris entre le début du test de germination et le moment où le premier gland a germé.

**7.6.3 Temps moyen de germination de 50% des graines (jour)**

Il représente le temps moyen nécessaire à la germination de 50 % des graines.

**7.6.4 Durée de la germination (jour)**

Le temps total accumulé, depuis le début de la germination jusqu'à l'obtention d'un pourcentage complet ou attendu du taux de germination global pour une période spécifique.

**7.6.5 Taux moyen de germination en temps moyen (T50%)**

Ce paramètre permet d'avoir une idée sur l'évolution des pourcentages des glands germés dans un délai égale à la moitié de la durée de germination.

**7.6.6 Vitesse de germination**

La vitesse de germination est exprimée par la valeur maximale, qui correspond à la germination journalière moyenne maximale (pourcentage cumulé de germination des graines divisé par le nombre de jours écoulés depuis le semis) atteinte au cours de l'essai.



*Chapitre II :*  
*Matériel et Méthodes*

## 1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans le cadre de cette étude est constitué des noyaux d'arganier fraîchement récoltés de la provenance d'Adrar. La récolte a été effectuée manuellement par le directeur de la station INRF-Adrar M. Ould Safi Mohammed au mois février 2024. La partie expérimentale a été menée au niveau du laboratoire de département d'écologie et environnement, Faculté SNV/STU – Université de Tlemcen. Le but est d'étudier la variabilité morphométriques des noyaux par une mesure biométrique d'une part, et de tester les différents prétraitements qui améliorent le taux de germination d'autre part.

La wilaya d'Adrar situe dans le centre du Sahara algérien, avec une superficie de 427968 Km. Elle est limitée au nord par la wilaya d'El-Bayad, au nord-ouest par la wilaya de Bechar, à l'ouest par la wilaya de Tindouf, au sud par le Mali, au sud-ouest par la Mauritanie, au sud-est par la wilaya de Tamanrasset et au nord-est par la wilaya de Ghardaïa. Elle est trouvé dans le cadre géographique 3° 14' E et 1° 22' W ; 26° 30' N et 28° 30 N au Nord. Ella a une altitude moyenne de 222m (Settou, 2013 ; Benhamida, 2015 ; Hidaoui Ahlam, 2015).

Le tableau 1, résume les données bioclimatiques de la région de la provenance pour la période (1986-2016) ainsi que les caractéristiques du sol dans la région étudiée. Le climat de cette région est de type Saharien aride et hyperaride, avec des températures très élevées en été et des précipitations très rares et faibles tout au long de l'année. cette zone est caractérisée par une période sèche qui s'étend sur toute l'année (Kechairi et *al.*, 2018).

Tableau 1: Caractéristiques abiotiques de la provenance (Kechairi et *al.*, 2018).

Sites d'étude	Adrar
Altitude (m)	259
Précipitation moyenne (mm)	33,5
Q2 Quotient d'Emberger	2,53
T° minima (°C)	5
Étage bioclimatique	Saharien à hiver tempéré
Texture du sol	Sablono-limoneuse
Continentalité pluviale 'C'	1,81
Continentalité thermique 'K'	31,28
Indice de continentalité large	Climat continental sens
Indice d'aridité (I)	0,98 Plus aride
Humidité relative de l'aire, HR (%)	38,88

## 2 Au laboratoire

Le travail a été commencé le mois d'avril jusqu'au mois de juin pour une durée de deux mois qui représente temps de suivi des taux des germinations selon les prétraitements sélectionnés. Nous signalons ici, que notre travail constitue une partie des travaux de recherche de la thésarde Mlle Bendellaa Hadjer, encadrée par M. Kechairi Réda.

### 2.1 Mesure biométrique

Nous avons opté un tri en fonction de la forme de 433 noyaux d'arganier en se basant sur le tri biométrique des écotypes de Kechairi (2018). Chaque groupe des noyaux sélectionné selon sa forme a été placé dans un sac en plastique possédant une codification (Figure 10). Ensuite, nous avons effectué un ensemble des mesures biométriques : la longueur, la largeur et l'épaisseur par l'utilisation d'une pied-à-coulisse (Figure 11), et pesé le poids des noyaux à l'aide d'une balance de précision (figure 12).

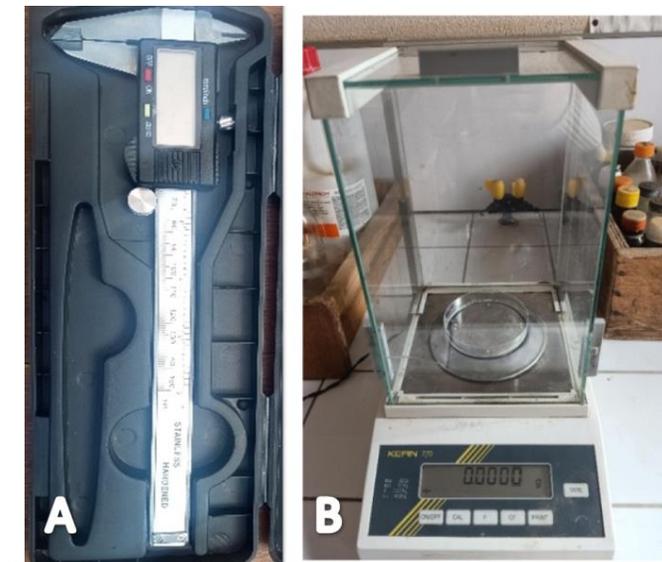


Figure 9: Matériel utilisé pour la biométrie (A : Pied-à-coulisse ; B : Balance de précision).



Figure 10: Les formes des graines d'arganier (originale).

