

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



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER

En : ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Spécialité : **Écologie**

Par : **Khattab Wahiba**

Thème

**Effet de la durée de stockage des noyaux de l'arganier
Argania spinosa L. Skeels sur la germination**

Soutenu publiquement, le ... / 09 / 2023:

Devant le jury composé de :

Président	M. Babali Brahim	MCA	Université de Tlemcen
Encadrant	M. Kechairi Réda	MCA	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mlle Bensouna A.	MCB	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2022 / 2023



Remerciement

Je tiens tout d'abord à exprimer ma gratitude à Allah pour m'avoir guidée et protégée tout au long de mon parcours. Je remercie également mon encadreur **Réda Kechairi** pour son soutien, son expertise et ses conseils précieux tout au long de la réalisation de mon travail.

Je suis reconnaissante envers les membres du jury pour leur évaluation juste et leur contribution à mon développement académique. Cette expérience m'a permis de grandir et d'apprendre, et je suis reconnaissante envers chacune d'entre elles pour leur rôle dans ma réussite.

Merci encore.



DEDICACE

À ma mère

Qui m'a inspiré à devenir la personne que je suis aujourd'hui.

Tu m'as appris à être fort et à persévérer dans les moments difficiles, tu m'as appris à être confiant, à être aimant et à être fier de qui je suis. Tu seras toujours dans mon cœur et je te remercie pour tout ce que tu as fait pour moi.

À ma sœur

Tu m'as toujours encouragée et inspirée, Tu mon amie et mon confident. Merci d'être toi-même et de m'aimer tel que je suis.

À mes amis

Qui sont toujours là pour moi, peu importe ce qui passe dans ma vie. Vous êtes les personnes les plus fiables, les plus loyales et les plus aimantes que je connaisse. Vous m'avez appris l'importance de l'amitié, de la camaraderie et de soutien. Vous êtes ma famille choisie et je suis tellement reconnaissant de vous avoir dans ma vie.

À ma famille kheche

Je suis tellement chanceuse de vous avoir dans ma vie. Vous êtes des personnes merveilleuses, aimantes et attentionnées, et je suis impatiente de vous connaître mieux. Je suis sûr que nous allons partager de nombreux moments inoubliables ensemble et j'ai hâte de faire partie de votre famille *Wahiba...*

Sommaire

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Liste des abréviations.

Résumés

Introduction page 1

Chapitre I : Généralités sur l'arganier

1. Historique de l'arganier.....	04
2. Répartition biogéographique	05
2.1 Au Maroc.....	05
2.2 Au Algérie	05
3. Caractérisations botanique	05
3.1. Systématique	05
3.2. Description botanique	06
3.2.1 Fruits, noyaux et amonde.....	06
3.2.2 Fleurs.....	07
3.2.3 Feuilles.....	08
3.2.4 Racine.....	09
3.2.5 Bois, Tronc, Age	09
4. Phénologie	10
5. Mode de régénération.....	10
5.1 Par Grains.....	10
5.2 Régénération naturelle.....	10
5.3 Régénération artificiel.....	10
5.4 Par voix végétative.....	11
5.5 Bouturage.....	11
5.6 Marcottage.....	12
5.7 Rejets de souche.....	12
6. Intérêt et usages.....	13
6.1. Intérêt écologique.....	13
6.2. Intérêt socio-économique.....	14
6.2.1 Production pastorale.....	14

6.2.2 Rôle Fourrage.....	14
6.3. Intérêt économique.....	15
6.3.1 Production de bois	15
6.3.2 Production de l'huile	15
7. Généralités sur le polymorphisme des graines d'arganier	16
8. Condition de germination et prétraitements des grains	16
8.1 Condition internes de la germination	16
8.2 Condition externes de la germination.....	16
9. Paramètres liés à la germination.....	17
9.1 Le taux de Germination (TG).....	17
9.2 Taux de Latence TL (jour)	17
9.3 Taux moyen de germination	17
9.4 Durée de la germination (jour).....	17
9.5 Taux moyen de germination en Temps moyen (T50%).....	17
9.6 Vitesse de germination	17
Chapitre II : Présentation de la région d'étude	
1. Situation géographique.....	19
2. Caractéristiques physiques de la willaya de Timimoun.....	19
2.1. Géomorphologie.....	19
2.2. Pédologie.....	20
3. Flore.....	21
4. Bioclimat.....	21
4.1. Précipitations.....	21
4.2. Température.....	22
4.3. Vent.....	23
4.4. Évaporation.....	24
4.5. Humidité de l'air.....	24
Chapitre 3 : Approches Méthodologiques	
1. Matériel végétale	27
2. Au laboratoire	27
2.1. Biométrie	27
2.2. Mode opératoire	27
3. Variables mesurées.....	28

4. Analyse statistique.....	29
5. Test de germination.....	29
5.1. Matériels utilisés.....	29
5.2. Mode Opérateur.....	30
6. Paramètres liés à la germination.....	32
6.1. Taux de germination (TG)	32
6.2 Taux de Latence TL (jour)	32
6.3 Taux moyen de germination	32
6.4 Durée de la germination (jour)	32
6.5 Taux moyen de germination en Temps moyen (T50%).....	32
6.6 Vitesse de germination	32
Chapitre 4 : Résultat et Discussion	
1. Résultats des mesures morphométriques des grains de l'Arganier.....	34
1.1. Paramètres quantitatifs.....	34
2. Tests et suivi de germination.....	37
2.1 Caractéristiques germinatives.....	37
Conclusion.....	41
Références bibliographiques.....	43-50

Liste des abréviations

ITMAS : Institut de Technologie Moen Agricole Spécialisé.

UNESCO : Organisation des Nations Unies de l'Éducation, de la Science et la Culture.

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
Figure 1	Arbre de l'arganier à Tindouf.....	04
Figure 2	Diversité morphométrique de fruits et graines d'arganier.....	06
Figure 3	Fruits, graines et amande d'arganier.....	07
Figure 5	Feuilles de jeunes rameaux non épineux.....	08
Figure 6	Tronc d'arganier à Touiref Bouaam W. Tindouf.....	09
Figure 7	Accumulation du sol d'alluvion sous pied d'arganier.....	13
Figure 8	Système racinaire d'arganier, sur lit d'oued limono-sablonneux à oued El-Ma	14
Figure 9	L'huile d'argan.....	15
Figure10	Localisation de la région d'étude.....	19
Figure11	Variation annuelle de précipitation de Timimoune (2006-2017)	22
Figure 12	Variation moyenne mensuelle du Température à la station de Timimoune (2006-2017).....	23
Figure 13	Variation moyenne mensuel de la vitesse à la station de Timimoune (2006-2017).....	24
Figure 14	Variation moyenne mensuel de l'humidité à la station de Timimoune (2006-2017).....	25
Figure 15	Numérotqtion des grains par années.....	28
Figure 16	Illustarion de la mesure de poids par la balance de précision	28
Figure 17	Matériel en plastique	29
Figure 18	Matériel en verre	30
Figure 19	L'eau de javel, Eau oxygénée, Acide sulfurique.....	30
Figure 20	Illustration de la deuxième étape de la germination des grains.....	31
Figure 21	Illustration de la quatrième étape de la germination des grains.....	32
Figure 22	Caractéristiques germinatives des graines de l'arganier en fonction les années de stockage.	38
Figure 23	Taux cumulé de germination en fonction de date de stockage.....	39

Liste des Tableaux

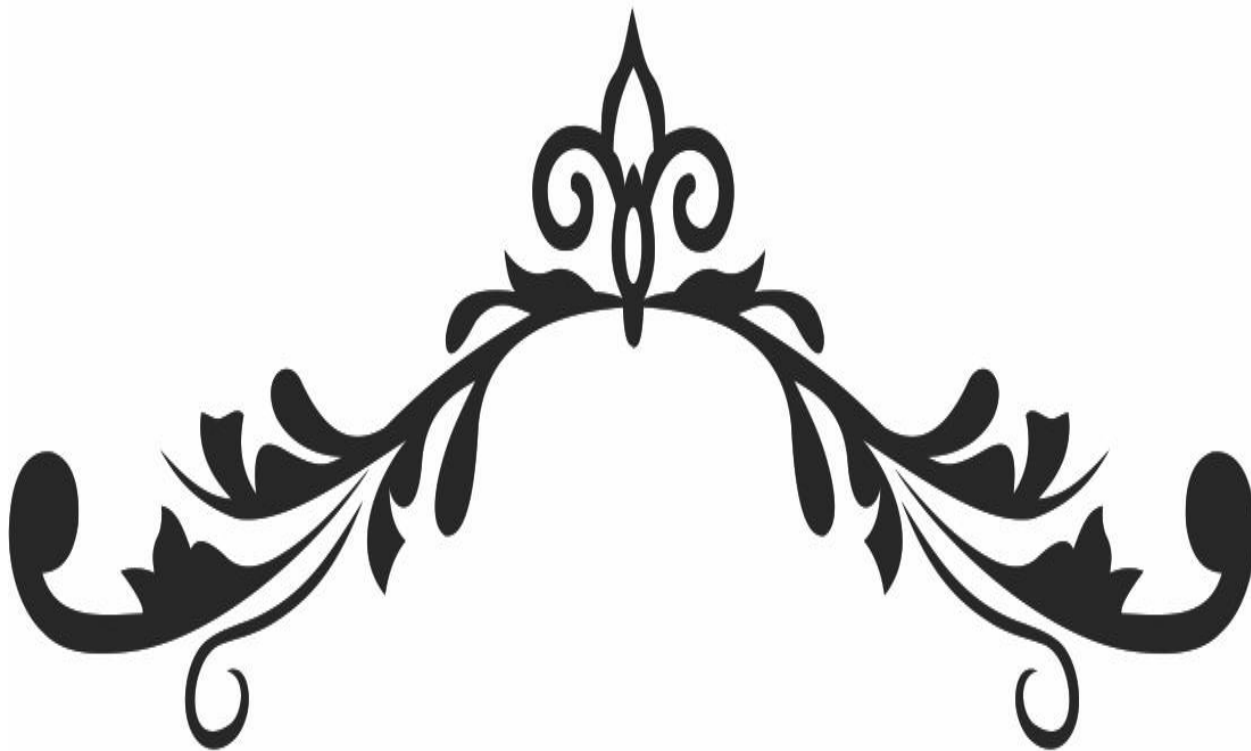
Tableau	Titre	Page
Tableau 1	Moyenne annuelle de précipitation la station de Timimoun (2006-2017).....	22
Tableau 2	Variation moyenne mensuelle de la température à la station de Timimoun (2006-2017)	22
Tableau 3	Variation moyenne mensuel de la vitesse du vent à la station de Timimoun (2006-2017)	23
Tableau 4	Matériels utilisés pour mesure les variabilités biométriques.....	27
Tableau 5	Matériel Végétal et codage.....	32
Tableau 6	Données descriptives des variables qualitatifs étudiées (en mm) de l'année 2017.....	34
Tableau 7	Données descriptives des variables qualitatifs étudiées (en mm) de l'année 2018.....	35
Tableau 8	Données descriptives des variables qualitatifs étudiées (en mm) de l'année 2019.....	35
Tableau 09	Données descriptives des variables qualitatifs étudiées (en mm) de l'année 2020.....	36
Tableau 10	Données descriptives des variables qualitatifs étudiées (en mm) de l'année 2021.....	36
Tableau 11	Données descriptives des variables qualitatifs étudiées (en mm) de l'année 2022.....	37
Tableau 12	Caractéristiques germinatives des grains de l'arganier	37

Titre : Effet de la durée de stockage des noyaux de l'arganier *Argania spinosa* L. Skeels sur la germination

Résumé

Cette étude s'intéresse sur la biométrie et le test de germination des noyaux d'arganier *Argania spinosa* de provenance de l'ITAMS (Timimoun, Sahara algérien). La mesure biométrique nous a permis d'avoir les dimensions suivantes : Longueur $20,50 \pm 1,85$ mm, Largeur $16,29 \pm 1,44$ mm, Épaisseur $14,34 \pm 1,11$ mm, Poids $2,88 \pm 2,8$ gr, Nombre des Carpelles varie de 1 à 4. Le test de la germination effectué confirme que les meilleurs résultats obtenus sont dépendantes de la date de récolte récente, où nous avons un taux de germination plus élevé 90% des noyaux récolté en 2022. En conséquence, la viabilité noyaux d'arganier peut être influencée par leur durée de stockage.

Mots clé : Arganier, noyaux, Variabilité biométrique, germination, Timimoun.



Introduction générale



L'Algérie offre une flore riche et diversifiée, caractérisée par un grand nombre d'espèces endémiques. Cette biodiversité remarquable liée à l'existence de conditions écologiques très variées est parfaitement illustrée par l'arganier qui est l'essence prouvant que l'Algérie est au carrefour de flores d'origines différentes : méditerranéenne et saharienne.

L'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels, une espèce rustique et xérothermophile, qui appartient à la famille tropicale des Sapotacées, dont elle est la seule représentante septentrionale dans la région méditerranéenne (Algérie et Maroc) d'où son endémisme marqué à cette région. Toutes les parties de l'arganier sont utilisables (Nouaim, 1995) En Algérie, l'aire de répartition géographique de l'arganeraie est relativement restreinte avec environ 56.644 ha, sous forme de peuplements dégradés occupant les lits d'oueds sablonneux, graveleux et rocheux (Kechairi et Abdoun, 2016)

L'*Argania spinosa* est un arbre très résistant dont la durée de vie peut aller jusqu'à 150 à 200 ans, il est parfaitement adapté à l'aridité et constitue l'essence la plus originale de l'Afrique du Nord. Elle est caractérisée par un intérêt socio-économique et écologique très important et sa faculté d'adaptation biologique exceptionnelle répondant aux conditions écologiques extrêmes est définie comme un instrument de lutte contre la désertification (Kechairi et al., 2018).

L'Arganier est un arbre à multi usages. Chaque partie de ce dernier (bois, feuilles, fruits, huiles) est utilisable et représente une source de revenu à l'usager. En plus, il joue un rôle irremplaçable dans l'équilibre écologique. Son système racinaire puissant et profond maintient le sol et permet de lutter contre l'érosion qui menace cet équilibre. En effet, le bois est utilisé soit dans la construction d'outils agricoles soit comme combustible sous forme de charbon. Les feuilles constituent une source de nourriture équilibrée pour les animaux et utilisées en cosmétique comme élément de valorisation supplémentaire. L'huile extraite de l'amande est utilisée en alimentation humaine et elle est incorporée dans des produits cosmétiques et pharmaceutiques.

La germination des noyaux d'arganier joue un rôle clé dans la régénération de cette espèce précieuse. Cependant, la durée de stockage des noyaux pourrait avoir un impact significatif sur leur capacité à germer. Il est donc nécessaire de se pencher sur la problématique suivante :

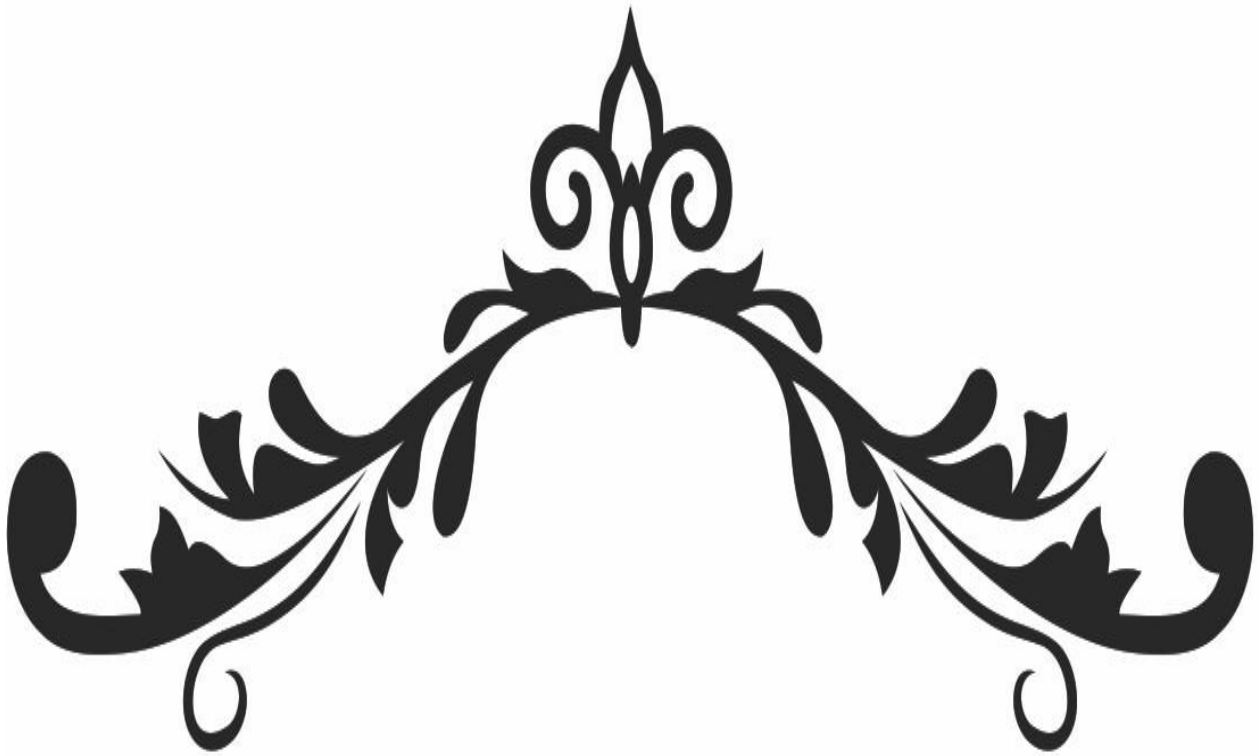
"Quel est l'effet de la durée de stockage des noyaux de l'arganier (Argania spinosa L. Skeels) sur leur taux de germination et leur viabilité ?"

