**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE DE MEDEA**

**FACULTE DES SCIENCES**

# Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Ecologie et Environnement

**Spécialité :**Ecologie

**Par :**

**MADDI Ibtissam**

**Thème :**

# Effet des prétraitements sur la germination de noix de deux provenances de l'Arganier

# (*Arganiaspinosa* (L.) Skeels)

Devant le jury d'évaluation composé de :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Examinateur | Mr. CHAMI B. | UYFM | Grade : MAA |
| Examinateur | Mr. LICIR M. | UYFM | Grade : MAA |
| Promoteur | Mr. MAAMAR KOUADRI K. | INRF | Grade :MRB |
| Co-Promoteur | Mr. AIT HAMMOUDA T. | UYFM | Grade : MAA |

Année universitaire 2021/2022

# Remerciement

*À Dieu de nous avoir préservé la vie, la santé et le courage jusqu'à arriver à réaliser ce mémoire de fin d'étude en master.*

*Le présent mémoire de master s'inscrit dans le cadre du projet «effet de prétraitements sur la germination de noix de deux provenances d'arganier spinosa (L). skeels » de l'Institut National de la Recherche Forestière (INRF).*

*Il a été réalisé à la Station INRF de Baraki sous la direction de Monsieur MAAMAR KOUADRI Kaddour, Maitre de Recherche classe B, et le co-encadrement de Monsieur AIT HAMOUDA tahar, Maitre de conférences A à l'Université de Médéa.*

*Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à Monsieur MAAMER KOUADRI Kaddour pour la qualité du travail et de son encadrement exceptionnel, sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Nous remercions M. LICIR M, Maitre de coférences A à l'université de Médéa, et M. CHAMI B, Maitre de conférences A à l'université de Médéa, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous remercions également Mme BOUBETRA Kenza pour son aide et surtout pour ses encouragements.*

*Un grand merci à tous les membres de l'INRF particulièrement M. BOUYAICHE Mohamed, Chef de la Station de Baraki, à Mme SAIFOUNI Aida, M. TAGUEMOUT Djamel et M. CHEBOUTI Yahia pour ses encouragements.*

*Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenues de près ou de loin Nos remerciements s'adressent également à nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail qui est le fruit de mes efforts*

*A ceux que j'aime le plus au monde mes très chères parents leurs sacrifices et leurs encouragements toute ma vie, je ne savais jamais comment exprimer mes sentiments pour avoir veillé sur mon éduction, jamais je ne peux les remercier assez de m'avoir donner le meilleur*

*A mon cher frère **TAWFIQ***

*A ma grande sœur **SALIMA** pour leur solidarité et leur amour*

*A ma chère amie **MADDI NAWEL**.*



***IBTISSAM***

# *Liste des figures, listes des tableaux, liste des abréviations*

## Liste des figures


| | | |
|---|---|---|
| **Figure 1** | Arbres de l'arganier | 4 |
| **Figure 2** | Feuilles de l'arganier | 5 |
| **Figure 3** | Fleurs de l'arganier | 6 |
| **Figure 4** | Fruits de l'arganier | 6 |
| **Figure 5** | Tronc d'arbre de l'arganier | 7 |
| **Figure 6** | Répartition géographique de l'arganier au Maroc | 8 |
| **Figure 7** | Répartition géographique de l'arganier en Algérie | 9 |
| **Figure 8** | Courbe théorique d'imbibition d'une semence | 16 |
| **Figure 9** | Noix de la Provenances de Mostaganem | 21 |
| **Figure 10** | Noix de la Provenances de Tindouf | 21 |
| **Figure 11** | Substrat de culture des noix pour germination | 25 |
| **Figure 12** | Mise en germination les lots prétraités dans l'étuve | 25 |
| **Figure 13** | Préparations des différent prétraitements | 26 |
| **Figure 14** | Organigramme des différents prétraitements utilisés pour améliorer le processus germinatif chez les noix de l'arganier (*Argania spinosa*) | 27 |
| **Figure 15** | Evolution du Taux de la germination en fonction du prétraitement et des provenances | 29 |
| **Figure16** | Noix *d'argania spinosa* germées dans l'étuve à 28 °C | 30 |
| **Figure 17** | Noix germée après une scarification mécanique à l'aide d'un marteau | 31 |