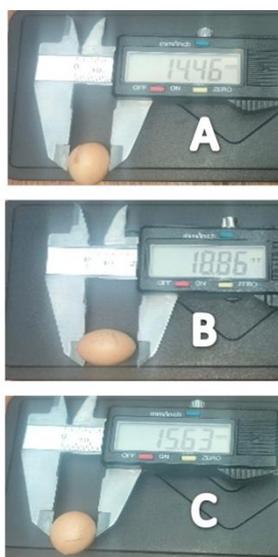


Figure 11: Mesure d'épaisseur (A), longueur (B), largeur (C) (originale).



Figure 12: Balance de précision (originale).

Pour l'analyse statistique descriptive nous avons distingué les variables quantitatives qui sont les dimensions mesurées (longueur, largeur, épaisseur) et le poids de chaque noyau. Cependant, la variable qualitative est le nombre de carpelles à chaque noyau (Figure 13).

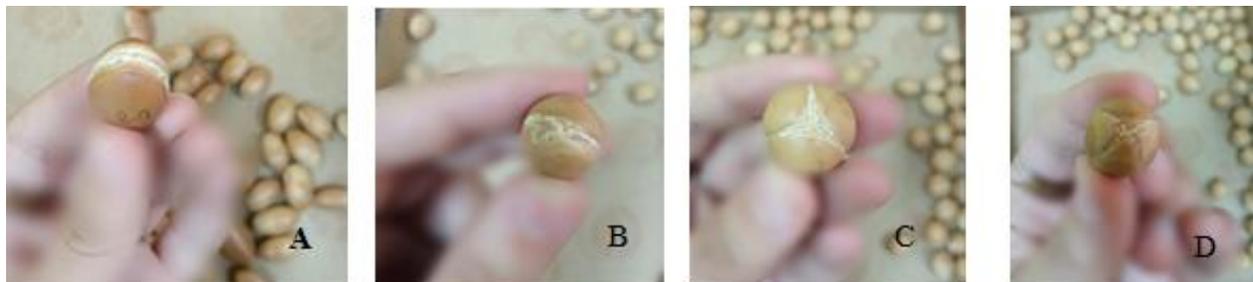


Figure 13: Nombre des carpelles des noyaux (A: 1 carpelle; B: 2 carpelles; C: 3 carpelles; D: 4 carpelles) originale.

## 2.2 Tests de germination

Les noyaux d'arganier se caractérisent par une coque dure qui entrave sensiblement leur germination sous les conditions naturelles. En conséquence, nous cherchons par la présente étude d'appliquer un ensemble des prétraitements pour but de faciliter et d'accélérer le processus de germination.

### 2.2.1 Matériel utilisé

Pour se faire, nous avons utilisé le matériel suivant : Bavettes, eau distillée, étuve obscure stérile, étiquettes, papier absorbant, coton. Les produits chimiques sont constitués d'Eau oxygénée 10 volumes, Acide sulfurique concentré à 96%, l'eau de javel, Acide gibbérellique, alcool (Figure 14).



Figure 14: Produits chimiques : A : l'eau de javel, Eau oxygénée 10 v, Acide sulfurique 96% ; B Acide gibbérellique (Originale)

- Le matériel en verre utilisé est constitué d'une Fiole jaugée 1000 ml, Bêchers et Boîtes de Pétri (Figure 15).



Figure 15: Matériel en verre (original)

- Le matériel en plastique utilisé est constitué de Boîtes en plastique, Pissettes et Gants (Figure 16).



Figure 16: Matériel en plastique (originale)

## 2.2.2 Protocol expérimental

### 2.2.2.1 Acide gibbérellique

Pour la préparation de la solution d'acide gibbérellique à 1000 ppm, nous avons préparé la solution mère en dissolvant un gramme d'acide gibbérellique dans 1 litre d'eau distillée pour obtenir une solution mère de 1000 ml dans une fiole jaugée. Ensuite, nous avons prélevé 100 ml de cette solution mère et nous l'avons dilué à 900 ml d'eau distillée pour obtenir une solution à 1000 ppm (Figure 17).



Figure 17: Solution mère d'acide gibbérellique (originale).

### 2.2.2.2 Test de flottaison

L'application du test de flottaison sur les noyaux d'arganier sert à sélectionner les noyaux sains. Avec lequel, les noyaux qui coulent sont pleins et sains, tandis que ceux qui flottent sont vides ou endommagés et doivent être écartés. Le procédé consiste à faire un trempage dans l'eau ordinaire pendant 24 heures (figure 18). Ensuite, nous avons retiré les noyaux qui flottent et désinfecté ceux qui sont sains avec de l'eau de Javel pendant cinq minutes. Enfin, nous les avons rincés trois fois à l'eau ordinaire.



Figure 18: Teste de flottaison des graines d'arganier (originale).

### 2.2.3 Prétraitements

Dans notre étude, nous avons appliqué sept prétraitements pour lever la dormance des noyaux d'arganier et évaluer leurs paramètres germinatifs.