La réponse à cette problématique est basée sur l'étude qualitative (longueur, largeur, épaisseur et poids) et l'étude quantitative le nombre des carpelles, la couleur et la forme. Des grains de l'arganier. Ainsi que par un essai de la germination au niveau de laboratoire, La graine de l'Arganier est caractérisée par la dureté de sa coque, ceci rend la germination difficile et entraîne par conséquent un taux très faible de production.

Notre travail est l'utilisation de plusieurs prétraitements des noix d'arganier de deux provenances pour améliorer leur taux de germination. Au titre de ce travail, le présent mémoire de Master s'articule en quatre chapitres :

- Chapitre 1 : nous présentons des généralités sur l'arganier.
- Chapitre 2 : il s'agit des informations apportées sur la région d'étude (Timimoune). Nous y présentons une revue de la littérature sur ces sujets pour établir une base solide de connaissances.
- Chapitre 3 : renferme une présentation du matériel utilisé et les techniques expérimentales suivie dans notre travail.
- Chapitre 4 : dédiée à la partie expérimentale, où nous exposons en détail les essais réalisés pour étudier la germination des graines. Nous présentons également les résultats obtenus à partir de ces essais.

Enfin, ce travail est clôturé par une conclusion générale et la mise en évidence des perspectives de recherche.



Chapitre 1 : Généralités sur l'arganier



1. Historique de l'arganier

L'arganier vient du mot arabe berbère « *Ærgen* » (Kennny, 2007 ; Kechairi, 2018) qui désigne en dialecte Tachelhait, le noyau en bois dur de fruit de l'arbre, d'où les berbères tirent une huile précieuse : huile d'argan (Rouhi, 1991). L'arbre de l'arganier est très anciennement connu et utilisé par l'homme puisque les premiers écrits sur l'arganier sont ceux de géographes et médecins arabes qui ont étudié la région du Maghreb. Décrit Ibn-Al-Baytār (1219) célèbre médecin égyptien dans son ouvrage « *Traité des simples* » (traduit par Leclerc en 1877), parle de l'arganier et son huile à usage alimentaire, il dit que l'arganier est un arbre épineux, leur fruit est gros et utilisé comme aliment pour les caprins et leur grain donne des huiles comestibles et médicales. En 1515, Hasan El Wazzam dit Jean-Léon, L'Africain évoque dans son livre (description de l'Afrique) parle des arbres épineux qui produisent un fruit pour l'alimentation. Linné (1737) était le premier qui a donné la description spécifique dans son « *hortus cliffortianus* » sous le nom = *Sideroxylon spinosum* L., du *Rhamnus* (Sapotacé) (Radi, 2003). Hosst (1791) mentionne l'utilisation de l'huile dans les usines, notamment à Marseille, dans la fabrication du savon. Selon Nouaim et al. (1991) l'arganier est le seul survivant de la flore tertiaire et d'après (Boudy, 1950) son aire était au tertiaire et au quaternaire, beaucoup plus vaste. Lemeine (1926), publiée à la suite de ses missions dans le Souss un premier article sur la végétation deux types d'arganier. En 1999, l'UNESCO a ajouté cet arbre à la liste de l'héritage mondiale (Wagret, 1962).

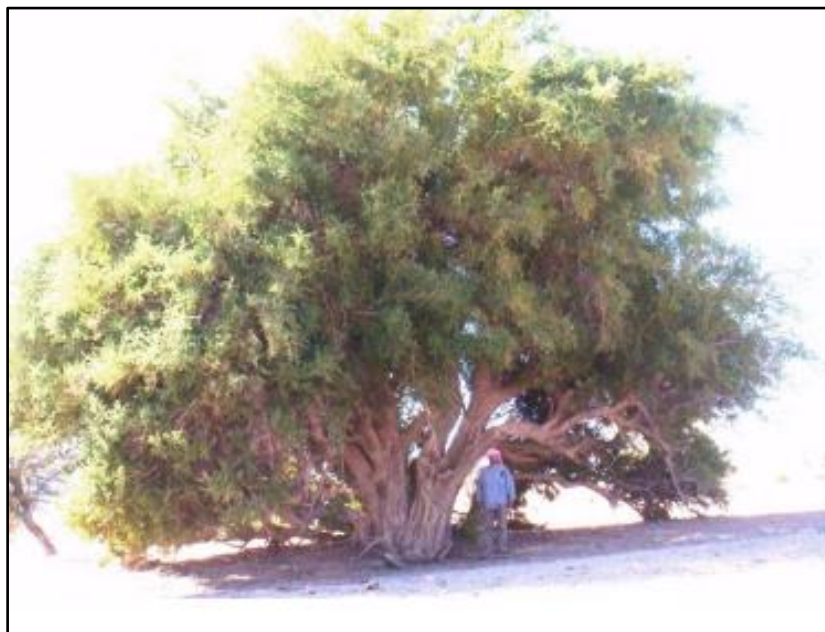


Figure 1. Arbre de l'arganier à Tindouf (Kechairi, 2019).

2. Répartition biogéographique

L'*Argania spinosa* (L.) Skeel est une espèce endémique de l'Afrique du Nord qui appartient à la famille tropicale des Sapotaceae, dont elle est la seule représentante septentrionale dans la région méditerranéenne (Algérie et Maroc) (Faouzi et al., 2014). Cette espèce caractérise par un tempérament thermophile et xérophile mais nécessite une humidité atmosphérique assez élevée (Berka et Harfouche, 2001). L'arganier accepte un étagement altitudinal de grande amplitude se situant du niveau de la mer jusqu'à un plus au moins 1500m (Tarrier et Benzyane, 2003).

2.1. Au Maroc

Au Maroc, l'arganeraie s'étend sur une superficie de 828500 ha (Ayad, 1989), seulement beaucoup d'auteurs s'accordent à penser que de nombreux secteurs, notamment toute la partie méridionale autour de la province d'Agadir, présente une faible densité en arbres, les estimations font état de 500000 ha (De Ponteves et al., 1990).

2.2. En Algérie

L'arganier est essentiellement localisé dans le sud-ouest algérien dans la région de Tindouf (Berka et al., 2018), L'arganier a été introduit à Timimoune par plantation au niveau de ITMAS : Institut de Technologie Moyen Agricole Spécialisé (Seddik et Koutai, 2021).

3. Caractérisations Botaniques

3.1. Systématique

Le nom de l'arganier est associé au village d'Argana dans les collines entre Marrakech et Agadir (Maroc), *spinosa* montre que l'extrémité de certain rameau se durcit en épines (Otmani, 1995). Linnée (1737) dénomme l'arganier dans un premier temps : « *Sideroxylon spinosum* (L.) » de genre *Rhammus* (Sapotacée). Puis Roemer et Schultes ont dénommé l'arganier (*Argania Sideroxylon*), le nom de *sideroxylon* se justifie par le bois de l'arbre qui est extrêmement dur.

Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Gamopétales
Ordre	Ebénales
Famille	Sapotacées
Genre	<i>Argania</i>
Espèce	<i>Argania spinosa</i> L. Skeels

Son nom vernaculaire Argan, Argane, أركان, Arganier, Bois de Fer, Amandier de Berbère

3.2. Description botanique

3.2.1. Fruits, noyaux et amande

Le fruit de l'arganier est naturellement caractérisé par trois formes principales : fusiforme, ronde et ovale (Belcadi et al., 2017) (Figure 3). Le fruit de l'arganier est une drupe de couleur verte formée de :

- Pulpe charnue amère, mais très riche en glucide solubles ou facilement hydrosoluble, Elle est limitée extérieurement par un épiderme fortement épaissi et catanisé recouvrant une zone des cellules allongées.
- L'amande qui est au centre du fruit est enveloppé d'une coque extrêmement dure La graine de l'arganier possède habituellement un à trois embryons, elle est albuminée et gorgée d'huile (Slimani, 1996)



Figure 2. Diversité morphométrique de fruits et graines d'arganier (Kechairi, 2018).

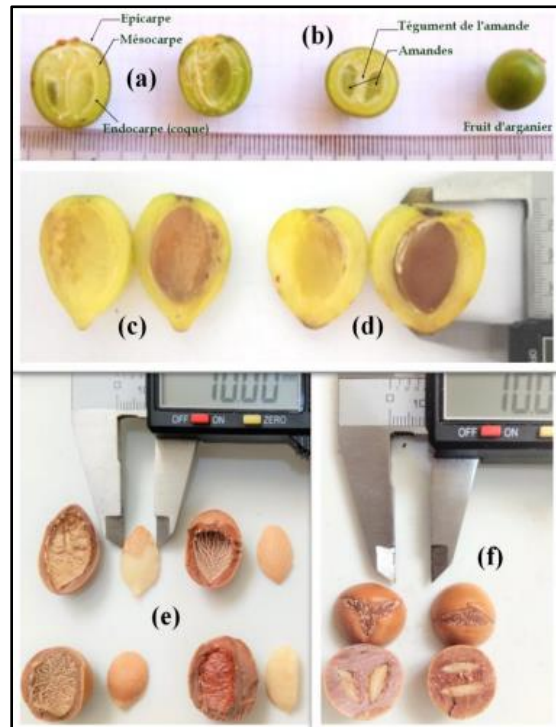


Figure 3. Fruits, graines et amande d'arganier : Coupes transversale et longitudinale de petit fruit d'arganier (a, b) ; coupe longitudinale de fruit d'arganier mûres de forme ovale apiculée (c) et de forme ovale (d) ; Coupes sur graines et formes d'amandes : longitudinales (e), et transversales (f) (Kechairi, 2018).

3.2.2. Fleurs

L'arganier présente une phénologie florale complexe et variable en matière du nombre de boutons floraux (Figure 4). L'arganier est une espèce monoïque, à fleurs hermaphrodites, les inflorescences se présentent en glomérules axillaires, composées chacune de 5 sépales pubescents succédant à 2 bractées. La corolle en cloche est formée de 5 pétales, arrondis, blancs ; les étamines (5) sont à filets courts et portent une grosse anthère mucronée ou obtus. L'ovaire pubescent et supère est surmonté d'un style court et conique, également ou dépassant les étamines (M'hirit, 1987). La floraison de l'arganier a lieu généralement au printemps, voire en automne selon les conditions climatique.



Figure 4. Composition florale et boutons floraux avec styles apparents (Kechairi, 2018).

3.2.3. Feuilles

Les feuilles de l'arganier sont persistantes, alternées de couleur verte sombre en dessus et verte plus clair en dessous (Quezel et santa, 1963) (Figure 5). Elles sont ainsi atténuées à un pétiole plus au moins distinct avec une nervure médiane très nette et des nervures latérales très fines et ramifiées. Il y a deux types de feuilles chez l'arganier : les feuilles simples portées par les rameaux jeunes et les feuilles groupées portées par les rameaux âgés (Zahidi et al., 1994).

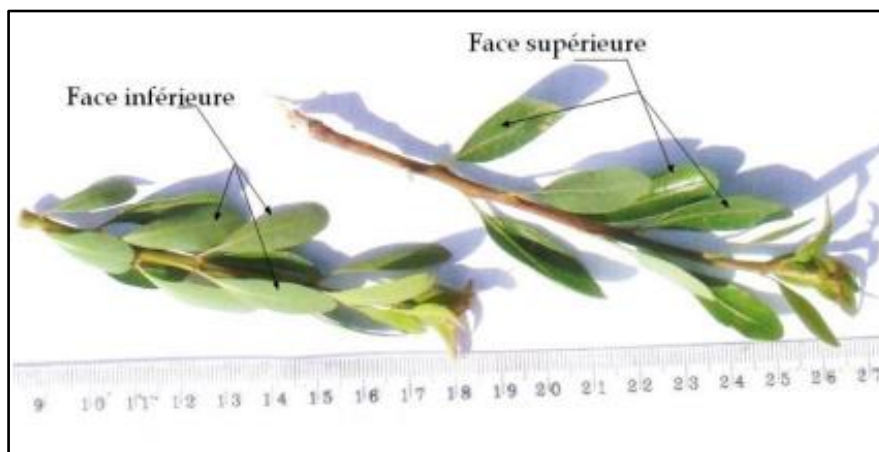


Figure 5. Feuilles de jeunes rameaux non épineux (Kechairi, 2018).

3.2.4. Racines

L'arganier possède un système racinaire de types pivotant, qui peut atteindre une Profondeur de 30mètres ce qui permet ainsi la récupération des eaux à partir de couches profondes, et par conséquent une adaptation de l'arganier à un climat semi-aride et aride (Mokhtari, 2002). De plus, cet arbre possède un important réseau de racines superficielles ayant une grande capacité de renouvellement (Nouaïm et al., 1991). Par ailleurs, l'arganier porte des endomycorhizes à arbuscules dans ses racines (Chaussod et Nouaïm, 1991).

3.2.5. Bois, Tronc, Âge

Le bois de l'arganier est très dur et compact, de densité variant de 0,9 à 1, appelé bois de fer, de couleur blanc-jaunâtre. Il est utilisé comme bois de chauffage (Jaccard, 1926 ; Nouaïm et al, 1991) (Figure 6). Selon Agouzzal (2019) son tronc est court de 2 à 3 mètres, noueux, tourmenté, même souvent multiple et formé alors de plusieurs tiges entrelacées. Le caractère polymorphe de l'arganier est très frappant : en effet, on trouve des formes extrêmement variées selon les ont secteurs et le stade de développement de l'arbre. Parfois il présente l'apparence majestueuse d'un chêne, d'autres fois son tronc noueux et ses rameaux le font ressembler à un olivier. L'âge de l'arganier est difficile à estimer car les cernes sont peu visibles et la croissance du bois est irrégulière (Boudy, 1950 ; Berthier, 1966). Il a été évalué à 250-300 ans (Ehrig, 1974), et peut dépasser 300 à 350 ans (Boudy, 1950). Certains auteurs rapportent que l'âge de l'arbre est plus de 400 ans (Githens et Wood, 1943), voire plus 1000 ans (Belghazi, 2013).



Figure 6. Tronc d'arganier à Touiref Bouaam Tindouf (Kechairi, 2008).

4. Phénologie

Le caractère phénologique le plus remarquable chez l'arganier est la défoliation. En effet, des sujets isolés ou même des populations toutes entières arrivent à perdre leur feuillage et l'arbre mène une vie ralentie pour verdir lorsque la période est favorable (Emberger, 1938 ; Boudy, 1950). La foliation débute en octobre après les premières pluies, elle est complète en janvier. C'est à ce moment que débute la croissance des jeunes rameaux. Au mois de février les rameaux continuent à pousser et les fleurs apparaissent de plus en plus nombreuses sur les anciens rameaux et sur les rameaux en croissance. De Mars à fin mai, le maximum de floraison est atteint et les jeunes fruits issus de cette floraison, restent incomplètement développés jusqu'aux premières pluies de l'automne suivant. Leur grossissement se fait alors d'Octobre à mai, ils commencent à jaunir en juin, en juillet, leur maturation est presque totale. En juin, la croissance des rameaux s'arrête avec jaunissement des fleurs de l'année précédant. En août, la défoliation de l'arganier commence par rapport à cette chronologie (Faouzi, 2006).

5. Mode de régénération

5.1. Par Grains

La multiplication par graines est la voie la plus utilisée pour reproduire les espèces forestières. Cette voie, dite sexuée, est caractérisée par une grande variabilité dans la descendance et ne permet pas ainsi la conservation des caractéristiques génétiques de la plante mère. La régénération de l'arganier par semis naturels est possible mais exceptionnelle en raison des conditions délicates de la germination des graines et surtout de la survie des plantules après germination. Le semis ou direct, très pratiqué autrefois, a été abandonné et déconseillé en raison des échecs répétés et des difficultés de germination et de développement et des risques de destruction par les rongeurs et les caprins. Cette voie pourrait conduire à des résultats satisfaisants dans la mesure où les terrains de semis soient bien préparés (Ziani, 2014).