# Liste des Figures


| | | |
|---|---|---|
| **Figure 18** | Début de germination des noix scarifiées | 33 |
| **Figure 19** | Cinétique de germination des noix d'arganier Tindouf sous l'efet des diférents prétraitements en fonction de temps (jours) | 36 |
| **Figure 20** | Cinétique de germination des noix d'arganier Tindouf sous l'efet des diférents prétraitements en fonction de temps (jours) | 36 |
| **Figure 21** | Emission des radicules des noix d'arganier | 37 |

## Liste des tableaux

**Tableau n° 1**: Cycle phrénologique de l'arganier au Maroc 11

**Tableau n° 2**: Taux de germination des noix prétraitées par l'eau ordinaire 30

**Tableau n° 3**: Taux de germination des noix d'Arganier scarifiées mécaniquement 31

**Tableau n° 4**: Taux de germination des noix stratifiées au froid pendant 20 et 40 jours 32

**Tableau n° 5**: Taux de germination des noix scarifiées par l'acide sulfurique 32

**Tableau n° 6**: Taux de germination des noix scarifiées par l'eau oxygénée 33

**Tableau n° 7**: Taux de germination des noix prétraitées en combinaison mécanique et Chimique 34

**Tableau** n° **8**: Durée moyenne de germination des graines d'arganier pour deux provenances 35

## Liste des abréviations

**Fig**: Figure

**M:** Mètre

**INRF:** Institut National de Recherche Forestière

**%:** Pourcentage

**Mm/an:** Millimètre /an

**°C:** Degré Celsius

**N:** Nord

**E:** Est

**min:** Minute

**Ha:** Hectare

**TMG:** Temps moyen de germination

**TG:** Taux de germination

**Nbr:** Nombre

**SPSS:** Statistical package of social science

**Tind:** Tindouf

**Mosta:** Mostaganem

**m:** Température moyenne minimale

# Sommaire

# Sommaire

**Dédicace**

**Remerciement**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**Résumé**

**Sommaire**

**Introduction ……..……..……..……..1**

## Chapitre I: Synthèse bibliographique

**I. Généralités sur l'Arganier…….…….3**

**I.1. Historique de l'Arganier.....…….....……...3**

**I.2. Taxonomie…….……..…….…….3**

**I.3. Description botanique.....……..…...……...…….……..4**

**I.4. Répartition géographique de l'arganier.....……..…….7**

**I.4.1. Eu Maroc.....……..……...….7**

**I.4.2. En Algérie.....……..……..8**

**I.5. Exigences écologiques.....……...…….…….9**

**I.5.1. Exigences climatiques.....……...….9**

**I.5.1.1. Pluviométrie.....…….……....10**

**I.5.1.2. Humidité.....…….……...….10**

**I.5.1.3. Température.....…….……..10**

**I.5.1.4. Altitude.....……..…….…….10**

**I.5.2. Exigences édaphiques.....……..…….……....10**

**I.5.3. Phénologie.....……...…….…….10**

**I.6. Régénération de l'arganier.....…….…….…….11**

**I.6.1. Par semis.....…….…….11**

**I.6.2. Par rejets de souche.....……..…….……11**

**I.6.3. Par multiplication végétative…....…….…….....….11**

**I.7. Intérêts et usage de l'arganier.....……12**

**I.8. Importance de l'arganier.....…….…….....….12**

**I.8.1. Importance écologique.....12**

**I.8.2. Importance socio-économique.....12**

**II. Généralité sur la germination.....14**

**II.1. Définition de la germination.....14**

**II.1.1. Physiologiquement.....14**

**II.1.2. Botaniquement.....14**

**II.1.3. Agronomiquement.....14**

**II.2. Types de germination.....14**

**II.3. Conditions de la germination.....14**

**II.3.1. Conditions internes de la germination.....14**

**II.3.2. Conditions externes de la germination.....15**

**II.3.2.1. Eau.....15**

**II.3.2.2. Oxygène.....15**

**II.3.2.3. Température.....15**

**II.4. Phases de la germination.....15**

**II.4.1. Phase d'imbibition.....15**

**II.4.2. Phase de germination sensu-stricto.....15**

**II.4.3. Phase de la croissance.....15**

**II.5. Différents obstacles de la germination.....16**

**II.5.1. Inhibitions tégumentaires.....16**

**II.5.2. Dormances embryonnaires.....16**

**II.6. Problèmes spécifiques de la germination d'arganier.....17**

**II.7. Techniques utilisées dans la levée des inhibiteurs de la germination.....17**

**II.7.1. Naturellement.....17**