Les prétraitements que nous avons utilisés sont les suivants :

- ✓ **T0**: Traitement témoin consiste de rien à faire comme traitement ;
- ✓ **T1**: Élimination des téguments ; Retirer la coque dure de certaines noyaux ;
- ✓ **T2**: Trempage des noyaux dans l'eau oxygénée (10 v) à (25°C) pendant 4 jours ;

- ✓ **T3**: Trempage des noyaux dans de l'acide sulfurique  $H_2SO_4$  (96%) pendant 2 heures puis rinçage ;
- ✓ **T4**: Stockage au froid ( $4^{\circ}C$ ) pendant un mois et demi, les scarifiés mécaniquement et les trempés dans une solution d'acide gibbérellique (GA3 à 1000 ppm) pendant 24 heures ;
- ✓ **T5**: trempage des noyaux dans l'acide sulfurique  $H_2SO_4$  (96%) pendant 3 heures puis rinçage ;

Un nombre de soixante noyaux a été compté pour chaque lot des prétraitements réalisés dans notre étude. Les noyaux de chaque lot sont répartis équitablement en trois boîtes de Pétri en verre stérile. Chaque boîte de Pétri a été tapissée en double papier absorbant imbibé d'eau distillée. Les vingt noyaux ont été mis dans chaque boîte de Pétri (Figure 19A). Toutes les boîtes de Pétri, à l'exception de celles contenant le prétraitement 4 (stockage au froid + scarification mécanique + solution d'acide gibbérellique 1000 ppm) ont ensuite été placées dans une étuve stérile à  $25^{\circ}C$  (Figure 19B). Puis, nous exposons les trois boîtes de Pétri restantes du prétraitement 4 à la lumière du jour. En suite, nous avons suivi la vitesse et le taux cumulé de la germination pour une période de 62 jours.

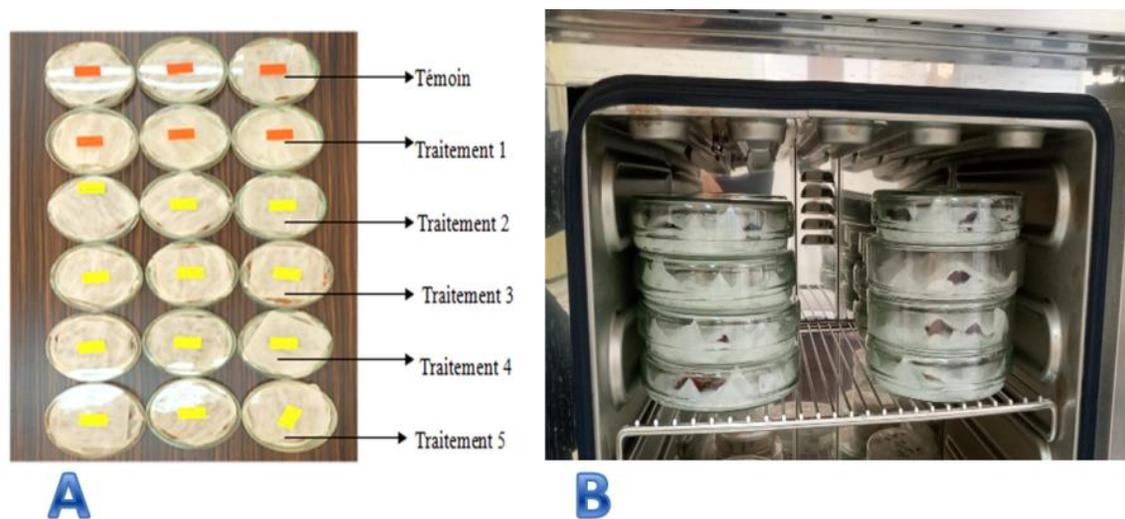


Figure 19: Prétraitements des noyaux d'arganier, dans les boîtes de pétri préparée (A) : étuve réglée à  $25^{\circ}C$  (B) (originale).



*Chapitre III : Résultats et  
discussion*

## 1 Analyse morphométrique des noyaux

Dans cette étude, le test de la loi normale a été réalisé avant le traitement statistique des données en utilisant le logiciel SPSS (version 29. 0. 20). Avec p-value égal à 0,07 notre jeu de données suit une distribution normale.

D'après le tableau 2, les résultats des caractéristiques globales des noyaux d'arganier fraîchement récoltés, provenant d'Adrar, présentent une longueur moyenne de 20,15mm, une largeur moyenne de 15,06mm et un poids moyen de 2,47 g. Ces moyennes sont inférieures à ceux qui sont de la même provenance rapportés par Bendellaa *et al.* (2023), respectivement avec 25,73 mm, 15,8 mm et 3,1 g. L'épaisseur des noyaux d'Adrar est de 14,59 mm du moyenne, ce qui est similaire à celui de la même provenance par rapport le travail de Bendellaa *et al.* (2023), avec 14,58 mm. Le nombre moyen de carpelles des noyaux d'Adrar est de 1,59, ce qui est supérieur à celui de Bendellaa *et al.* (2023) de la même provenance avec 1,29.

Tableau 2: Données descriptives des 5 caractères étudiés des graines d'arganier provenant d'Adrar.

Caractères (mm)	Moyenne	Maximum	Minimum	Médiane
Longueur	20,15±1,95	27,88	15,15	20,08
Largeur	15,06±1,58	20,93	10,35	14,89
Épaisseur	14,59±1,90	20,36	9,17	14,57
Poids (g)	2,47±0,66	5,16	0,93	2,34
N. Carpelles	1,59±0,86	4	1	1

Dans le tableau 3, nous présentons les 4 variables mesurées, la longueur, la largeur, l'épaisseur et le poids des noyaux d'arganier en fonction de leur écotype.

Pour la longueur, les moyennes varient de 21,739 mm à 18,302 mm. La forme OFI est la plus longue avec une moyenne de 21,739 mm et la forme SPT est la plus courte avec une moyenne de 18,302 mm. Alors que celles qui sont rapportées par l'étude Kechairi (2018), provenant de Tindouf montrent des moyennes plus élevées pour les formes OFI et SPT, avec des moyennes respectives de 24,3 mm et 21,8 mm.

Pour largeur, les moyennes varient entre 13,392 mm et 16,946 mm. La forme OFI présente la largeur supérieure avec une moyenne de 13,392 mm, tandis que la forme SPH présente la largeur inférieure avec une moyenne de 16,946 mm. Alors ceux qui sont rapportés par l'étude de

Youssefi (2023), provenant de Tindouf montrent des moyennes plus faibles pour les formes OFI et SPH avec des moyennes respectives de 12,6 mm ; 15,65 mm.