5.2. Régénération naturelle

La régénération naturelle est exceptionnellement constatée en raison des conditions difficiles de germinations surtout à cause du surpâturage intensif et à cause de la dureté des coques et les camelins aussi le ramassage des graines pour l'extraction de l'huile d'argan (Kermiche et Merabti, 2018 ; Kechairi, 2018). Pour réussir la germination dans son milieu naturel, il est indispensable que les graines soient abritées par une touffe épineuse qui leur assure la protection contre les animaux. L'arrosage durant la première année est nécessaire

surtout pendant les périodes de forts chaleurs ou sirocco (Nouaim et Chaussod, 1993 ; Boudjenane, 1995).

5.3. Régénération artificielle

Les graines d'arganier peuvent germer en pépinière après un trempage pendant quelques jours 8 dans l'eau (Kechairi et Lakhdari, 2002), mais la survie de ses derniers est encore heurtée à des difficultés. Il est nécessaire d'utiliser dès le semis, les sachets en polyéthylène assez allongés pour mieux réussir la production des plants (Kechairi, 2018).

5.4. Par voie végétative

La multiplication par voie végétative n'entraîne aucune recombinaison génétique. Le génome de la plante fille est identique à celui de la plante mère (Boutherin et Bron, 2002). La multiplication de l'arganier par voie végétative connaît, ces dernières années, une avancée notable. Plusieurs techniques d'obtention de plants d'arganier sont actuellement empruntées notamment le bouturage herbacé, le greffage et le marcottage aérien (Bellefontaine, 2010). Ces techniques de multiplication sont très efficaces puisqu'elles permettent de conserver certains caractères désirables comme la teneur en huile, la valeur fourragère ou la tolérance au stress abiotiques (Harrouni, 2002).

5.5. Bouturage

Le bouturage est une technique qui consiste à prélever une partie de plante (tige, racine ou feuille) et de la mettre dans des conditions particulières pour qu'elle produise des racines et reconstituer en suite un plant avec une conformité génétique avec la pie-mère. Toutefois, l'aptitude à l'enracinement diffère d'une plante à une autre. Certaines plantes s'enracinent facilement alors que d'autres n'arrivent pas à émettre des racines. Le potentiel d'enracinement des boutures dépend donc tout d'abord du potentiel génétique de l'espèce ou de la variété et aussi d'autres facteurs comme l'âge par exemple (un jeune plant possède plus d'aptitude à s'enraciner qu'un plant adulte). Les premiers travaux de multiplication de l'arganier par bouturage se sont faits à partir de boutures herbacées issues d'arbre adulte. Les boutures ont été conduites sous nébulisation. Les résultats obtenus étaient faibles (17% d'enracinement) (Harrouni, 2002). Les différents travaux sur le bouturage démontraient les limites techniques et physiologiques du bouturage de l'arganier. Sa réussite reste tributaire de plusieurs paramètres tels : l'effet génotypique, l'âge de la plante mère, la nature de la bouture, la nature et la concentration des auxines employées...etc., (Mokhtari, 2002).

5.6. Marcottage

Dans ce dernier cas, les arbres d'arganier se font courber sous l'effet des vents marins et leurs branches inférieures s'enracinent et forment alors des marcottes terrestres. Des racines adventives souvent peu nombreuses apparaissent alors sur ces branches. Il semble impossible de tirer profit de ces marcottes naturelles pour régénérer l'arganeraie (Bellefontaine, 2010). La multiplication de l'arganier via le marcottage semble connaître des difficultés. Selon les résultats, de l'étude conduite par (Mokhtari, 2002). Pour le marcottage de l'arganier, beaucoup de questions restent posées sur le pourquoi de ce dessèchement rapide des marcottes incisées complètement. Le Marcottage n'exige ni serres, ni nébulisation, ni substrat spécial, et donc mérite des recherches pour contourner ces difficultés et parvenir à l'enracinement d'un grand pourcentage de marcottes, surtout que les racines obtenues sont souvent longues et solides (Mokhtari, 2002).

5.7. Rejets de souche

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

5.8. Greffage

Le greffage est un processus qui consiste à rassembler les performances de deux sujets ; Le greffon et le porte greffe. L'opération doit aboutir à la connexion des systèmes vasculaires des deux symbiotes. Ce mode de multiplication semble être beaucoup mieux adapté à l'arganier que le bouturage ou le marcottage car, en plus de la possibilité qu'il offre pour conserver les performances des greffons (clones d'arganier sélectionnés), il permet aussi de garder les avantages du semis (racines longues qui épuisent l'eau en profondeur) véhiculés par la porte greffe (Ziani, 2014).

Les portes greffes peuvent être soit un sujet adulte (un arbre de forêt) ou un sujet issu de semis, de 6 à 8 mois d'âge, planté en conteneur. Les greffons utilisés sont, de préférence, des pousses de l'année, qui sont choisis selon des critères de performance tels que la résistance, le rendement, la forme, l'absence d'épines. Pour être facilement insérés, les greffons doivent être de taille inférieure à celle des portes greffes (3 à 4 cm de diamètre) (Mokhtari, 2002).

6. Intérêts et usages

L'arganier est un arbre typiquement multi-usage, il représente le pivot de systèmes agroforestiers qui ont réussi jusqu'à maintenant à subvenir aux besoins des habitants de ces zones arides et semi-arides fortement marquées par les aléas climatiques (Chaussod et al., 2005). En raison de son caractère écologique et socio-économique qu'il occupe, il a été déclaré comme « espèce protégée » par l'Organisation des Nations Unies de l'Education, de la Science et la Culture (UNESCO) en 2007 (Venegas et al., 2011).

6.1. Intérêt Écologique

L'arganier a une valeur écologique incontestable en raison de sa résistance phénoménale aux conditions arides (Bani-Aameur, 2004). Il assure la restitution de l'eau emmagasinée dans le sol sur les lits d'oueds par son puissant système racinaire au moment des périodes les plus défavorables, fournissant ainsi une source hydrique alternative régulière dans une région où les précipitations ordinaires sont très faibles. Il est peu exigeant en eau de surface ; ses racines atteignant plusieurs mètres de long lui permettent de puiser l'eau par grande sécheresse, mais il est très exigeant en humidité atmosphérique (De Noé, 1853 ; Emberger, 1924). Lors d'un stress hydrique, la teneur en eau relative des feuilles augmente, due à une fermeture graduelle des stomates (Fahmi et al., 2011). L'arganier joue un rôle capital dans les équilibres écologiques à l'échelle régionale (Bakry, 2015). En effet, il protège efficacement le sol contre la forte pluie et l'érosion (Figure 7). Il maintient la fertilité du sol à cause de sa capacité de survivre aux conditions arides (Charrouf et Guillaume, 1999).



Figure 7. Accumulation du sol d'alluvion sous pied d'arganier.

L'enracinement de l'arganier est très développé (Figure 8), surtout traçant, en raison de la nature superficielle des terrains calcaires sur lesquels l'arbre pousse en général (Boudy, 1950). Il soutient, conserve et enrichie le sol et contribue à la création des microstations caractérisées par un sol d'accumulation modifiant ainsi le paramètre géomorphologique sur la formation tabulaire de la hamada (Kechairi, 2009).

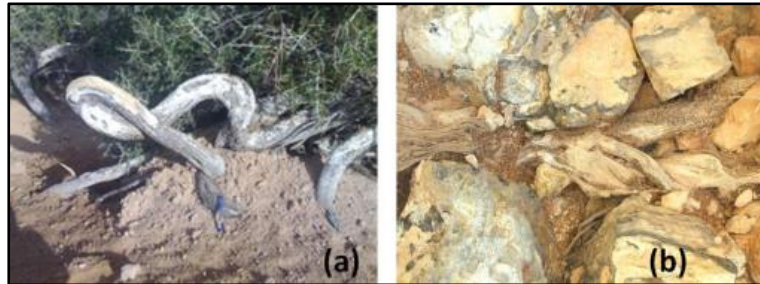


Figure 8. Système racinaire d'arganier, sur lit d'oued limono-sablonneux à oued El-Ma (a) ; et entre les fissures gréseuses à Targant (b) (Kechairi, 2018, 2021).

6.2. Intérêt socio-économique

6.2.1. Production pastorale

Les feuilles de l'arganier constituent un véritable pâturage suspendu pour les camelins et les caprins et la pulpe des fruits de l'arganier représentent également une source de nourriture pour les animaux, enfin le tourteau résidu d'extraction d'huile est utilisé pour l'alimentation des animaux comme complément énergétique pour l'engraissement des bovins (Radi, 2003). La production pastorale moyenne de l'arganeraie est estimée à 200 UF/ha/an, soit près de 174 millions d'unités fourragères, équivalente à 1 740 000 quintaux d'orge (Hawa, 2007).

6.2.2. Rôle Fourrager

L'arganier est un arbre fourrager par ses feuilles et fruits qui constituent un grand apport dans le bilan fourrager 100 UF/ha pour les premiers et 0,8 à 0,85 UF/ha pour les secondes. L'arganeraie accueille tout au long de l'année et surtout en période de sécheresse, un nombre considérable de troupeau qui tire sa nourriture du parcours en forêt, ce qui permet la suivie de 2 millions de bêtes domestiques (Kadri, 2018). Les feuilles de l'arganier constituent un véritable pâturage suspendu pour les camelins et les caprins. Ces derniers se hissent jusqu'aux branches les plus hautes pour brouter les feuilles. La pulpe des fruits de l'arganier représente également une source de nourriture pour les animaux. Enfin le tourteau, résidu de l'extraction de l'huile est utilisé comme complément énergétique pour l'engraissement des bovins (Benkhalfoun, 2011).

6.3. Intérêt Économique

6.3.1. Production de bois

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

6.3.2. Production de l'huile

L'amande contenue dans le fruit de l'arganier, les paysannes tirent ensuite une huile, utilisée traditionnellement pour l'alimentation, et même autrefois pour l'éclairage. Cette huile artisanale est produite tout au long de l'année au fur et à mesure des besoins (on ne peut la stocker). Les rendements restent faibles, puisque tournant aux alentours de 3% du poids sec, ce qui permet d'obtenir en moyenne 3 litres à partir de 100 kg de fruits secs. La production d'huile d'argan avoisine ainsi les 15 litres par ha (Benchakroun et al, 1989). L'huile extraite est non seulement comestible et d'un goût agréable (Figure 9), mais elle possède des propriétés diététiques très intéressantes. L'huile d'argan est devenue l'une des huiles comestibles les plus chères dans le monde. Elle est encore plus chère comme produit cosmétique et est le sujet de plusieurs brevets cosmétiques aux États-Unis et en Europe. Cette huile, qui a été une source de revenu des habitants de sud-ouest du Maroc pendant des siècles, a connu un regain d'intérêt avec les diverses découvertes de ses vertus culinaires, cosmétiques et même médicinales (Bamouh, 2009).



Figure 9. Huile d'argan (Kechairi, 2009).

7. Généralités sur la Polymorphisme des graines d'arganier

Certains auteurs comme (Emberger, 1925 ; Boudy 1952) qui ont révélé l'existence d'un polymorphisme à cause de la variabilité de la forme des graines et la défoliation. Ensuite, les études de (Thierry, 1987) ont montré qu'il n'existe pas de différence entre la forme normale et la forme pleureuse de l'arganier. Cependant, la cause de la déformation des graines est due essentiellement à des enzymes, ce qui a permis à l'auteur suscité de rejeter l'idée du polymorphisme chez l'arganier.

8. Condition de germination et prétraitement des grains

Chez les plantes supérieures, la graine assure la pérennité de l'espèce car elle en représente l'unité de dispersion. Elle procure à l'embryon un environnement favorable à son développement et le protège en attendant la germination, la vigueur de la croissance de la jeune plantule est en grande partie déterminée par le stock de réserves contenues dans la graine et sa capacité de réponse à l'environnement extérieur (Kermiche et Merabti, 2018).

8.1. Condition internes de la germination

Les conditions internes de la germination concernent la graine elle-même, qu'elle doit être vivante, mure, apte à germer (non dormante) et saine (Jeam et al., 1998).

8.2. Conditions externes de la germination

La graine exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, et la température (Soltner, 2007).

➤ L'eau

Selon (Chaussat et al, 1975) La germination exige obligatoirement de l'eau, celle-ci doit être apportée à l'état liquide. Elle pénètre par capillarité dans les enveloppes. Elle est remise en solution dans les réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon, et provoque le gonflement de leurs cellules, donc leur division (Soltner, 2007).

➤ L'oxygène

La germination exige obligatoirement de l'oxygène (Soltner, 2007 ; Mazliak, 1982) déclarent qu'une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination et d'après (Meyer et al., 2004), l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière, mais en même temps une réserve.

➤ La température

La température a deux actions : Soit directe par l'augmentation de vitesse des réactions biochimiques, c'est la raison pour laquelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination (Mazliak, 1982), soit indirect par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (Chaussat et al, 1975).

9. Paramètres liés à la germination

9.1. Le taux de germination (TG)

Le taux de germination selon (Come, 1970) correspond au pourcentage maximal de graines germées par rapport au total des graines semis. Le taux de germination est calculé par la formule suivante :

$$\text{TG} = \frac{\text{nombre de graines germées}}{\text{nombre total mis en germination}} \times 100$$

9.2. Temps de latence TL (jour)

Intervalle de temps entre le semis et les premières graines germées.

9.3. Taux moyen de germination de 50% des graines (jour).

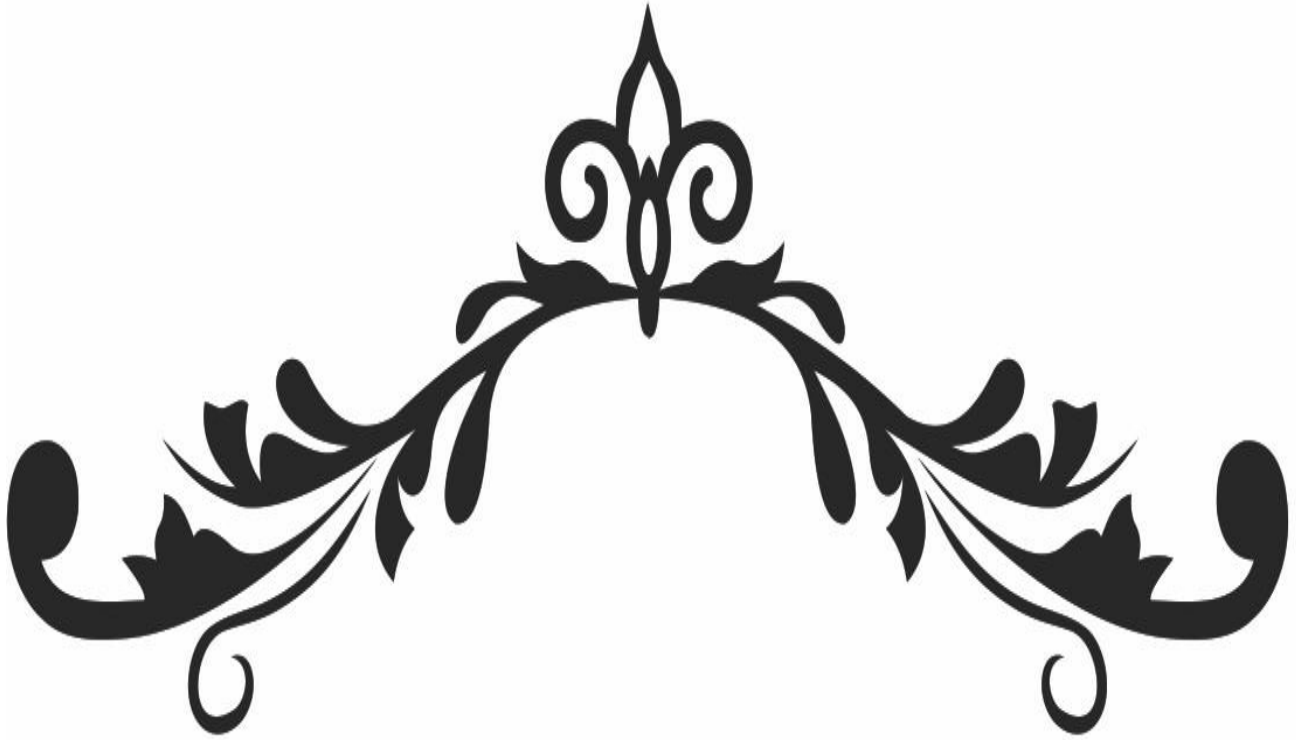
9.4. Durée de la germination (jour)

La durée de germination est le temps cumulé, depuis le premier jour de germination jusqu'à l'obtention d'un pourcentage complet ou attendu à une valeur donnée du taux de germination global pour une période donnée.