**II.7.2. Artificiellement.....17**

**II.7.2.1. Stratification.....17**

**II.7.2.2. Froid.....17**

**II.7.2.3. Lixiviation.....18**

**II.7.2.4. Traitements oxydants.....18**

**II.7.2.5. Scarification.....18**

**II.8. Amélioration de pouvoir germinatif des graines.....18**

**II.8.1. Traitements humides.....18**

**II.8.2.Trempage dans l'eau.....18**

**II.8.3. Eau chaude.....18**

**II.8.4. Eau bouillante.....18**
**II.8.5. Traitement à l'acide.....18**
**II.8.6. Traitements à sec.....19**
**II.8.7. Chaleur sèche et feu.....19**
**II.8.8. Scarification manuelle.....19**
**II.8.9. Micro-ondes.....19**

## Chapitre II: Matériel et méthodes

**II.1. Matériel.....20**
**II.1.1. Matériel biologique .....20**
**II.1.1.1. Lieu de récolte des noix.....20**
**II.1.1.2. Description de la noix.....20**
**II.1.1.2.a. Provenance de Mostaganem..... .....20**
**II.1.1.2.b. Provenance de Tindouf..... .....21**
**II.1.2. Matériel utilisé au laboratoire.....22**
**II.2. Méthode d`étude.....23**
**II.2.1. Préparation des noix.....23**
**II.2.2. Protocole expérimental.....23**
**II.2.2.1. Les différents prétraitements étudiés pour la germination. ..... .....23**
**II.3. Analyse des données.....28**
**II.3.1. Paramètres suivis.....28**
**II.3.2. Analyse des résultats.....28**

## Chapitre III: Résultats et discussion

**I. Résultats.....29**
**I. 1. Taux de la germination.....29**
**I. 2. Durée moyenne de germination.....34**
**I. 3. Temps de latences.....35**
**II. Discussion.....36**
**Conclusion. .....40**
**Références bibliographiques.....41**

**Résumé:**

Les noix de l'Arganier (*Argania spinosa. L. Skeels)* sont caractérisées par la dormance embryonnaire et surtout tégumentaire, qui répercute sur le pourcentage et la durée de germination. Le recours aux prétraitements pour améliorer la germination de cette espèce, il est testé l'effet des prétraitements physique (scarification mécanique, stratification au froid) et chimique (acide sulfurique, eau oxygénée, eau ordinaire) sur les noix ont été récolté de la parcelle expérimentale de l'INRF de Baraki d'origine de la provenance de Mostaganem et de Tindouf. Les résultats obtenus montrent que les prétraitements testés permettent d'améliorer le taux de germination, d'accélérer la vitesse de germination et de réduire le temps moyen de germination. Le plus grand taux de germination (100%) est enregistré chez les noix qui ont subi une scarification à l`aide d'une affûteuse pour la provenance de Mostaganem et 60 % pour la provenance de Tindouf. De même, le prétraitement à l'eau d'oxygénée a donné des résultats encourageantes. Le pouvoir germinatif des noix allongées d'origine de la provenance de Mostaganem est plus élevé par rapport aux noix arrondies d'origine de la provenance de Tindouf.

**Mots clés** :

*Arganier, parcelle expérimentale, noix, dormance, prétraitements, germination.*

**Abstract**

The nuts of the Arganier (Argania spinosa. L. Skeels) are characterized by embryonic dormancy and especially integumentary, which affects the percentage and duration of germination. The use of pretreatments to improve the germination of this species, it is tested the effect of physical pretreatments (mechanical scarification, cold stratification) and chemical (sulphuric acid, hydrogen peroxide, ordinary water) on the nuts were harvested from the experimental plot of the INRF of Baraki of origin of the provenance of Mostaganem and Tindouf. The results obtained show that the pre-treatments tested improve the germination rate, accelerate the germination rate and reduce the average germination time. The highest germination rate (100%) is recorded in nuts that have been scarified with a sharpener for Mostaganem and 60% for Tindouf. Similarly, pre-treatment with hydrogen peroxide water has shown encouraging results. The germinating power of the elongated nuts of origin of Mostaganem is higher than the rounded nuts of origin of Tindouf.