Pour l'épaisseur, la moyenne la plus élevée est de 17,27 mm pour la forme OFI, tandis que la forme SPH affiche la moyenne la plus faible avec une épaisseur de 12,287 mm. L'étude de Youssefi (2023), des noyaux provenant de Tindouf met en évidence des moyennes inverses pour les deux formes OFI et SPH, avec des valeurs respectives de 13,82 mm et 15,25 mm respectivement.

En ce qui concerne le poids, les formes CON et SPH ont les moyennes les plus élevées, avec des valeurs moyennes respectives de 3,059 et 3,130 g. Ces résultats sont convergents par l'étude de Kechairi (2018), provenant de Tindouf, qui présente des valeurs moyennes de 3,9 g pour les deux formes CON et SPH.

Tableau 3: Dimensions moyennes morphométriques des écotypes des graines d'arganier provenant de l'Adrar.

Écotypes	Nbr.	Long. (mm)	Larg. (mm)	Eps. (mm)	Poids (gr)
OFI	60	21,739±1,857	13,392±1,397	12,287±1,755	2,0352±0,6592
OBL	104	21,526±1,516	15,718±1,115	15,063±1,183	2,8285±0,5923
CON	16	21,359±1,181	16,104±1,597	15,628±1,670	3,059±0,713
SPH	58	19,347±1,292	16,946±1,570	17,278±1,727	3,1300±0,6764
OVA	100	19,315±1,318	14,3926±0,856	13,920±0,891	2,1596±0,3219
GOU	46	19,295±1,491	14,233±0,696	13,667±0,867	2,0787±0,3117
SPT	49	18,302±1,317	15,303±1,030	15,187±0,851	2,3253±0,3889

Légende : OFI : Ovale apiculée ; OBL : Oblongue ; CON : Conique ; SPH : Sphérique ; OVA : Ovale apiculée ; GOU : Goutteuse ; SPT : Sphérique aplatie.

## 2 Germination

### 2.1 Taux de germination

Les résultats obtenus montrent que le taux de germination des noyaux d'arganier diffère en fonction des prétraitements utilisés. En effet, nous avons constaté que les traitements qui correspondent à l'élimination des téguments T1 et au trempage dans de l'eau oxygénée à 10 v pendant 4 jours T2, ont améliorés significativement le taux de germination avec 91,66 % et 100 % respectivement, par rapport au témoin T0 (60%) et au T4 (10%). Par contre, aucun résultat n'a été enregistré chez les graines traitées avec T3 et T5 (Figure 20).

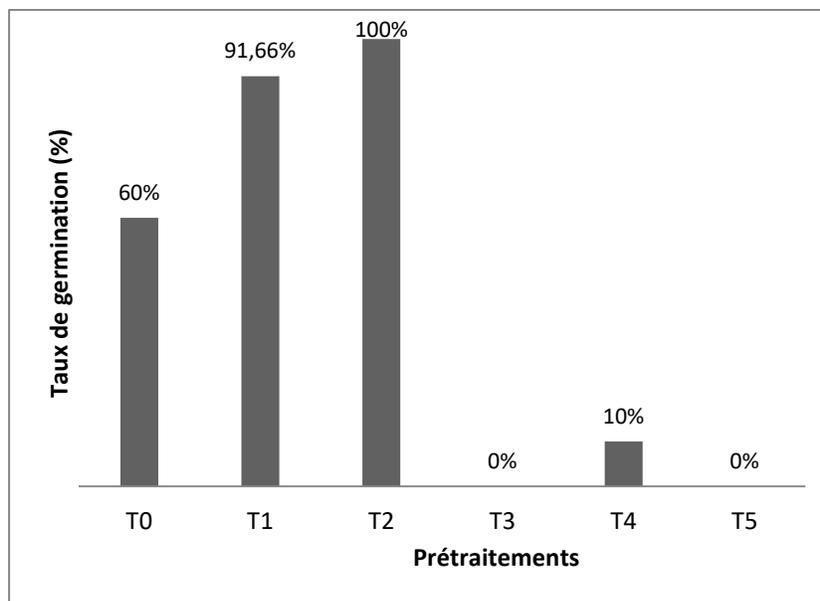


Figure 20: Variation du taux de germination des graines de l'arganier en fonction des prétraitements.

Le trempage des noyaux dans l'eau oxygénée à (10 v) pendant 4 jours (T2) a permis d'obtenir le meilleur taux de germination 100 %. L'eau oxygénée, en tant qu'agent oxydant, peut stimuler la germination en rompant la dormance induite par les téguments (Côme, 1970). Ce résultat est similaire à ceux obtenus par (Maddi ,2022) qui ont rapporté des taux de germination élevés jusqu'à 84% pour une durée de trempage de 15 minutes.

Les prétraitements impliquant le trempage dans l'acide sulfurique à 96% (T3 et T5) n'ont pas permis d'obtenir de germination. L'acide sulfurique, de part ses propriétés corrosives, peut endommager l'embryon et les tissus de réserve des graines (Côme, 1970). Donc, on peut exprimer ces résultats en suggérant que des durées de trempage plus longues pourraient potentiellement augmenter ces dommages.

Le prétraitement combinant le stockage au froid à 4°C pendant un mois et demi, la scarification mécanique et le trempage dans une solution d'acide gibbérellique (GA3 à 1000 ppm) pendant 24 heures (T4) a donné un faible taux de germination 10%. Bien que l'acide gibbérellique soit connu pour lever la dormance embryonnaire et stimuler la germination (Côme, 1970). Dans le cas de cette étude, cela peut être expliqué par deux hypothèses: la première est que la concentration de la solution n'a pas été respectée lors de la préparation, la deuxième est que les conditions de la température ne sont pas optimales.