9.5. Taux moyen de germination en temps moyen (T50%).

9.6. La vitesse de germination selon Come (1970), est le temps écoulé pour effectuer 50% des graines germées.

L'essai de germination de cette étude a pour objectif de connaître l'effet de la durée de stockage des noyaux de l'arganier *Argania spinosa* L. Skeels sur le taux de reprise de germination.



Chapitre 2 :

Présentation de la région d'étude



1. Situation géographique

La wilaya de Timimoun est une wilaya Algérienne créée en 2019 et officialisée en 2021. Elle est située dans le Sahara Algérien, sa superficie est de 65203 km² (Sahlaoui et Dlimi, 2022). Elle est délimitée : Au nord par la wilaya d'el Bayad ; À l'est par la wilaya d'el Meniaa et celle d'In Salah ; À l'ouest par la wilaya de b'ni Abbès ; Au sud par la wilaya d'Adrar (Figure 10).

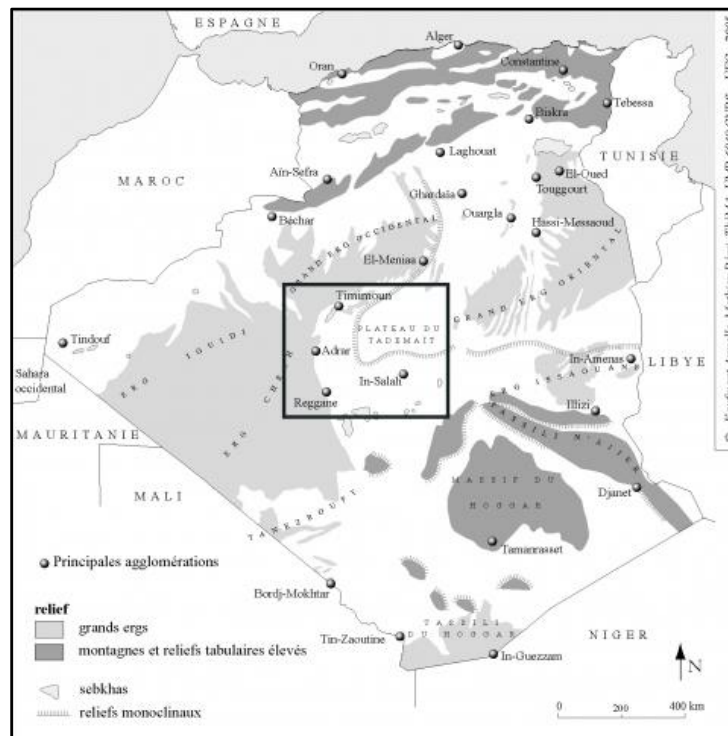


Figure 10. Localisation de la région d'étude (<https://journals.openedition.org/cybergeog/25732>)

2. Caractéristiques physiques de la wilaya de Timimoun

2.1. Géomorphologie

La géomorphologie du Timimoun est constituée de :

- Une chaîne Dévono-Carbonifère :

Les terrains Dévono-Carbonifère forment une chaîne intensément plissée et structurée en une série de synclinaux et d'anticlinaux. C'est le résultat de l'histoire d'un bassin atypique, une "synclise" hercynienne mobile installée sur un poly craton à l'arrière d'un pays affecté par une tectonique compressive liée à l'édification de la chaîne hercynienne.

- Un Continental Intercalaire :

Sur la pénéplaine post hercynienne, le Continental Intercalaire vient en comblement.

La sédimentation de type cratonique, avec une subsidence faible à nulle, est représentée par des nappes détritiques en environnements variés (fluvial, plaine alluviale, sebkhas temporaires, éolien). Le climat est aride alternativement sec, puis pluvieux. Des ouragans pourraient expliquer les accumulations de sables désorganisés et les troncs d'arbres de très grandes tailles désarticulés rencontrés.

- Un Crétacé supérieur :

Au-dessus de ce Continental Intercalaire, les mers du crétacé supérieur déposent, essentiellement dans le Tademaït, des faciès à dominante carbonatée. Ils forment aujourd'hui un vaste plateau.

- Un Continental Terminal :

Dans la région, le Continental Terminal, du néogène constitue les hamadas. La sédimentation est de type fluvio-lacustre avec de la "Torba" et des dalles calcaires plus ou moins silicifiées par paléo-pédogénèses. Sur la dernière dalle Hamadienne, parfois plus ou moins érodée, s'est développée des grandes étendues de dépôts quaternaires, fluvio-lacus fluvio-éoliens avec terrasses, vallées, ergs, glacis et un important réseau hydrographique aujourd'hui dégradé

- Le Grand Erg Occidental :

Ces accumulations de sable élaborées au cours de l'Holocène constituent de grandes étendues souvent hautes et reposent parfois sur les hamadas (Nedjari et Ait Ouali, 2018).

2.2. Pédologie

La formation et l'évolution des sols du Sahara algérien sont principalement conditionnées par le climat et la salinité. Le climat très aride influe sur la pédogenèse par la forte évaporation, ce qui a engendré dans certaines zones de très fortes accumulations salines (Abhs, 2013). Les sols de la région de Timimoun appartiennent à la classe des sols sodiques, sous-classe à structure non dégradé et au groupe des sols salins. Les sols sont classés en trois groupes suivant l'intensivité de la salinité et en fonction de la présence d'une croûte peu profonde ou épaisse. Ces groupes sont :

- Sols salins faiblement et moyennement salés.
- Sols salins fortement salés.
- Sols salins à croûtes et à encroûtement gypseux et gypso-salins (Karimi, 2016).

3. Flore

La composition floristique spontanée varie en fonction de la saison et de la végétation, on peut rencontrer entre autres une flore halophile. Selon la conservation des forêts d'Adrar, on cite 23 espèces endémiques pour la région de Gourara. L'erg est le domaine d'une Graminée, *Stipagrostis pungens* (Drinn). Sur certaines pentes deux Papilionacées, *Retama* (Rtem) et un Genêt, une Ephédraçée endémique aux rameaux articulés. Entre les dunes, toute une série de plantes annuelles ou bulbeuses apparaît après passage de pluies.

Parmi les espèces répartir dans l'oasis de Timimoun, *Euphorbia guyoniana* qui colonise les dépôts sablonneux, les formations dunaires et les rochers ensablés, *Acacia arabica*, *Acacia raddiana* (Talha), ce dernier qui se maintient dans certaines vallées sèches et dans quelques dayas. En été, cet *Acacia* constitue un excellent pâturage ; les dromadaires apprécient beaucoup les jeunes épines, les gousses et les graines (Selkh, 2013).

4. Bioclimat

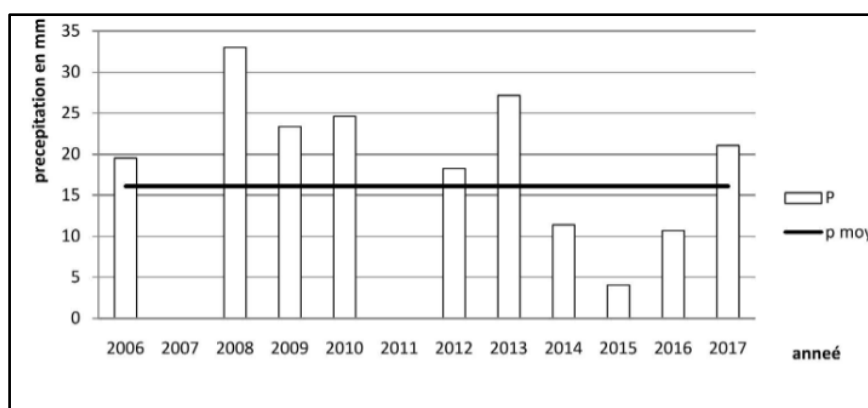
Le climat de cette région est chaud et aride. Il se caractérise par une saison chaude, très longue, et une autre très froide, mais courte. Les précipitations sont rares à Timimoun, bien que, quelquefois, elles sont catastrophiques (comme le cas des pluies d'avril 2004). Quant aux vents, ils sont fréquents et agressifs. Les vents dominants sont ceux du nord-est, les plus fréquents et les plus violents, ceux du sud-ouest. Leurs fréquences les plus importantes surviennent en mars, avril et mai (Ben Charif, 2018). L'analyse des différents paramètres climatologiques (la température, l'humidité, les précipitations, vitesse du vent) pendant 12 ans (2006-2017) donne une idée précise sur le climat qui caractérise la région (Hadji et Hamidi, 2018).

4.1. Précipitations

La pluie est parmi les facteurs les plus déterminants, en raison de l'influence bénéfique ou néfaste qu'elle exerce sur les plantations. La quantité d'eau dont dispose la végétation dépend de la pluie, de la neige, de la grêle, du rosé, de l'évaporation et de la porosité du sol (Lamonarka, 1955). A partir des valeurs du tableau ci-dessus, nous constatons que la région du Timimoun est caractérisée par une très faible précipitation, qui oscille entre 0 mm en 200 et 33 mm en 2008, cette quantité d'eau est insuffisante pour répondre aux besoins des végétaux, donc et dans le cadre agricole, le recours à l'irrigation est obligatoire (Tableau 1, Figure 11).

Tableau 1. Moyenne annuelle de précipitation la station de Timimoun (2006-2017).

Année	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017
PP	19,6	0	33	23,37	24,65	0	18,29	27,18	11,43	4,06	21,08

**Figure 11.** Variation annuelle de précipitation de Timimoune (2006-2017) (Hadji et Hamidi, 2018).

4.2. Température

La température est un facteur fondamental, elle varie généralement en fonction de l'altitude L'éloignement par rapport à la mer. Ce facteur devient plus important quand il est en interactif avec d'autres facteurs climatiques. Le climat de la région de Gourara est caractérisé par deux saisons : une saison froide relativement courte caractérisée par des nuits hivernales très froides. C'est la saison de germination des plantes, elle s'étend d'octobre à avril, et une saison chaude qui s'étend du mois de mai jusqu'à septembre (Slimani et Kadi, 2022). (Tableau 2, Figure 12).

Tableau 2. Variation moyenne mensuelle de la température à la station de Timimoun (2006-2017).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
T	32,45	25,9	17,87	12,83	12,14	15,43	19,62	25,25	29,91	34,58	37,71	36,65

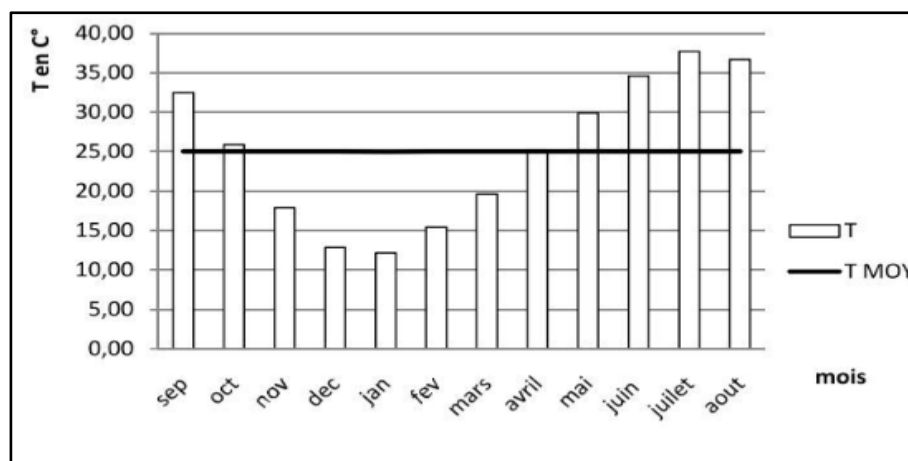


Figure 12. Variation moyenne mensuelle du Température à la station de Timimoun (2006-2017) (Hadji et Hamidi, 2018).

4.3. Vent

Les vents constituent dans certain biotope un facteur limitant, s'ils sont violents, ils ralentissent le développement des végétaux et limitent leur croissance.

Ils ont d'abord une action indirecte :

- En abaissant ou augmenta à température, suivant les cas.
- En augmentant la vitesse d'évaporation, ils ont donc un pouvoir desséchant (Bella, 2005).

En générale les vents jouent un rôle primordial dans la formation des reliefs et des sols, dans dégradation des végétaux et la destruction des sols (Hallitim, 1988).

Le Sahara n'est pas un pays venté, mais en générale, sur les terres dénudées, le vent est fortement éprouvé (Monod, 1992). Le vent est l'un des éléments les plus caractéristique de la région Timimoun, les vents sont très fréquents durant toute l'année, c'est durant les mois avril et mai que se manifestent violemment les tempêtes de sable les vents sont chauds et secs avec une direction dominante N-E en hiver orienté de S-W en été (Hadji et Hamidi, 2018) (Tableau 3 ; Figure 13).

Tableau 3. Variation moyenne mensuel de la vitesse du vent à la station de Timimoun (2006-2017).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
V km/h	14,35	13,89	12,83	14,57	14,03	16,02	16,56	17,88	19,06	15,97	14,4	14,48

Le vent ou bien vent de sable dans la région de Timimoun est commencer dans le mois de février 16,02 Km/h et sa vitesse et augmenté à 19,06 km/h au mai et ce période concerne un vent sable très fréquentée des vitesses variées et avec une température variée qui présente un risque sur l'agriculture dans la région, la vitesse plus fort c'est en mai et le minimum est en novembre.

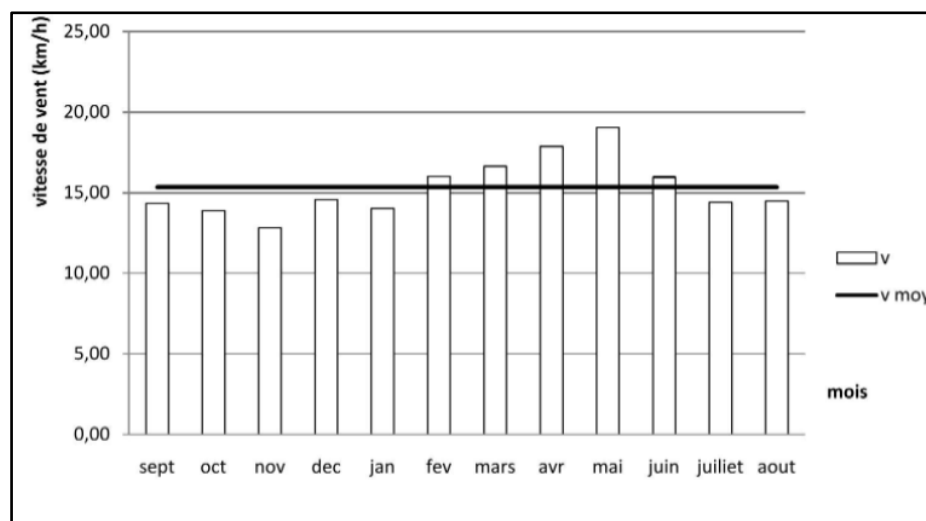


Figure 13. Variation moyenne mensuel de la vitesse à la station de Timimoune (2006-2017) (Hadji et Hamidi, 2018).

4.4. Évaporation

Selon Ozenda (1991) ; FAO (2000), le vent est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse de l'air et le vent. Surtout quand elle se trouve renforcés les vents chauds comme le siroco (Haicher et Aifaoui, 2005). Il s'agit d'un élément fondamental de la zone aride chaude. En général, les déserts chauds, surtout subtropicaux dont le Sahara, leur évaporation est considérable (Pagney, 1976). Où l'intensité est fortement renforcée par les vents et notamment ceux qui sont chauds tel que le Sirocco (Toutain, 1979).

4.5. Humidité de l'air

Selon Seltser (1946), l'humidité relative indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation, Autrement dit, elle est le rapport entre la quantité d'effective de la valeur de la vapeur d'eau dans un volume d'aire donnée et la quantité maximale possible dans le même volume et à la même température (Khechai, 2001). C'est le rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air humide et la pression de saturation à la même température. Elle est exprimée en pourcentage. La moyenne de la période 2006-2017, donne une humidité relative moyenne mensuelle de l'ordre de (28,4%) au minimum est atteint en

juillet et correspond aux mois les plus chauds. Le maximum d'humidité relative est observé en décembre (40,67%), suivi du mois de janvier (36,69%) (Figure 14).