## 2.2 Caractéristiques germinatives

Les résultats du tableau 4 montrent que pour :

**2.2.1. Le temps de latence TL (jours) :** Le temps de latence de germination des graines d'arganier est fortement influencé par les différents traitements. Pour le témoin T0 et le traitement T4, les graines commencent à germer respectivement après 6 et 5 jours de la mise en germination. Par contre, chez les graines traitées par T1 et T2, ce temps passe de 3 jours à 2 jours respectivement.

**2.2.2. La durée de la germination (jours) :** Les résultats indiquent une variation significative dans le temps nécessaire à la germination des graines d'arganier en fonction du différent prétraitement. Ainsi, les résultats montrent que 100 % des graines germent avec le traitement T2 pendant 10 jours, pour une durée de 09 jours ce taux atteint 10 % avec le T4. Comparativement avec le T0 et T1, la durée nécessaire pour obtenir un taux de germination de 60% et 91 % respectivement, elle est de 23 à 24 jours.

**2.2.3. Le temps moyen (jours) de germination de 50% des graines :** C'est un paramètre très important dans le processus de germination, il représente le temps moyen nécessaire à la germination de 50 % des graines. Appelé aussi la durée médiane de germination (T50). A partir du tableau 6, on constate que 50 % des graines germent au bout de 8 et 7 jours pour T0 et T4 respectivement. Par contre, chez T1 et T2 la moitié des semences germent au bout de 4 et 3 jours respectivement.

**2.2.4. Le taux moyen de germination en temps moyen (T50%) :** Ce paramètre permet d'avoir une idée sur l'évolution des pourcentages des semences germés dans un délai égale à la moitié de la durée de germination. Après une analyse des résultats obtenus dans le tableau 6, nous constatons que les trois traitements T1, T2 et T4, enregistrent un taux moyen de germination de 88 ; 80 et 1,66 % respectivement, par rapport au témoin qui donne une valeur de 46,66%.

**2.2.5. La Vitesse de germination :** La vitesse de germination est exprimée par la valeur maximale, qui correspond à la germination journalière moyenne maximale (pourcentage cumulé de germination des graines divisé par le nombre de jours écoulés depuis le semis) atteinte au

cours de l'essai. Les valeurs obtenues varient de 1 à 3% et de 4 à 10 % de graines germées par jour, pour T4 ; T0 et T1 ; T2, respectivement (tableau 4).

Tableau 4: Caractéristiques germinatives des graines de l'arganier provenant d'Adrar.

Prétraitements	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Temps de latence TL (jours)	6	3	2	0	5	0
Taux de germination final G (%)	60	91	100	0	10	0
Durée de la germination (jours)	23	24	10	0	9	0
Taux moyen de germination (%) en temps moyen (T50%)	46,66	88	80	0	1,66	0
Temps moyen (jours) de germination de 50% des glands	8	4	3	0	7	0
Vitesse de germination (% Graine/jour)	3	4	10	0	1	0



*Conclusion générale*

L'arganier *Argania spinosa* un arbre endémique en Afrique nord-occidentale. Cet arbre robuste, qui peut vivre dans des conditions d'aridité extrême, donne des fruits dont les noyaux contiennent une huile précieuse, utilisée aussi bien dans les produits cosmétiques que dans la nourriture. En raison de l'exploitation excessive et des contraintes environnementales, l'arganier est désormais considéré comme une espèce en danger, ce qui met en évidence l'importance des actions de préservation et de restauration.

Grâce à cette étude, il a été possible d'approfondir les effets de différents prétraitements sur la germination des noyaux d'arganier. Les conclusions obtenues indiquent que certains traitements préliminaires peuvent considérablement augmenter les taux et la vitesse de germination, ce qui ouvre des perspectives prometteuses pour la multiplication artificielle de l'arganier.

L'élimination des téguments et le trempage des noyaux dans l'eau oxygénée sont les prétraitements les plus évidents. Grâce à ces techniques, les taux de germination ont pu être augmentés jusqu'à 100% et les temps de latence et de germination ont été considérablement réduits par rapport aux noyaux non traités.

Il est envisageable d'améliorer les méthodes de germination afin de favoriser la multiplication assistée au laboratoire et en pépinière, ce qui va contribuer à la conservation génétique de cette espèce et à la promotion de ses nombreuses utilisations. De cette manière, la mise en œuvre des meilleurs prétraitements peut être essentielle pour l'élevage des plants destinés aux boisements. Renforçant par laquelle, les efforts de la conservation durable de notre patrimoine « arganier » et de promouvoir les plantations sur sites ex situ pour lutter la désertification en premier lieu.

Nous pouvons déduire que nos résultats semblent pertinents dans le cadre des initiatives visant à inciter les plantations à arganier en Algérie en se basant sur la sélection des meilleurs prétraitements et même les écotypes productifs qui nécessitent des études ultérieures pour une bonne gestion de l'Arganiculture future en Algérie.