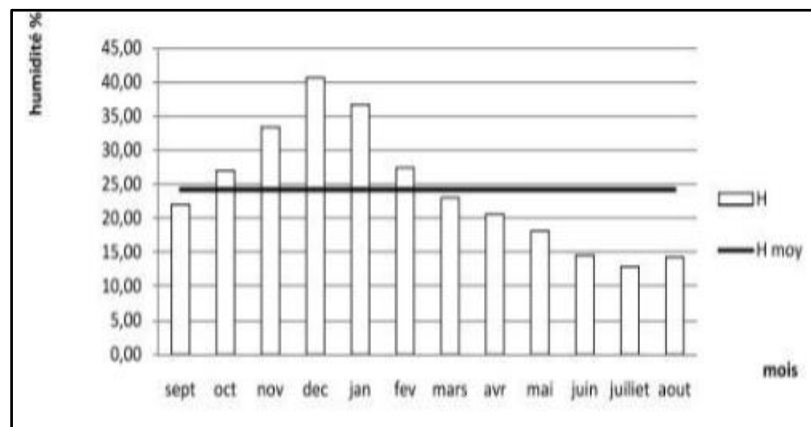
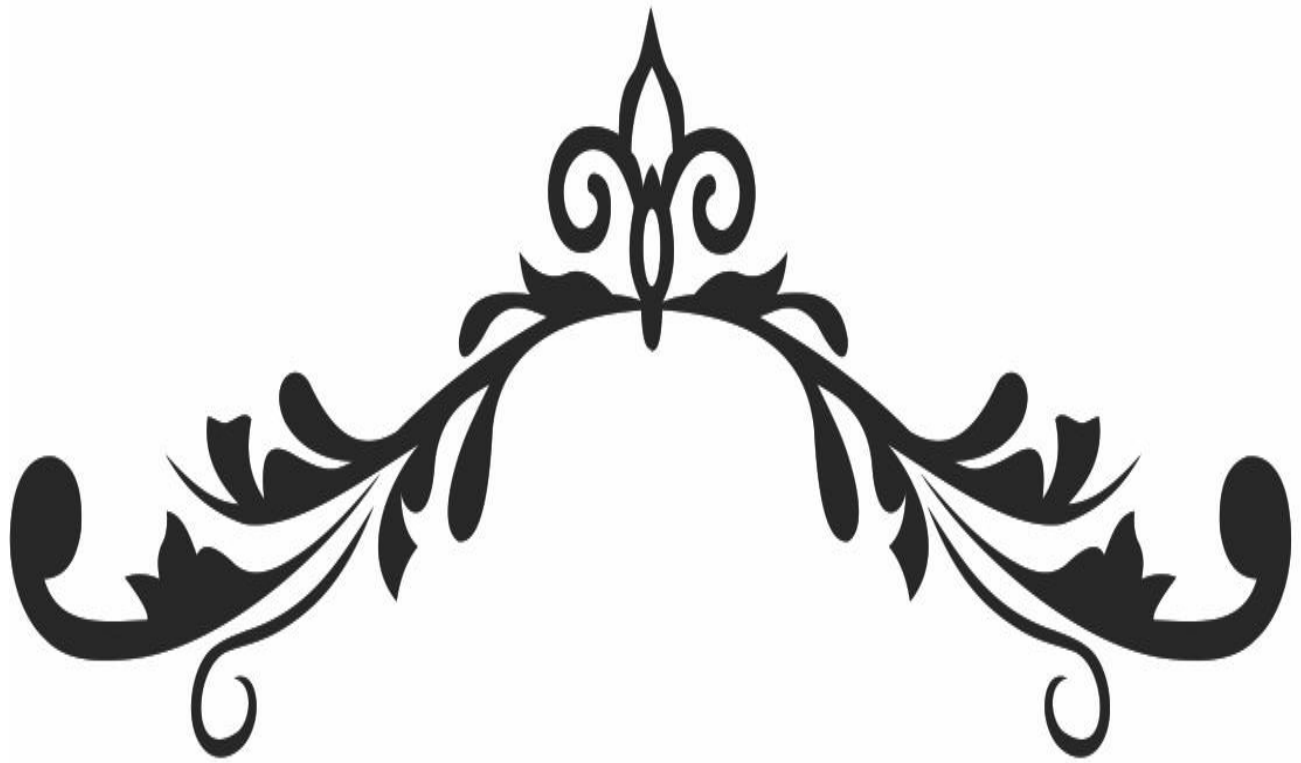


Figure 14. Variation moyenne mensuel de l'humidité à la station de Timimoune (2006-2017) (Hadji et Hamidi, 2018).



Chapitre 3 :
Approches Méthodologiques



1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette expérience est constitué de 504 grains utilisés de l'année 2017 à l'année 2022 d'arganier *Argania spinosa* (L). Skeels provenant de l'arganeraie de Timimoun. Ce dernier été apporté au laboratoire (Département d'écologie de la faculté SNV/STU à l'université de Tlemcen. Dans lequel, les mesures biométriques des graines ont été effectuées durant la période s'étalant du mois de février jusqu'au mois de mars 2023. Et l'essai de la germination durant la période s'étalant du mois de mai jusqu'au 1 juin 2023.

2. Au laboratoire

Cette expérimentation a pour objectif de connaître l'effet de la durée de stockage des noyaux de l'arganier *Argania spinosa* L. Skeels sur la germination des noyaux d'arganier de provenance de l'ITMAS de la wilaya de Timimoun.

2.1. Biométrie

Pour mesurer les variabilités biométriques, nous avons utilisé le matériel indiqué dans le tableau 5.

Tableau 4. Matériel utilisé pour mesure les variabilités biométriques.

L'outil	L'objet
Pied à coulisse	Les variables quantitatives (la longueur, largeur et l'épaisseur) indiquent en mm.
Balance de précision	Le poids.
Le codage	La couleur et nombre des carpelles.
Figure 41 de la thèse de monsieur Réda kechairi.	La forme.

2.2. Mode opératoire

Notre travail a été effectué au niveau de laboratoire de faculté « SNV/STU » à l'université de Tlemcen, dans lequel, premièrement on a numéroté les graines par chaque année. Après on a traité les noyaux selon la forme de chaque individu (noyaux), et chaque forme on a numéroté leurs graines à l'aide de stylo permanent (**Figure 15**), et après nous avons utilisé l'appareil de pied à coulisse pour mesurer la largeur, longueur et l'épaisseur de chaque graine et pour préciser le poids de notre noyau d'arganier on a utilisé la balance de précision. Pour la couleur et nombre des carpelles nous avons adopté le codage et le tri des écotypes de Kechairi (2018) indiqué dans le tableau 6.

Tableau 5. Matériel végétal et codage.

Les provenances	Les couleurs	Nombre des carpelles
Tindouf (2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022).	1 : Pâle 2 : Jaunâtre 3 : Marron foncé	1 : un carpelle 2 : deux carpelles 3 : trois carpelles 4 : quatre carpelles 5 : cinq carpelles

**Figure 15.** Numérotation des grains par années.**Figure 16.** Illustration de la mesure de poids par la balance de précision

3. Variables mesurées

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

4. Analyse statistique

Notre base de données a été traitée par le logiciel Rstudio version 4.1.2 (2023-04-21). Le RStudio est un environnement de développement gratuit, libre et multiplateforme pour R, un langage de programmation utilisé pour le traitement de données et l'analyse statistique.

En effet, les données recueillies ont fait l'objet d'analyses statistiques suivantes :

5. Test de germination

La germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer, elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire (Hopkins, 2003). Effectivement, une graine a germé lorsque la radicule a percé les enveloppes ou elle est visiblement allongée (Bewley, 1997). La germination s'arrête lorsque les plantules germent, c'est-à-dire l'apparition de la première germination restez à la surface du sol.

La germination passe par trois étapes consécutives :

- Phase d'imbibition C'est un phénomène d'entrée rapide et passive d'eau. Elle pénètre par capillarité dans les enveloppes (Chaussant et Deunff, 1975).
- Phase de germination C'est une phase très importante car elle conditionne la croissance ultérieure (Côme, 1982).
- Phase de croissance Elle est caractérisée par une augmentation de la respiration et l'entrée d'eau Tous les phénomènes qui entravent la germination sont des phénomènes qui entravent le développement d'embryons non dormants placés dans des conditions adaptées (Mazliak, 1982)

5.1. Matériels utilisés

Le matériel utilisé pour l'essai de la germination est composé de :

➤ Matériel en plastique

Nous avons utilisé des boîtes, Gants, pissette (Figure 17).



Figure 17. Matériel en plastique (originale).

➤ Matériel en verre

Nous avons utilisé une Boîtes de pétri, Bécher (Figure 18).



Figure 18. Matériel en verre (originale).

➤ Matériel chimique

Nous avons utilisé des produits chimiques pour faire des tests sur les graines de l'arganier, lesquels : Eau oxygénée ; Acide sulfurique ; L'alcool ; L'eau de javel pour éliminer la contamination des noyaux (Figure 19). Et d'autre matériel tell que : Papier absorbons ; Bouilloire électrique ; Des étiquètes ; Coton ; Eau distillée ; Bavettes. Nous avons utilisé aussi le matériel constitué de : a) Papier absorbons ; b) bouilloire électrique ; c) Des étiquètes ; d) Coton ; e) Eau distillé ; f) Bavettes.



Figure 19. L'eau de javel, Eau oxygénée, Acide sulfurique

5.2 Mode Opératoire

➤ Étape 1 : Sélection des graines saines

La sélectionné des noyaux sains avant de commencer le processus de germination a été effectuée. Pour cela, un test de flottaison a été réalisé. Celles qui flottent sont écartées, et nous ne gardons que les graines qui coulent, car elles sont plus susceptibles de germer avec succès

Le test de flottaison est réalisé pour sélectionner les graines saines avant de procéder à la germination. Lorsque les graines sont placées dans l'eau, celles qui flottent sont susceptibles d'être altérées, mal développées ou infectées par des agents pathogènes, tandis que celles qui coulent sont plus susceptibles d'être viables et capables de germer.

Le test de flottaison est une étape essentielle pour garantir que seules les graines saines et viables sont utilisées dans l'étude de germination des graines d'arganier.

➤ **Étape 2 : Prétraitement des graines**

Les prétraitements des graines sont effectués pour faciliter la germination en surmontant les obstacles naturels qui empêchent souvent les graines de germer efficacement. Nous plaçons les graines sélectionnées dans des boîtes en plastique et les immergeons dans de l'eau, laissant suffisamment de temps pour que les graines absorbent l'eau. Ensuite, nous les soumettons à un traitement par acide sulfurique, suivi d'un trempage dans l'eau pendant 24 heures.



Figure 20. Illustration de la deuxième étape de la germination des grains

➤ **Étape 3 : Séparation des amandes**

Une fois le prétraitement terminé, nous cassons les graines et extrayons délicatement les amandes, qui sont les parties internes des graines et sont essentielles pour la germination.

➤ **Étape 4 : Préparation des boîtes de pétri**

Pour la germination Nous prenons 30 graines de chaque prétraitement (10 graines pour chaque boîte de pétri) afin de réaliser trois essais pour chaque année. Nous utilisons des boîtes de pétri en verre, que nous tapissions d'une double couche de papier filtre humidifié jusqu'à saturation avec de l'eau distillée.



Figure 21. Illustration de la quatrième étape de la germination des grains.

➤ **Étape 5 : Germination des graines**

Nous plaçons les amendes humidifiées dans les boîtes de pétri préparées et les plaçons dans une étuve réglée à une température de 28°C, conformément aux recommandations de (Berka et Harfouch, 2001). Les graines sont alors laissées à germer.

➤ **Étape 6 : Comptage quotidien des graines germées Pendant un mois**

Nous effectuons un comptage quotidien des graines germées dans chaque boîte de pétri. Cela nous permet de suivre leur évolution et de noter le taux de germination au fil du temps.

En suivant ces étapes, nous pouvons observer la germination des grains d'arganier et obtenir des données sur leur développement au cours du processus de germination.

6. Paramètres liés à la germination

6.1 Taux de germination (TG) : Le taux de germination selon (Come,1970) correspond au pourcentage maximal de graines germées par rapport au total des graines semis. Le taux de germination est calculé par la formule suivante :

$$\text{TG} = \frac{\text{nombre de graines germées}}{\text{nombre total mis en germination}} \times 100$$

6.2 Temps de latence TL (jour) : Intervalle de temps entre le semis et les premières graines germées.

6.3 Taux moyen de germination de 50% des graines (jour).

6.4 Durée de la germination (jour) : La durée de germination est le temps cumulé, depuis le premier jour de germination jusqu'à l'obtention d'un pourcentage complet ou attendu à une valeur donnée du taux de germination global pour une période donnée.

6.5 Taux moyen de germination en temps moyen (T50%).

6.6 Vitesse de germination selon Come (1970), est le temps écoulé pour effectuer 50% des graines germées.



Chapitre 4 : Résultats et Discussion



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

Le test de la loi normale a été réalisé avant tout les tests statistiques en utilisant celui de Shapiro Wilks test dans Rstudio, le p-value est égal à 0,14, alors notre jeu de données suit la loi normale.

1.1. Paramètres quantitatifs

Les données présentées dans le Tableau 06 offrent un aperçu des dimensions globales des variables analysées, à savoir la largeur, la longueur, l'épaisseur et le poids, pour un ensemble de 504 noyaux d'arganier étudiés. En effet, une longueur moyenne de (21,35 mm \pm 1,84) et une largeur moyenne et (15,68mm \pm 1,36) ont été obtenues respectivement. La moyenne de longueur légèrement supérieurs à des résultats d'étude de (Beladjmi, 2016) où il a trouvé une longueur de (14,7mm) cependant la moyenne de largeur est un peu inférieur par rapport à leur résultat qui estime de (18,34mm), Concernant l'épaisseur et le poids nous avons trouvé une moyenne égale (15,47mm) et (2.86g) respectivement, ce qui est une valeur légèrement supérieure à celle trouvée par (Allaoui et Azzaz, 2021) qui est estimée à (14,39mm) et (2,52g)

Tableau 6. Données descriptives des variables quantitatifs étudiées (en mm) de l'année 2017.

Dimensions (mm)	Moyenne	Maximum	Minimum	Médiane
Longueur	21,35 \pm 1,84	28,05	16,9	21,36
Largeur	15,68 \pm 1,36	20,14	13,06	15,70
Épaisseur	15,47 \pm 1,58	20,76	12,01	15,46
Poids	2,86 \pm 0,62	5,76	1,67	2,74
N. Carpelles	2,19 \pm 1,10	4,00	1	3

D'après Tableau 7, Il est important de noter qu'une moyenne de longueur de (21,56 mm \pm 1,62) et une moyenne de largeur de (16.68 mm \pm 1,74) ont été obtenues. La moyenne de longueur légèrement supérieurs à des résultats d'étude de (Beladjmi, 2016) où il a trouvé une longueur de (14.7 mm) cependant la moyenne de largeur est un peu inférieur par rapport à leur résultat qui estime de (18.34mm), En ce qui concerne l'épaisseur et le poids, nos résultats révèlent une moyenne de (16.11 mm) et (2,91 g) respectivement, présentant ainsi une valeur légèrement supérieure à celle obtenue par Allaoui et Azzaz en 2021, qui avaient évalué ces caractéristiques à (14,39 mm) et (2,52 g).

Tableau 7. Données descriptives des variables quantitatives étudiées (en mm) de l'année 2018.

Dimensions	Moyenne	Maximum	Minimum	Médiane
Longueur	21,56±1,62	24,62	17,47	21,63
Largeur	16,68±1,74	20,94	13,61	16,31
Épaisseur	16,11±1,43	20,66	13,40	15,86
Poids	2,91±0,62	4,52	1,86	2,78
N. Carpelles	2,53±1,09	5	1	3

Les mesures moyennes de longueur ($20,05 \text{ mm} \pm 1,34$) et de largeur ($14,31 \text{ mm} \pm 1,11$) ont été obtenues. Une observation intrigante est que ces résultats présentent une légère augmentation par rapport aux conclusions de l'étude menée par Beladjmi en 2016, qui avait enregistré une longueur moyenne de (14.7 mm). Cependant la largeur, on observe que le moyenne de largeur menée par BELADJMI en 2016 qui estime de (18.34 mm) est supérieur par rapport à nos résultats qui est égale à ($14,31 \text{ mm} \pm 1,11$). En ce qui concerne l'épaisseur et le poids, nos résultats indiquent une moyenne de (13.24 mm) et (2,15 g) respectivement. Ces valeurs sont légèrement inférieures à celles obtenues par Allaoui et Azzaz (2021), qui avaient évalué ces caractéristiques à (14,39 mm) et (2,52 g) (Tableau 8).

Tableau 8. Données descriptives des variables quantitatives étudiées (en mm) de l'année 2019.