*Références bibliographiques*

- Aboudirare A., Lybbert T. et Magnan N. 2009. Le marché de l'huile d'argan et son impact sur les ménages et la forêt dans la région d'Essaouira. Enquête diagnostic, Bulletin mensuel de liaison et d'information du PNTTA, MAPM. 175p.
- Alifriqui M. 2004. L'écosystème de l'arganier. PNUD. Maroc, 124p.
- Allach M. 2012. Variabilidad morfológica, isoenzimática e histológica del argán *Argania spinosa* L. y de su aceite en la región de Chouihya (Berkane, Marruecos): contribución a su propagación in vitro. Tesis de doctorado. Universidad de Granada, Espagne.
- Ammari S. 2011. Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes broutées par dromadaire. Mémoire d'ingénieur en écologie, Faculté Sciences de la Nature et de la Vie et Science de la Terre et de l'Univers, Université de Tlemcen, Algérie, 46p.
- Bani-Aameur F. 2000. Phenological phases of *Argania spinosa* (L.) Skeels flower. Forest Genetics, 7, 333-338.
- Beladjemi S. et Kechairi R. ,2018. Varietal variability of argan tree foliage *Argania spinosa* (L) Skeels in various bioclimatic stages in Algeria. *Genetics & Biodiversity Journal*, 2(1), 1-6.
- Bellakhdar J. 1997. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. La pharmacopée marocaine traditionnelle, Ibis Press Ed. Paris.
- Bellifontaine R., Bouzoubâa Z. et Mathez J. 2011. Le fruit de l'arganier. Est-il une drupe ou une baie. Congrès International sur l'Arganier, Agadir 15-17 décembre. Synthèse des projets de communication, 21p.
- Bendellaa H., Kechairi R., Megharbi A., Kholkhal D., Ibtissam D., Allaoui H. et Azzaz G. 2023. Morphometric characteristics of Argan seeds *Argania spinosa* (L.) Skeels in Algeria according to provenances. *Genetics & Biodiversity Journal*, 7(2), 109-119.
- Benhamida S. 2015. Contribution à l'étude hydrogéochimique de la nappe albiennne dans le bassin occidental du domaine SASS régions (touât – Gourara –Tidikelt) Conférence paper. Décembre 2015 with 176 Reads.
- Benmahioul B., Hamiani M., Belaroug I., et Zerhouni S. 2006. Inductions Morphogenetiques En Culture 'in Vitro' De L'arganier : *Argania Spinosa* L.
- Berka S. et 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.
- Berka S. et 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.
- Berka S., Himrane H., Taguemount D., Tabet M., et Aïd F. 2011. La sauvegarde de l'arganeraie de la région de Tindouf (Algérie). Journée d'étude: L'arganier, vecteur intégratif d'activités durables.
- Berthier P. 1966. Un épisode de l'histoire de la canne à sucre. Les anciennes sucreries du Maroc et leurs réseaux hydrauliques. Étude archéologique et d'histoire économique. Thèse de Doctorat. impr. Ed. Françaises et marocaines 2, Rabat, Maroc.
- Boudy P. 1952. Arganier *Argania spinosa*. Guide du forestier en Afrique du Nord, pp. 185-195.

- Boudy P. 1950. Monographie et traitement de l'arganier. Dans Monographie et traitements des essences forestières (Larose ed. Vol. 2). Paris, France.
- Caussat R. et Le Deunff Y. 1975. La germination des semences. Ed. Bordars, Paris, 232p.
- Charrouf Z. 2000. L'arganier est vital à l'économie du sud-ouest de Maroc, Biofutur, Mars, 220, 54-57.
- Charrouf Z. 2007. 20 ans de recherche-action pour faire de l'arganier un levier du développement durable du milieu rural marocain. Colloque international 27-28 avril 2007, Rabat. Maroc.
- Côme D. 1970. Les obstacles à la germination. Masson et Cie, Paris, 162 p.
- Côme D. 1982. Germination (Chapitre 2), dans Croissance et développement- des feuilles d'arganier: impact environnemental. Bois et Forêts des Tropique, N° 287. Ed, Paris, collection Méthodes, 465p.
- Djebbouri K., Kechairi R., Djebbouri M., Megharbi A. et Ould Safi M. 2024. Potential regions for Argan tree plantations in Algeria using Max Ent bioclimatic modelling. *International Journal of Environmental Studies*, 81(2), 795-807.
- Ehrig F.R. 1974. Die Argania Charakter, Ökologie und wirtschaftliche Bedeutungeines Tertiärreliktes in Marokko. Petermanns Geogr. Mitt., pp. 117-125.
- EL Abed A. 2007. Réactivité thermique et cinétique de dégradation du bois D'arganier Application à l'élaboration de charbon actif par activation chimique à l'acides phosphoriques, thèse de doctorat en chimie, spécialité : Chimie-physique, université Mohammed V- AGDAL, Rabat, 198p.
- Emberger L. 1938. Les arbres du Maroc et comment les connaitre. Paris Larousse, pp. 271-227.
- Errouati A. 2005. Problématique de la régénération assistée et des reboisements à base d'*Argania spinosa* dans la région du massif forestier d'Amsitten (Province d'Essaouira). Thèse de Doctorat, Mémoire de 3ème Cycle, ENFI, Salé, Maroc.
- Faouzi K., Rharrabti Y., Boukroute A., Mahyou H. et Berrichi A., 2015. Cartographie de l'aire de répartition de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) dans la région orientale du Maroc par le GPS. Combiné au SIG. « Nature & Technologie ». C-Sci. De l'Envir., 12, 16-24.
- Ferradous A., Bani-Aameur F. et Dupuis P. 1996 Climat stationel, phénologie et fructification de l'arganier. Actes de l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, 17, 51-60.
- Gausson H., Leroy J.F. et Ozenda P. 1982. Précis de Botanique, Tome II: Végétaux Supérieurs. Masson (Ed.), Paris.
- Gharby S., Harhar H., Guillaume D., Haddad A. et Charrouf Z. 2012. The Origin of Virgin Edible Argan Oil High Oxidative Stability Unravellled. *Natural Product Communications*, (7), 1-3
- Hariki H. et Labiod I. 2018. La germination chez *Argania spinosa* L. Skeels en comparaison avec d'autres espèces oléagineuses. (Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri, Constantine).
- Hawa W. 2007. La gestion participative et le développement des PFNL comme moyen de réduction de la pauvreté féminine en zones rurales : cas du Maghreb et du sahel. Programme de Formation en Gestion de la Politique Economique (G.P.E). Université de Cocody (Cote D'ivoire).
- Hidaoui Ahlam L. A. 2015. Etude du système traditionnel d'irrigation au Sahara,exemple des Foggaras de la région d'Adrar(Touat).