Dimensions	Moyenne	Maximum	Minimum	Médiane
Longueur	20,05±1,34	23,44	16,92	19,87
Largeur	14,31±1,11	17,62	11,82	14,23
Épaisseur	13,24±1,23	16,75	10,03	13,15
Poids	2,15±0,50	3,91	1,09	2,14
N. Carpelles	1,42±0,75	3	1	1

Selon les données du Tableau 9, il est notable que les mesures moyennes de longueur ($18,28 \text{ mm} \pm 1,22$) et de largeur ($16,09 \text{ mm} \pm 1,11$) ont été obtenues. Une observation intrigante est que ces résultats présentent une légère augmentation par rapport aux conclusions de l'étude menée par Beladjmi en 2016, qui avait enregistré une longueur moyenne de (14.7 mm). Par contre la largeur, on observe que le moyenne de largeur menée par Beladjmi en 2016 qui estime de (18.34 mm) est supérieur par rapport à nos résultats qui est égale a ($16,09 \text{ mm} \pm 1,11$). En ce qui concerne l'épaisseur et le poids, nos résultats indiquent une moyenne de (16.11 mm) et (2,78 g) respectivement. Ces valeurs sont légèrement supérieures à celles obtenues par Allaoui et Azzaz en 2021, qui avaient évalué ces caractéristiques à (14,39 mm) et (2,52 g).

Tableau 9. Données descriptives des variables quantitatives étudiées(en mm) de l'année 2020.

Dimensions	Moyenne	Maximum	Minimum	Médiane
Longueur	18.28±1.22	20.85	15.53	18.37
Largeur	16.09±0.99	19.24	14.54	16.04
Épaisseur	16.11±1.06	19.48	13.75	16.01
Poids	2.78±0.55	4.45	1.02	2.74
N. Carpelles	2.18±0.98	3.00	1.00	3.00

Selon les données du Tableau 10, il est notable que les mesures moyennes de longueur ($20.52 \text{ mm} \pm 1,12$) et de largeur ($14.34 \text{ mm} \pm 0.88$) ont été obtenues. Une observation intrigante est que ces résultats présentent une légère augmentation par rapport aux conclusions de l'étude menée par Beladjmi (2016), qui avait enregistré une longueur moyenne de (14,7 mm). Cependant la largeur, on observe que le moyenne de largeur menée par Beladjmi (2016) qui estime de (18,34 mm) est supérieur par rapport à nos résultats qui est égale a ($14.34 \text{ mm} \pm 1,11$). En ce qui concerne l'épaisseur et le poids, nos résultats indiquent une moyenne de (14,22 mm) et (2,35 g) respectivement. Ces valeurs sont légèrement inférieures à celles obtenues par Allaoui et Azzaz (2021), qui avaient évalué ces caractéristiques à (14,39 mm) et (2,52 g).

Tableau 10. Données descriptives des variables quantitatives étudiées(en mm)de l'année 2021.

Dimensions	Moyenne	Maximum	Minimum	Médiane
Longueur	20,52±1,12	23,83	17,48	1,12
Largeur	14,34±0,88	16,87	12,42	0,88
Épaisseur	14,22±0,86	16,57	12,33	0,86
Poids	2,35±2,31	3,58	1,36	0,41
N. Carpelles	3,51±0,5	4	0	0,5

Selon les données du Tableau 11, il est notable que les mesures moyennes de longueur ($20,5\text{mm} \pm 1,85$) et de largeur ($16,29\text{ mm} \pm 1,44$) ont été obtenues. Une observation intrigante est que ces résultats présentent une légère augmentation par rapport aux conclusions de l'étude menée par Beladjemi (2016), qui avait enregistré une longueur moyenne de (14,7 mm). Par contre la largeur, on observe que le moyenne de largeur menée par Beladjemi (2016) qui estime de (18,34mm) est supérieur par rapport à nos résultats qui est égale a ($14,34\text{mm} \pm 1,11$). En ce qui concerne l'épaisseur et le poids, nos résultats indiquent une moyenne de (15.73mm) et (2,88g) respectivement. Ces valeurs sont légèrement supérieures à celles obtenues par Allaoui et Azzaz (2021), qui avaient évalué ces caractéristiques à (14,39mm) et (2,52g).

Tableau 11. Données descriptives des variables quantitatives étudiées(en mm)de l'année 2022.

Dimensions	Moyenne	Maximum	Minimum	Médiane
Longueur	20,5±1,85	26,28	9,97	20,47
Largeur	16,29±1,44	20,37	13,63	16,32
Paisseur	15,73±1,21	19,47	13,59	15,58
Poids	2,88±2,8	4,76	2,01	2,82
N.Carpelles	2,20±1,01	4	1	3

2. Tests et suivi de germination

Nous avons suivi les noyaux placés dans l'incubateur pendant un mois. Un nettoyage quotidien a été effectué pour éliminer une éventuelle contamination. Après la période d'observation, nous avons obtenu les temps de latence et le temps moyen, la durée et le taux de germination cumulé des différents lots comme indiqué au tableau 12.

2.1.Caractéristiques germinatives

Tableau 12. Caractéristiques germinatives des graines de l'arganier.

Année de stockage	2018	2021	2022
Temps de latence TL (jours)	3	3	3
Temps moyen (jours) de germination de 50% des graines	4	3	6,5
Durée de la germination (jours)	8	6	13
Taux moyen de germination en temps moyen (T50%)	10	0	40

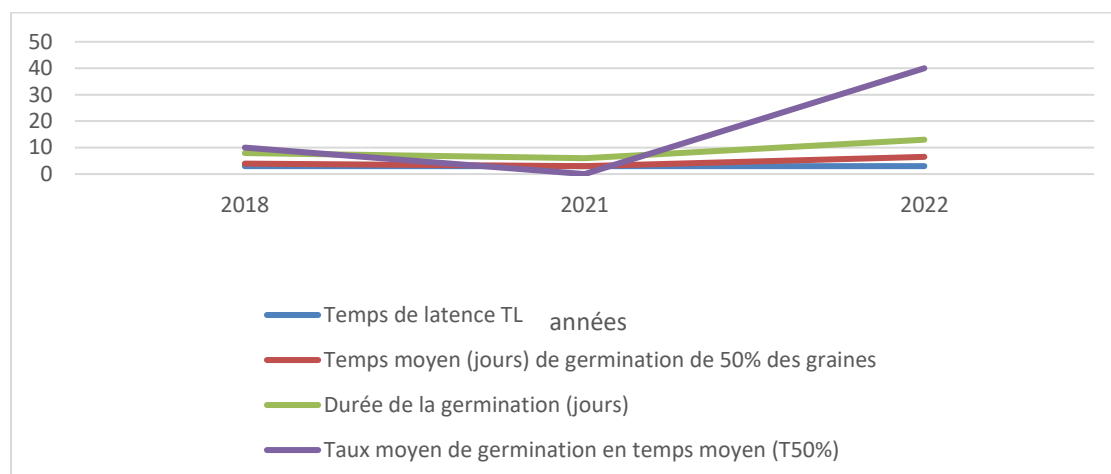


Figure 22. Caractéristiques germinatives des graines de l'arganier en fonction des années de stockage.

D'après les résultats du tableau 12, nous pouvons déduire que :

➤ **Temps de Latence TL**

Le "temps de latence" (TL) des stocks des années 2018, 2021 et 2022. Le "temps de latence" est observé sensiblement constant au 3^{ème} jour pour chaque lot de différentes années de stockage.

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

Le temps moyen de germination de 50% des noyaux prétraités des lots de l'année de stockage de 2018 commencent au 4^{ème} jour. Pour ceux de l'année de 2021 est commencé au 3^{ème} jour et de l'année de 2022 commence au 7^{ème} jour. En conséquence, ces variations montrent une différence significative dans le temps nécessaire pour que la moitié des graines germent en fonction de la date de stockage. Le bref duré (en jours) de germination constatée chez les noyaux de l'année 2021 pourrait être lié aux conditions de stockage par rapport de ceux de 2018, tandis que l'élongation en duré enregistré des noyaux récoltés en 2022 pourrait juger par la qualité des noyaux récemment récoltés. Généralement, la différence observée entre les temps moyens de germination peut être liés à divers facteurs, notamment la date de récolte, la qualité des noyaux, les conditions de stockage.

➤ **Durée de la germination**

La valeur du « temps de germination » varie également de 8 jours en 2018 à 6 jours en 2021 à 13 jours en 2022. Cela indique le temps total qu'il a fallu aux noyaux pour atteindre le

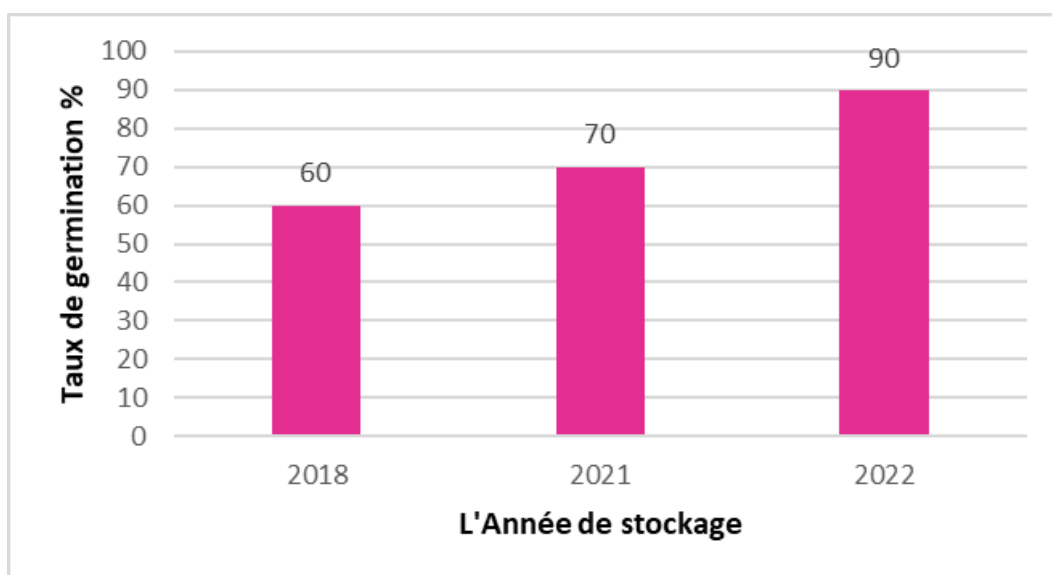
stade de germination complète et varie d'année à l'autre.

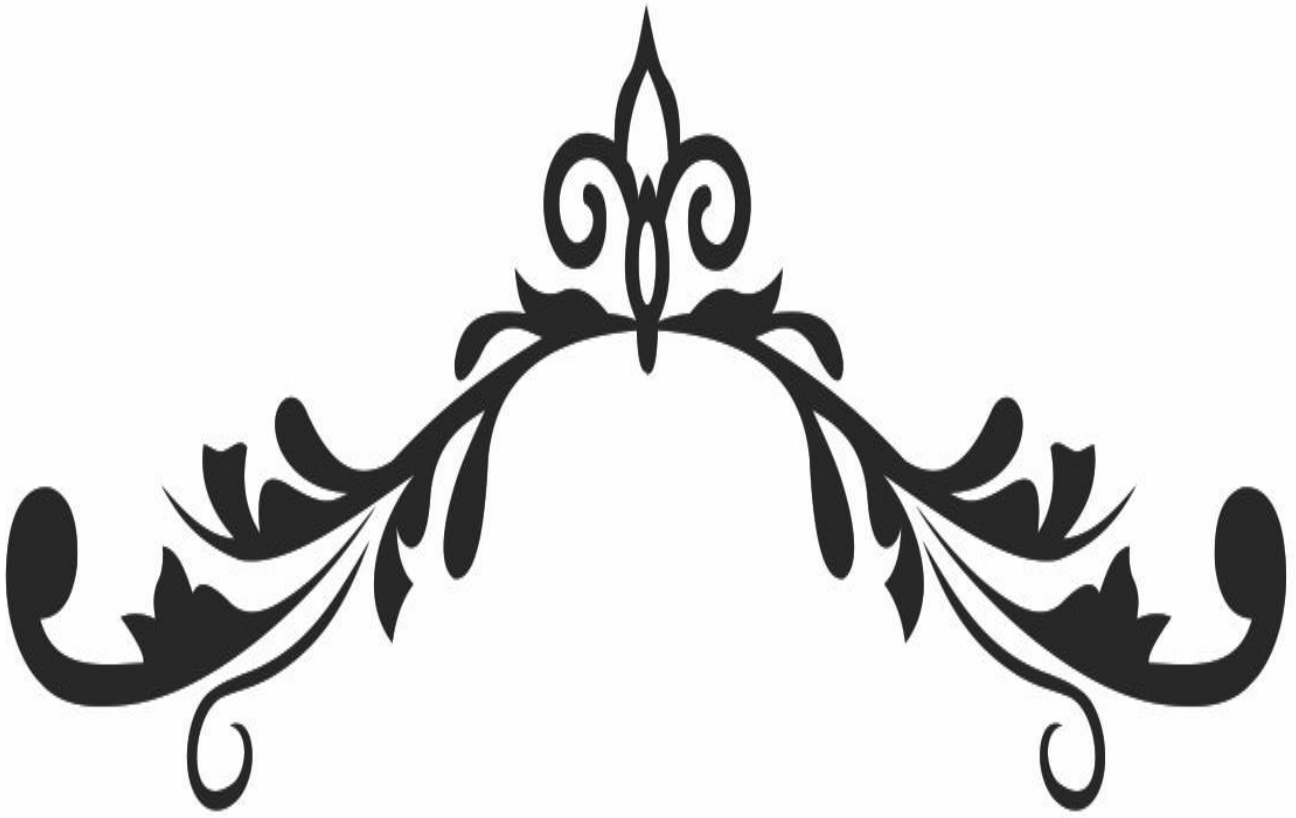
➤ **Taux moyen de germination en temps moyen (T50%) :**

Le taux de germination moyen (T50%) varie considérablement. Le taux de croissance le plus élevé a été enregistré en 2022 avec une valeur de 40 %, alors qu'en 2021 il était nul. Mais en 2020, il est tombé à 10 %. Ces valeurs semblent indiquer le pourcentage de graines qui ont germé en fonction du temps moyen de germination. La durée de la germination et le taux de germination en temps moyen montrent des variations significatives. Les variations pourraient être dues à des changements dans les conditions de stockage, les méthodes d'expérimentation ou d'autres facteurs environnementaux.

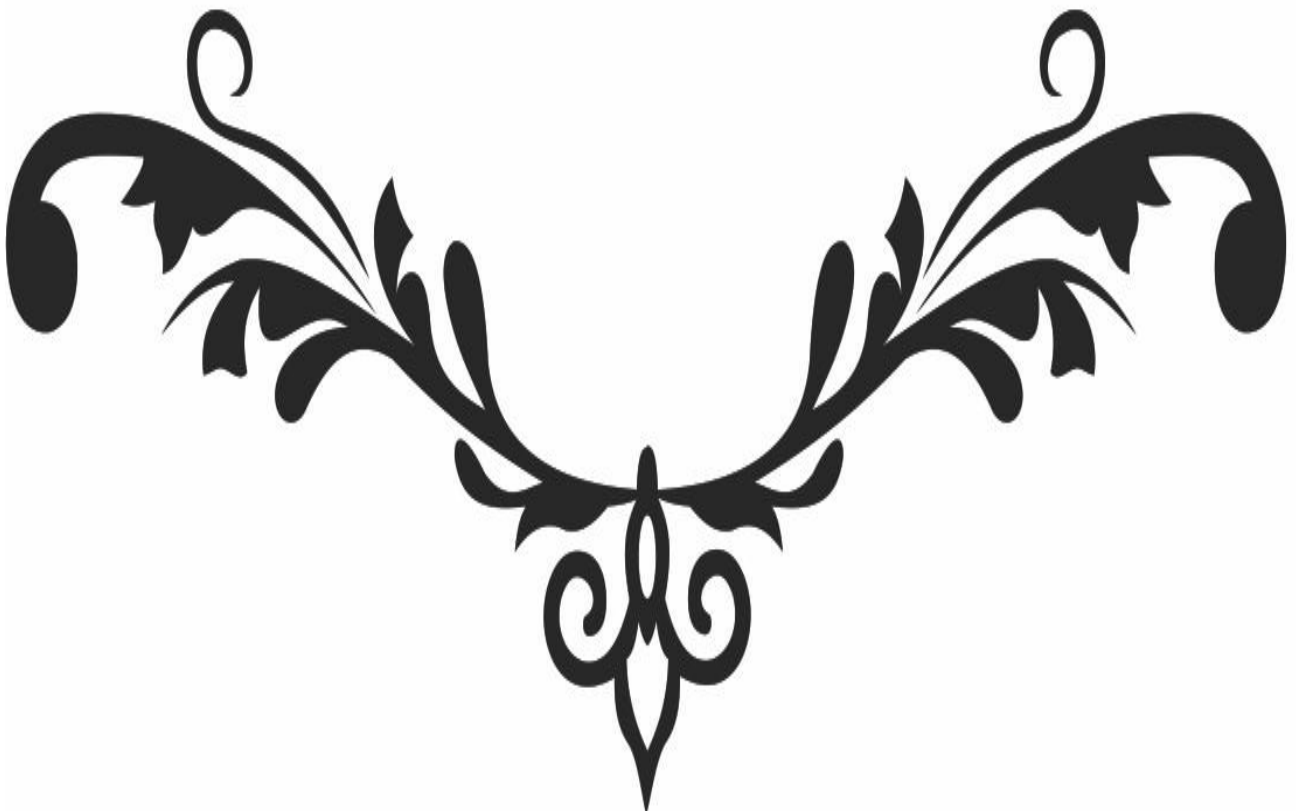
D'après la figure 23, nous avons remarqué que le taux de germination est en relation croissante par rapport la date de récolte. En conséquence, plus la date de stockage est récente, plus le taux de germination est important et vice versa. Ces résultats peuvent être expliqués par le fait que le taux de réussite de la germination dépend du type de traitement et de la nature des noyaux (Mezghenni, 2014), l'état des semences et les conditions physiques de stockage (Ziani, 2014) ; La durée de stockage peut aussi modifier les taux de germination (Barton, 1936).