- Jeam P., Catmrine T. et Giues L. 1998. Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris, 150p.
- Kechairi R. 2009. Contribution à l'étude écologique de l'arganier *Argania spinosa* (L) Skeels dans la région de Tindouf (Algérie). (Magister en Écologie et Environnement), Université USTHB, Alger. 75p.
- Kechairi R. 2018. Étude de l'arganeraie de Tindouf: État des lieux, contraintes et perspectives de son développement. Doctorat Ès Sciences forestières, Département des ressources forestières. Université de Tlemcen, Algérie, 196p.
- Kechairi R. 2021. Structure élémentaire de l'arganeraie *Argania spinosa* L. Skeels de Tindouf (Sahara occidental algérien)/Elementary structure of the argan forest *Argania spinosa* L. Skeels of Tindouf (Algerian western Sahara). *Ecologia Mediterranea*, 47(2), 73-84.
- Kechairi R. et Abdoun F, .2016. État des lieux cartographiques de l'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels (Sapotaceae) en Afrique Nord-Occidentale (Algérie et Sahara Occidental). *International Journal of Environmental Studies*, 73(2), 286-293.
- Kechairi R. et Abdoun F. 2013. Les essais pilotes de régénération artificielle de l'arganier à Tindouf en Algérie. Actes du 2ème Congrès International de l'Arganier. Agadir, 9-11 décembre, 63-67.
- Kechairi R. et Benmahioul B. 2019. Comportement des plants d'Arganier (*Argania spinosa* L. Skeels, Sapotaceae) au sud-ouest Algérien (Tindouf, Bechar et adrar). *International Journal of Environmental Studies*, 76(5), 800-814.
- Kechairi R. et Khodja-Redjem A. 2021. Huile d'Argan de Tindouf, perspective sur la traçabilité et défis. In: 2ème Séminaire National d'Ethnobotanique et de Valorisation des Substances Naturelles: Alger, 6/7 Juin 2021. pp. 87-89.
- Kechairi R., Ould Safi M. et Benmahioul B. 2018. Etude comparative de deux plantations d'*Argania spinosa* (L.) Skeels (Sapotaceae) dans le Sahara Occidental Algérien (Tindouf et Adrar). *International journal of environmental studies*, 75(2), 294-308.
- Kechebar M.S. 2016. Caractérisation de l'arganier *Argania spinosa* L. en Algérie et impact de la salinité. Thèse de Magister, Université de Constantine.
- Kenny L. 2007. Atlas de l'arganier. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Maroc, pp 41-49.
- Kermiche N. et Merabti R. 2018. Comment régler le problème de germination chez l'arganier (*Argania Spinosa* L. Skeels). (Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri, Constantine).
- Lakhdari A. et Kechairi R. 2011. La faune de l'arganier de Tindouf (Algérie). Actes du Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semi-arides, Ecologie, pp. 207-211.
- M'hirit O., Bezyane M., Benchekroune F., El yousfi S. et Bendaanoun M. 1998. L'arganier une espèce fruitière forestière à usage multiples, Pierre Mardaga Edit., Belgique, pp. 11- 54.
- Maddi I. 2022. Effet des prétraitements sur la germination de noix de deux provenances de l'Arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels). Mémoire master en écologie, Faculté de science université de medea.
- Mazliak P. 1982. Croissance et développement. Physiologie végétale II. Hermann Ed., Paris, collection Méthodes, 465p.

- Nasri S. et Benmahioul B. 2015. Effet de la contrainte saline sur la germination et la croissance de quelques provenances algériennes d'arganier *Argania spinosa* L. Algerian Journal of Arid Environment "AJAE", 5(2).
- Nouaim R. 1995. Biologie de l'Arganier. In: Acte des journées d'étude sur l'arganier Essaouira 29-30 septembre 1995. Maroc.
- Nouaim R. Chaussod R. Mangin G. et Massillon P. 1991. L'arganier, système racinaire et microflore, Colloque : Ligneux des zones arides, Nancy. France.
- Nouaim R. Piltier J.P., El Aboudi A., Schnabel C. et Chaussod R. 1991. L'arganier: Essai de connaissances sur cet arbre. In: Physiologie des arbres et des arbustes en zones arides et semi-arides, Groupe d'étude de l'arbre. Paris, pp. 389-403.
- Ottmani N.E. 1995. Étude sur l'arganier et la lutte contre la désertification. In : Actes des journées d'étude sur l'arganier. Essaouira 29-30 septembre. Maroc.
- Ould Safi M., Kechairi R., et Benmahioul B. 2015. Situation sanitaire de l'arganeraie de Tindouf (Algérie): Rôle des termites et champignons associé. Dossier spécial: "Innovation en forêt méditerranéenne". Forêt Méditerranéenne 36(3), 311-318.
- Peltier J.P. 1983. Les séries de l'arganeraie steppique dans le Souss (Maroc). *Ecologia Mediterranea*, 9, 77-78.
- Perrot E.M. 1907. Le karité, l'argan et quelques autres sapotacées à graines grasses de l'Afrique. In : Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française, 3, 127-158.
- Quézel P. et Santa S. 1962-1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Ed. Centre national de la recherche scientifique, Paris, 738p.
- Radi N. 2003. L'arganier arbre de Sud-ouest marocain, en péril, à protéger, Thèse pour le diplôme d'état de Docteur en Pharmacie, Univ. De Nantes.
- Riedacker A., Dreyer E., Pafadnam C., Joly H. et Bory G. 1993. Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides, groupe d'étude de l'arbre observation du Sahara et du sahel. John Libbey Eurotext, Paris. 493p.
- Saint-Laurent J. 1932. Études sur les caractères anatomiques du bois et du liber Secondaire dans quelques essences forestières du Maroc dernièrement récoltées par le Dr Maire. Bull. Stat. Rech. Nord de l'Afrique, 2, 49-60.
- Settou D. 2013. Étude hydrogéologique et hydro chimique de LA nappe du continentale intercalaire dans la région du Touat wilaya Adrar.
- Soltner D. 2001. Les bases de la production végétale. Tome III. La plante et son amélioration, 3<sup>e</sup> édition : Paris. 189p.
- Tonelli N. et Gallouin F. ,2013. Des fruits et des graines comestibles du monde entier". Paris, France : Lavoisier Ed.
- Youssefi k. 2023. Variabilité biométrique des noyaux d'arganier *Argania spinosa* L. Skeels d'oued El-Ma (réserve naturelle de l'arganeraie - Tindouf). Mémoire master en écologie, Faculté Sciences de la Nature et de la Vie et Science de la Terre et de l'Univers, Université de Tlemcen.