Figure 23. Taux cumulé de germination en fonction de date de stockage





Conclusion générale

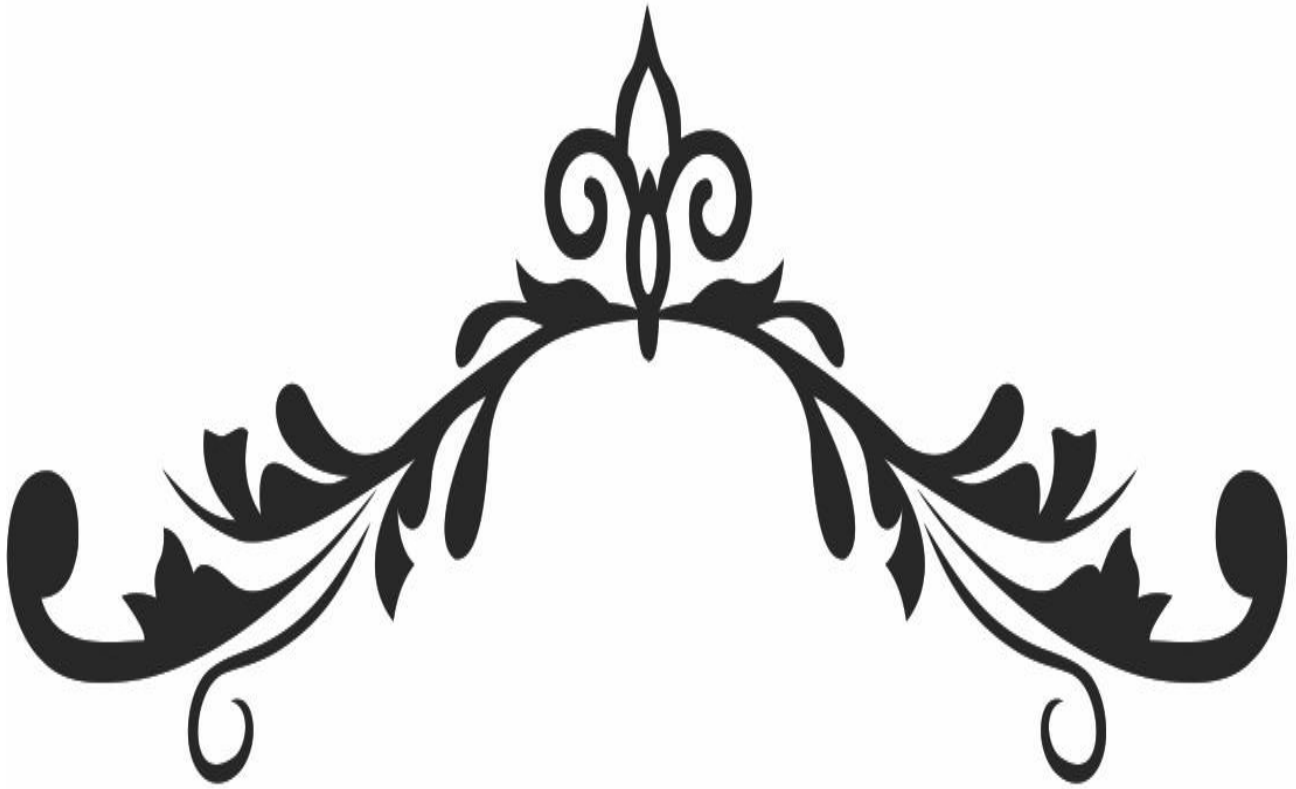


L'arganier est un arbre xérophile extraordinaire. Il est endémique en Afrique Nord-Occidentale (Kechairi et Abdoun, 20116), où il se trouve dans les régions arides et semi-arides. Il présente des caractéristiques écologiques pour la lutte contre la désertification, et la protection des sols contre l'érosion (Kechairi, 2021). Il a un intérêt socio-économique, phytothérapeutiques et cosmétiques par sa précieuse huile extraite de l'amande (Kermiche, 2018).

Notre étude est menée sur 504 noyaux d'*Argania spinosa* (L.) Skeels récoltés de diverses dates, provenant du verger expérimental de l'arganier de l'ITMAS (Institut de Technologie Moyen Agricole Spécialisé à Timimoun).

Elle avait pour but de connaître l'effet de la durée de stockage des noyaux de l'arganier sur le taux de germination. La comparaison de la présente étude avec celle de Beladjmi (2016) nous a permis de déduire une légère différence en dimensions mesurées des noyaux (Longueur, Largeur, Épaisseur, Poids, nombre de Carpelles). La germination des noyaux d'arganier en fonction de différentes dates de stockage après avoir effectué le procédé de germination indiqué dans le protocole expérimental poursuivi, nous a permis de conclure que pour avoir des meilleurs taux de germination, il est conseillé d'utiliser les noyaux récemment récoltés. Dans notre cas, nous avons obtenu un taux de germination de 90% des noyaux ont une année de stockage.

Nous pensons que les résultats obtenus soutiennent l'hypothèse bien connue selon laquelle la relation entre la date de récolte et le taux de germination est décroissante. En tenant compte, les autres facteurs environnementaux et les conditions de stockage et l'état physiologique des noyaux qui peuvent être différenciés les taux de germination, y compris les prétraitements poursuivis.



Références bibliographiques



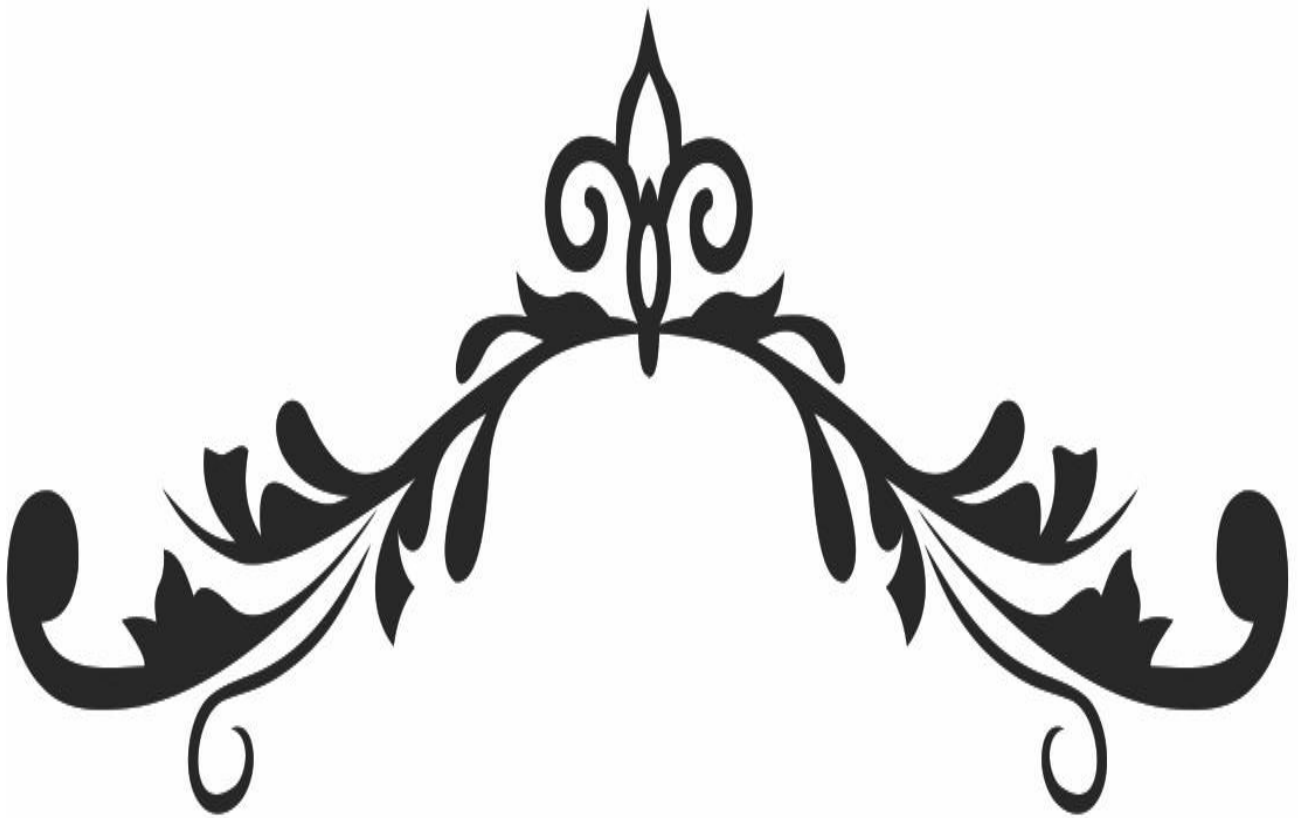
1. Abhs, (2013). Agence de bassin hydrographique Sahara, ministère des Ressources en eau, Informations sur l'agence et le bassin hydrographique.
2. Agouzzal I., 2019-Les vertus Thérapeutiques de L'huile d'Argane : Enquête Menée a la région de sous Massa au Maroc. Docteur en pharmacie. Faculté Médecine et de pharmacie, Univ. Mohammed V de-RABAT, 134p.
3. Alexandre S., 1985. La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes, techniques agricoles et productions méditerranéennes ; G.P. Maisonneuve & Larose., 135p.
4. Badreddine A. (2016). Préparation et Caractérisation d'Extraits d'Argania spinosa et d'Huile d'Argan Et Evaluation de leurs Effets Neuroprotecteurs In Vivo et In Vitro.
5. Barton L.V. ; 1936. Germination of some desert seeds, Contr. Boyce Thompson Inst.
6. Bamouh A ., 2009. Le marché de l'huile d'argan et son impact sur les ménages et la forêt dans la région d'Essaouira. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, 95 : 4p.
7. Baumer M., Zeraïa L., 1999. La plus continentale des stations de l'arganier en Afrique du Nord. rev. for. fr. 3 : 446 - 452.
8. Belcadi Haloui, R., Zekhnini, Z., El Madidi, S., & Hatimi, A. (2017). Variability in Seeds of Argania spinosa according to the Shape et the Geographic Origin of the Fruit Indian Journal of Natural Sciences, 7(40), 12030-12038.
9. Belghazi, T. (2013). Typologie de l'arganeraie et estimation de la biomasse aérienne des taillis d'arganier (Plateau des Haha-Essaouira, Maroc). Doctoral dissertation, UCL-Université Catholique de Louvain.
10. Bella S, (2005). Évolution de la salinité des sols sous serres en milieu aride, Thèse, Mag, Agr, Institut National D'agronomie pp 29-35.
11. BELLEFONTAINE R., (2010). De la domestication à l'amélioration variétale de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels). Article de recherche : Sécheresse vol. 21, n° 1, janvier-février-mars 2010. Cirad- UPR Génétique forestière.
12. Benckekroun F., Buttoud G., 1989. L'arganeraie dans l'économie rurale du sud-ouest marocain. Forêt méditerranéen t. XI, n ° 2 : 127-136.
13. Benkhalfoun, B. (2011). Contribution à l'étude de la germination et l'effet du stress salin chez l'arganier (*Argania spinosa* (L) Skeels). Mémoire en vue de l'obtention de diplôme d'ingénieur d'état en sciences forestie d'état en sciences forestieres. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie & Sciences de la Terre et de l'Univers (SNV-STU) de Tlemecen. 43p.
14. Benzayane M., 1989. Estimation de la biomasse et étude de la croissance de l'Arganier (*Argania spinosa*) dans le plateau de Haha. Mémoire de 3ème cycle Agronomie, option eaux et forets, institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, 115p.
15. Berka S. et Harfouche A. 2001. Effets de quelques traitements physico-chimiques et delà température sur la faculté germinative de la graine d'arganier. Revue forestière française ,3(2) :125-130.
16. Berka S., Himrane H., Taguemount D., Tabet M. et Aid F. 2018. Contribution à l'étude de la germination et de la conservation des graines d'*Argania spinosa* (L.) Skeels de la région de Tindouf (Algérie). Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature,73 (3), pp.309-317. (Hal-03532603).
17. 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
18. Boudjenane R. 1995. Étude expérimentale de la germination de la graine d'Arganier et approche du comportement des plants transplantés. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agronomie : 89 p, INFSA Mostaganem.
19. Boudy P. 1950. Monographie et traitement de l'arganier. In : Monographie et traitements des essences forestières, Paris, Ed. Larose, tome II, fascicule I, 382-416.
20. BOUDY P., 1952. Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La maison Rustique. Paris, pp : 185- 194.

21. Boudy P.,1950-Economie forestière Nord-Africaine Tom II : Monographie et traitement des essences forestières, Ed. LAROSE, Paris pp 383-415.
22. BOUTHERIN et BRON (2002). Multiplication des plantes horticoles. 2éme édition. Ed. Tec et Doc, Paris. 238p.
23. Chaussat R et Deunff Y ., (1975). la germination des semences .Ed.Bordars, Paris, 232p.
24. Chaussod R, Adlouni A, Christon R. (2005). L'arganier et l'huile d'argane au Maroc : vers la mutation d'un système agroforestier traditionnel ? Enjeux et contribution de la recherche. Cahiers Agricultures. ; vol. 14, n° 4.
25. Chaussod R, Adlouni A, Christon R. L'arganier et l'huile d'argane au Maroc : vers la mutation d'un système agroforestier traditionnel ? Enjeux et contribution de la recherche. Cahiers Agricultures. 2005 ; vol. 14, n° 4.
26. De Ponteves E., Bourbouze A. et Narjisse H. 1990. Occupation de l'espace, droit coutumier et législation forestière dans l'arganeraie marocaine. Cahiers de la RechercheDéveloppement. 26, 28-43.
27. Dubost, D (2002). Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Ed, CRSTRA. Alger .423p
28. Ehrig, F. R., 1974- Die ArganiaCharakter, Ökologie und wirtschaftliche Bedeutung eines Tertiärreliktes in Marokko. PetermannsGeogr. Mitt.,pp 117-125.
29. Emberger L.1925. A propos de la distribution géographique de l'arganier. Bulletin de la Société des sciences naturelles et physique du Maroc.4 (7) :151- 153.
30. Emberger, L. (1938). Les arbres du Maroc et comment les reconnaître (Larose ed.). Paris
31. FAO, 2000. Les méthodes des plantations forestières en zones arides, ONUAA, PARIS, pp ,13-22.
32. FAOUZI H., (2006). L'arganier caractéristiques botaniques et phénologiques, Espaces marocains Mars Avril 2006.
33. Faouzi Kh., Rharrabti Y., Boukroute A., Mahyou H. et Berrichi A. 2014. Cartographie de l'aire de repartition de l'arganier (*argania spinosa* L.SKEELS) dans la région orientale du Maroc par le G.P.S. Combiné au S.I.G.REV. Nature et technologie, n°12, pp, 16-24.
34. Githens, T. S., & Wood, J. C. E. (1943). The food resources of Africa : UPenn Museum of Archaeology.
35. H. Haroune Ben Charif, (2018). Culture constructive traditionnelle : défis actuels Cas de l'architecture de terre à Timimoun. Magister en : Architecture. Option : Ville et architecture au Sahara. Université Khider Mohamed -Biskra-. 160 p.
36. Hadji, A.et Hamidi, N, (2018). Etude hydrogéologique et essai de gestion du système de captage traditionnel des eaux souterraines "Foggara" dans la région de Timimoun (SW Algérien) diplôme de Master. Option : Hydrogéologie. Centre universitaire de Tindouf. P 76
37. Haicher, et L'aifaoui, 2005 : Inventaire de la flore et de l'entomofaune dans deux stations d'étude : ITDAS D'Aïn Ben Nous et (I.N.P. V) de la de Flieche dans la région de Biskra, thèse ing, Unv.Batna.p 29-35.
38. Halitim A, (1988). Les sols des régions arides d'Algérie, Edition, ITOPU, Alger, p110.
39. HARROUNI M. C., (2002). Multiplication de l'arganier par bouturage. Transfert de technologie en Agriculture. Maroc, Aout 2002.

40. 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). 60p+annexe.
41. Jaccard P., 1926- L'arganier Sapotaceae oléagineuse du Maroc, Pharma. Acta Helvétique, pp203-209
42. Jeam P ; Catrine T et Giues L. ,(1998). Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris ,150p.
43. (Kadri Ali, 2018). Université Ibn Khaldoun de Tiaret Mémoire De Fin D'étude. En vue de l'obtention du diplôme de master académique En Sciences de la Nature et de la Vie Filière écologie et environnement Spécialité Ecosystème Steppique et saharienne Thème Contribution à l'étude d'arganier (Argania spinosa.(L) Skeels) dans la région de Béchar. P 9-11
44. Karimi. M, (2016). Caractérisation Phytoécologique Des Parcours De Belghazi Dans La Région De Timimoun – Wilaya d'Adrar. Option : Ecologie Végétale Et Environnement. Université Aboubekr Belkaid Tlemcen Faculte. 69 P.
45. Kassir, A. 1982. Hydrogéologie du Gourara (Algérie). Doctorat 3eme cycle, IST, USTHB (Alger). 147 p.
46. Kechairi R. 2009. Contribution à l'étude écologique de l'Arganier Argania spinosa (L.) Skeels, dans la région de Tindouf (Algérie). Mémoire de magister, université des sciences et de la technologie « houari boumediene », 76p.
47. Kechairi R., (2009). Contribution à l'étude écologique de l'Arganier Argania spinosa (L.) Skeels dans la région de Tindouf (Algérie). Mémoire de magistère, Université des sciences et de la technologie « Houari Boumediene ». 61p+Annexe.
48. Kechairi R., 2018. Étude de l'arganeraie de Tindouf : État des lieux, contraintes et perspectives de son développement. Thèse de Doctorat, Département des Ressources Forestières. FSNV/STU, Université de Tlemcen, Algérie.
49. Kermiche N. E.-H. et Merabti R. 2018. Comment régler le problème de germination chez l'arganier (Argania Spinosa L. Skeels). Master en Biodiversité et physiologie végétale. Université des Frères Mentouri Constantine.
50. Khechai S, 2001 : contribution à l'étude du comportement hydrophysique des sols du périmètre irrigué de l'ITDS, dans la plaine de l'Outaya (Biskra), thèse, Mag, Univ. Batna
51. Lakhdari, A. et Kechairi, R. (2002). Contribution à l'étude de l'arganier Argania spinosa (L) skeels essai de multiplication par semis au laboratoire Mascara. Mémoire d'Ing. d'état en biologie. Option : Écosystème forestier. Univ. Mustapha Stambouli. Mascara. 69p.
52. Linné, C. V. (1737). Flora Lapponica. S. Schouten. Amsterdam, Netherlands.
- Mazilak P., (1982). Croissance et développement. Physiologie végétale II. Hermann ed, Paris, collection Méthodes, p :465.
53. Meyer S., Reeb C., et Bosdevix R. (2004). Botanique, biologie et physiologie végétale .Ed. Moline, Paris, p ;461.

54. Mezghenni. H. et al. 2014 Multiplication de l'Arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels Journal of New Sciences Volume 10(2).
55. Mhirit, O. (1989). L'Arganier, une espèce fruitière forestière à usage multiple. In : Formation Forestière Continue, Thème "l'Arganier" 13-17 Mars 1989. Station de Recherches Forestières, Rabat.
56. M'hirit, O., M. Benzyane, et al. (1998). L'Arganier : Une espèce fruitière-forestière à usages multiples, Mardaga.
57. Mohammed Faez Abdullah, E. 2012. Modélisation de la répartition du transfert des métaux lourds et des oligo-éléments dans les sols forestiers, l'huile d'argan et dans les différentes parties d'arganier. Thèse De Doctorat. Spécialité : Chimie Physique Générale, Matériaux, Nanomatériaux Et Environnement. Université Mohammed V-Agdal. P 17.
58. MOKHTARI M., (2002). Le greffage de l'arganier, un challenge pour la multiplication clonale. Bull Mens Info et Liaison du PNTTA (Programme National de Transfert de la technologie en Agriculture, Rabat, Maroc ; 95 : 3- 4.
59. Mokhtari M., (2002). Production rapide de plante d'arganier aptes à la transplantation. Bulletin mensuel d'information du PNTTA n95 AOUT.Monod T, (1992). Du désert. Sécheresse, 3(1). 56-57p
60. Monteuis, O., 2010. Bois et forêt des tropiques : < multiplication d'argania spinosa >. V.2, n°304, 50 p.
61. Nedjari. A et Ait Ouali. R, (2018). Le Gourara – Timimoun : De La Syncline Hercynienne Atypique Aux Continentaux. Mémoire Du Service Géologique De L'algerie. N° 20, 3 - 49 P.
62. Nouaïm R., Chaussod R., Yacoubi B., (1995). Effet de la mycorhization sur six clones d'arganier multipliés par bouturage. Bulletin de recherche forestière du Maroc. Etudes sur l'arganier, Essaouira 29-30 septembre 1995, pp : 7-11.
63. Nouaïm R., Chaussod R., El Aboudi A., Schnabel C. et Peltier J.P. 1991. L'arganier essai de synthèse des connaissances sur cet arbre. In : physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides. Groupe d'étude de l'arbre (Paris). P : 373-388.
64. Otmanii, (1995). Etude sur l'arganier et la lutte contre la désertification in Actes de journée d'étude sur l'arganier. Essaouira 29 au 30 septembre 1995.
65. Ozenda, P, 1991 : Flore et végétation du Sahara. 3ème Ed. C.N.R.S. Paris. 662p
66. Pagney P, (1976). Les climats de la terre. Ed. Masson, Paris, 140p
67. Quezel P. et Santa S., (1963). Nouvelle Flore de l'Algérie et régions désertiques méridionales. Ed. S.N.R.S. Paris. Tome II. PP : 573-1170.
68. Radi N. 2003. L'Arganier : arbre du sud-ouest Marocain, en péril, à protéger. univ. de Nantes, faculté de pharmacie, thèse doc. Pharma. L'arganier : arbre du sud-ouest Marocain, en péril, à protéger. pp : 59-62.
69. Radi N., 2003. L'arganier arbre de sud-ouest marocain, en péril, à protéger. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Faculté de pharmacie, Université de Nantes, 59p
70. RAHMANI M., (1989). L'huile d'argan : un produit alimentaire et diététique de qualité. Formation forestière continue. Publ. Stat. Rech. For. 8-25, Rabat pp 74-81.

71. Rouhi R., (1991). Anatomie de l'arganier (*Arganiaspinosa* (L.) Skeels). Actes du colloque international sur l'arganier. Agadir.p : 100 – 103.
72. Sahlaoui. R et Dlimi. F, (2022). Inventaire des cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la wilaya de Timimoun Cas : commune de Metarfa. Diplôme de Master. Spécialité : Systèmes de production agroécologiques. Université Ahmed DRAÏA – Adrar. 34 P.
73. Seddik, M. Et Koutai, B.,2021. Etat des lieux de plantation d'Arganier dans la wilaya d'Adrar. Memoire du Master. Spécialité : Systèmes de production agroécologique. Université Ahmed Draïa Adrar. P 14.
74. Selkh, M (2013). Timimoun la mystique. L'Office du Tourisme de Timimoun Avenue du 1er novembre 1954 01400 Timimoun (W.d'Adrar),p 5, 6,7.
75. Seltser R ,1946 : le modèle des régions sèche, Pup France. p52.
76. Slimani H., 1996-Contribution à l'étude de l'arganier (*Argania Spinosa* (L.) Skeels) de deux provenance Tindouf-Mostaganem (Etude expérimentale sur la germination des graines et extraction d'huile d'argan, Mémoire de fin d'étude en Agronomie, F.S.A. Univ. Sidi bel-Abbés, Algérie, 102p.
77. Slimani, S. et Kadi, F, (2022). Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans les périmètres agricoles dans les régions d'Aoulef et Timimoune. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master. Spécialité : Systèmes de production agro-écologique. Université Ahmed DRAÏA – Adrar. 54p
78. Soltner D.,2007. Les bases de la production végétale tome III, la plante.Ed.Collection sciences et techniques agricole , Paris, p :304.
79. TARRIER M. R. et BENZYANE M. 2003. L'arganeraie marocaine se meurt : problématique et bio-indication. Science et changements planétaires / Sécheresse, 14(1), pp : 60-62.
80. Thierry L., (1987). L'arganier au Maroc, sa description, ses méthodes de multiplication et ses applications en reforestation. Thèse d'Ing. Tech. Agro. Inst. Pro. D'Ens. Sup. p : 183.
81. Toutain G, (1979). Elément d'agronomie saharienne. De la recherche au développement. Ed. Imprimerie Jouve, Paris, 276p.
82. Venegas C, Cabrera-Vique C, Garcia-Corzo L, Escames G, Acuna-Castroviejo D, Lopez LC. Determination of coenzyme Q10, coenzyme Q9, and melatonin contents in virgin argan oils: comparison with other edible vegetable oils. J Agric Food Chem. 2011 ; 59, 12102-12108.
83. Wagret P. 1962. L'Arganier du sud Marocain relique du tertiaire et providence des populations'', Nature sciences progrès, v.85, (1962), p: 390-393.
84. Zahidi A. (1994). Phénologie, typologie et variabilité génétique des caractères de la ramification et de la foliation de l'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels). Thèse d'état, université IbnouZohr, Agadir, Maroc.
85. Ziani S (2014) Multiplication de l'Arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) par vitro semis, microbouturage, microgreffage, organogenèse et/ou embryogenèse somatique. Mémoire Master. Option : Ressources Phylogénétiques et Développement Durable Université Hassiba Ben Bouali Chlef P23.



Annexes

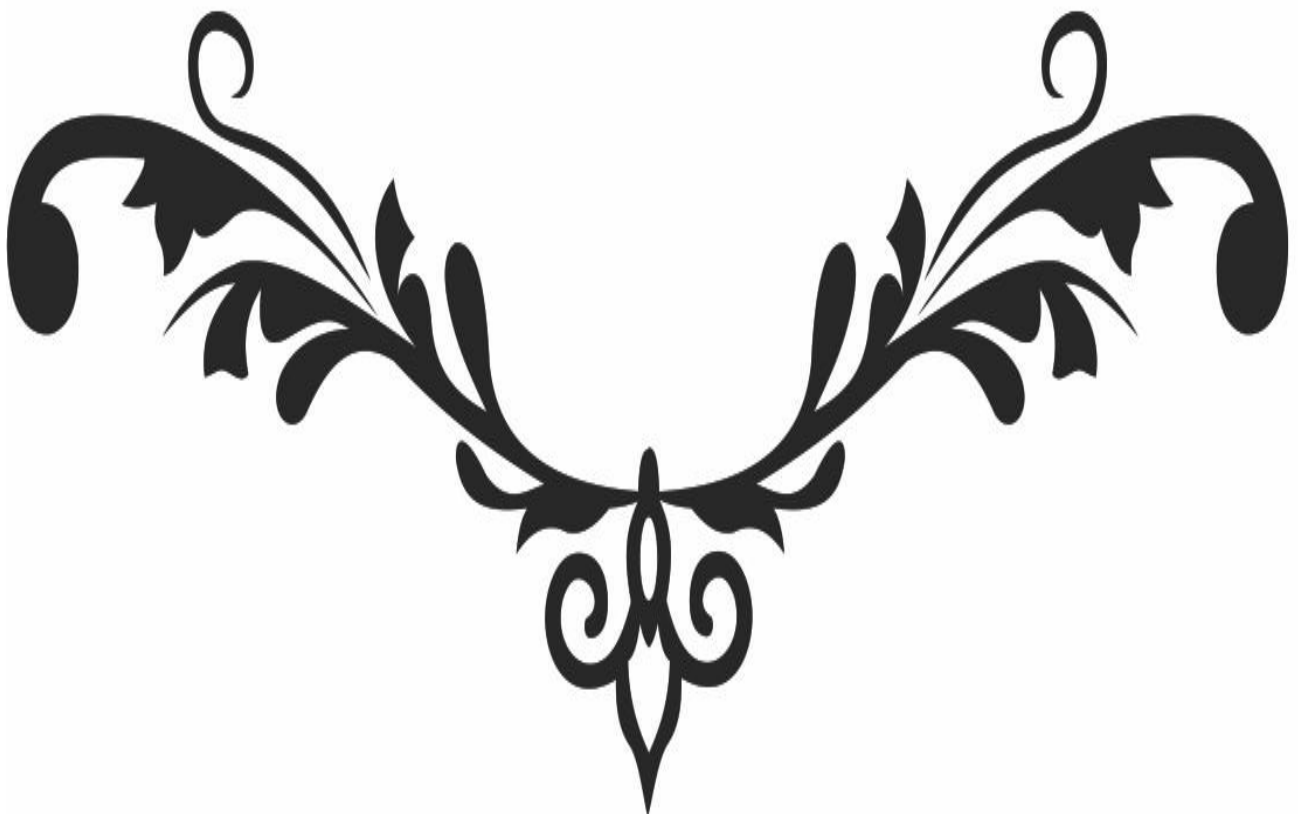


Tableau a, b, c contenant le suivi des taux cumulés de germination au laboratoire

a. Pour les noyaux de l'année 2018 (de 1 Juin à 22 juin 2023)

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Lot 1	0	0	0	1	1	4	4	6	6	6	6	6	6	0	6	6	6	6	6	6	6	6
Lot 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lot 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

b. Pour les noyaux de l'année 2020 (de 1 Juin à 22 juin 2023)

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Lot 1	0	0	0	2	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Lot 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lot 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

c. Pour les noyaux de l'année 2022 (de 1 Juin à 22 juin 2023)

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Lot 1	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lot 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lot 3	0	0	0	4	4	4	4	7	7	7	7	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

العنوان: تأثير مدة تخزين بذور شجرة الأركان *Argania spinosa* L. Skeels على الإنبات

ملخص

تركز هذه الدراسة على القياسات الحيوية واختبار إنبات حبات الأركان *Argania spinosa* من ITAMS المعهد التقني المتخصص في لزراعة الصحراوية (تيميمون، الصحراء الجزائرية). سمح لنا القياس البيومتري بالحصول على الأبعاد التالية: الطول 1.85 ± 20.50 ملم، العرض 1.44 ± 16.29 ملم، السُمك 1.11 ± 14.34 ملم، الوزن 2.8 ± 2.88 غرام، عدد الكرابل يختلف من 1 إلى 4. يؤكد اختبار الإنبات الذي تم إجراؤه أن تعتمد أفضل النتائج التي تم الحصول عليها على تاريخ الحصاد الأخير، حيث لدينا معدل إنبات أعلى بنسبة 90% من الحبوب التي تم حصادها في عام 2022. ونتيجة لذلك، قد تتأثر صلاحية حبات الأركان بمدة تخزينها.

الكلمات الرئيسية: شجرة الأركان، بذور، تباين بيومتري، إنبات، تيميمون

Titre : Effet de la durée de stockage des noyaux de l'arganier *Argania spinosa* L. Skeels sur la germination

Résumé

Cette étude s'intéresse sur la biométrie et le test de germination des noyaux d'arganier *Argania spinosa* de provenance de l'ITAMS (Timimoun, Sahara algérien). La mesure biométrique nous a permis d'avoir les dimensions suivantes : Longueur $20,50 \pm 1,85$ mm, Largeur $16,29 \pm 1,44$ mm, Épaisseur $14,34 \pm 1,11$ mm, Poids $2,88 \pm 2,8$ gr, Nombre des Carpelles varie de 1 à 4. Le test de la germination effectué confirme que les meilleurs résultats obtenus sont dépendantes de la date de récolte récente, où nous avons un taux de germination plus élevé 90% des noyaux récolté en 2022. En conséquence, la viabilité noyaux d'arganier peut être influencée par leur durée de stockage.

Mots clé : Arganier, noyaux, Variabilité biométrique, germination, Timimoun.

Title: Effect of storage duration of the stones of the argan tree *Argania spinosa* L. Skeels on germination

Abstract

This study focuses on biometrics and germination testing of Argan tree (*Argania spinosa*) seeds from a single source, ITAMS (Timimoun, Algerian Sahara). Biometric measurements yielded the following dimensions: Length $20.50 \text{ mm} \pm 1.85$, Width $16.29 \text{ mm} \pm 1.44$, Thickness $14.34 \text{ mm} \pm 1.11$, Weight 2.88 ± 2.80 , Number of carpels ranging from 1 to 4. The germination test confirmed that the best results were obtained regardless of the harvest date, with a higher germination rate of 90% for seeds collected in 2022. As a result, the viability of Argan tree seeds may be influenced by their storage duration.

Keywords: Argan tree, seeds, biometric variability, germination, Timimoun.