Zahidi A., Bani-Aameur F. et Dupuis P. 1995. Caractérisation de la ramification de l'arganier. Paper presented at the Actes du colloque international: La forêt face à la désertification: Cas des Arganeraies. 26-28 octobre 1995, Faculté des Sciences d'Agadir (Maroc), pp. 36-52.

## تأثير المعالجات المسبقة في إنتاش بذور شجرة الأركان *Argania spinosa* (L.) Skeels

### ملخص

تلعب شجرة الأركان *Argania spinosa* (L.) Skeels دورًا حاسمًا، بيئيًا واقتصاديًا، في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. تكاثرها الطبيعي محدود جدًا، ولهذا السبب نقوم بإنتاج شتلاتها عن طريق البذور في المختبر. تركز دراستنا على إنبات حبات الأركان المستقدمة من المحطة التجريبية Adrar-INRF من خلال المعالجات المسبقة المختلفة. يظهر القياس البيومتري لـ 433 نواة أركان على التوالي: الطول ( $20.15 \pm 1.95$  ملم)، العرض ( $1.95 \pm 15.06$  ملم)، السمك ( $1.90 \pm 14.59$  ملم) والوزن ( $0.66 \pm 2.47$  غرام). ويتراوح عدد الكرابل من 1 إلى 4. كما تم إجراء اختبار الإنبات من خلال 5 معاملات مسبقة T0، T1، T2، T3، T4، T5. وبذلك حصلت أعلى معدلات نجاح الإنبات في (T2) بنسبة 100% و (T1) بنسبة 91.66%، في حين أعطت السيطرة نسبة 60%. وأظهر اختبار (T4) نتائج منخفضة بنسبة 10%، بينما لم يظهر اختبار (T3) و (T5) أي نتائج. الكلمات المفتاحية: شجرة الأركان، النواة، القياسات الحيوية، الإنبات، المعالجات الأولية، أدرار.

## Effet des prétraitements sur la germination de l'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels

### Résumé

L'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels joue un rôle crucial tant écologique qu'économique dans les régions arides et semi-arides. Sa multiplication naturelle est très limitée, c'est pourquoi nous produisons artificiellement ses plants par semis au laboratoire. Notre étude s'intéresse sur la germination des noyaux d'arganier provenant du vergé expérimental de la station INRF d'Adrar à travers divers prétraitements. La mesure biométrique de 433 noyaux d'arganier montre respectivement : la longueur ( $20,15 \pm 1,95$ mm), la largeur ( $15,06 \pm 1,58$ mm), l'épaisseur ( $14,59 \pm 1,90$ mm) et le poids ( $2,47 \pm 0,66$ g). Le nombre de carpelles varie de 1 à 4. Le test de germination a également été réalisé à travers 5 prétraitements (T0, T1, T2, T3, T4, T5). Alors, les taux de réussite de la germination les plus élevés ont été obtenus par le (T2) avec un taux de 100% et le (T1) avec un taux de 91,66%, tandis que le témoin a donné un taux de 60%. Le (T4) a montré des résultats faibles de 10%, tandis que (T3) et (T5) n'ont donné aucun résultat.

**Mots clés :** Arganier, noyaux, biométrie, germination, prétraitements, Adrar.

## Effect of pretreatments on the germination of the argan tree *Argania spinosa* (L.) Skeels

### Abstract

The argan tree *Argania spinosa* (L.) Skeels plays a crucial role, both ecological and economic, in arid and semi-arid regions. Its natural multiplication is very limited, which is why we artificially produce its plants by seed in the laboratory. Our study focuses on the germination of argan kernels from the experimental of the INRF's Adrar station through various pretreatments. The biometric measurement of 433 argan kernels shows respectively: the length ( $20.15 \pm 1.95$  mm), the width ( $15.06 \pm 1.58$  mm), the thickness ( $14.59 \pm 1.90$  mm) and the weight ( $2.47 \pm 0.66$  g). The number of carpels varies from 1 to 4. The germination test was also carried out through 5 pretreatments (T0, T1, T2, T3, T4, T5). So, the highest germination success rates were obtained by (T2) with a rate of 100% and (T1) with a rate of 91.66%, while the control gave a rate of 60%. The (T4) showed low results of 10%, while (T3) and (T5) showed no results.

**Key words:** Argan tree, kernels, biometrics, germination, pretreatments, Adrar.