Keywords:

*Argan tree, experimental plot, nuts, dormancy, pretreatment, germination.*

**ملخص**

تميز بذور شجرة الأرغان (Argania spinosa. L. Skeels) بالسكون الجنيني وخاصة الغشائي، مما يؤثر على نسبة الإنبات ومدته ، استخدام المعالجات المسبقة لتحسين إنبات هذا النوع، يتم اختبار تأثير المعالجات الفيزيائية المسبقة (الخدش الميكانيكي ، الطبقية الباردة) والكيميائية (حمض الكبريتيك، بيروكسيد الهيدروجين، الماء العادي) على البذور التي تم حصادها من قطعة تجريبية لمعهد INRF براقي لمصدرين مستغانم وتندوف ، أظهرت النتائج المتحصل عليها أن المعالجات المختبرة تحسن وتسرع من معدل الإنبات وتقلل من متوسط وقت الإنبات. يتم تسجيل أعلى معدل إنبات (100٪) في البذور التي خضعت للخدش باستخدام ماكنة شحذ لأصل مستغانم و 60٪ لأصل تندوف ، وبالمثل أعطت المعالجة المسبقة ببيروكسيد الهيدروجين نتائج مشجعة. إن قوة إنبات البذورذات الشكل الطويل من أصل مستغانم أعلى مقارنة بالبذور ذات الشكل المستدير من أصل تندوف.

**الكلمات المفتاحية:**

بذرة، سكون، معالجات أولية، إنبات شجرة أرغان، قطعة أرض تجريبية.

# *Introduction générale*

# Introduction générale

L'Arganier est caractérisé 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)**. 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)**.Le vieillissement des peuplements et la dégradation sont très inquiétants, car à part des rejets de souche, on n'observe guère de jeunes régénérations par semis naturels. La sécheresse semble affecter négativement la régénération et le développement de l'arganier surtout à l'âge juvénile **(Ould Safi, 2013)**. L'arganier est menacé de disparition, il faut le préserver et le replanter dans les zones potentielles pour lutter contre la désertification et comme une source économique des populations locales. Il est capital de protéger cette espèce, pour cela, il est indispensable de maîtriser les techniques d'élevage des plants pour la réussite de reboisement puisque avant tout projet de repeuplement ; la priorité revient à la production qualitative et quantitative des plants. La problématique et enjeu sont donc actuellement, non seulement enrayer le processus de régression de arganeraie, mais aussi de replanter une partie de ce qui a été perdu La production de plants en pépinière nécessite beaucoup de travail à commencer par les noix elles même qui ont des difficultés à germer. Elles manifestent une certaine dormance qui est définie comme étant l'incapacité d'une noix viable à germer même selle est placée dans les conditions optimales de croissance **(Dardour et al., 2014).**

Parmi les inconvénients rencontrés pour la multiplication de cette espèce sont la dormance embryonnaire et tégumentaire, qui se répercute directement sur le taux et la durée de germination. La dureté tégumentaire de l'enveloppe peut retarder la germination pendant des mois ou des années après le semis (dormance exogène) et la propriété de l'embryon (dormance endogène) ont poussé plusieurs spécialistes à la recherche des méthodes plus adéquates pour favoriser une bonne germination de l'espèce. Berka et Harfouche (2001) ont recherché d'autres méthodes sur la germination par des traitements hormonales ou un traitement chimique ainsi que sur la vitesse de germination, cependant le traitement thermique reste le plus accessible et le moins onéreux. Dans ce cas, il est nécessaire de faire subir aux noix, différents prétraitements physiques et chimiques pour obtenir un taux de germination acceptable. Actuellement, plusieurs techniques de prétraitements sont utilisées pour lever la dormance des noix d'Arganier et elles ont donné des résultats satisfaisants.

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 3 chapitres:

**Chapitre I:** Nous présentons des généralités sur l'histoire et les caractéristiques botaniques, écologiques et l'intérêt de l'arganier.

Et généralités sur la germination, il s'agit des informations apportées sur la germination des noix et de problèmes spécifique de la germination d'arganier vis-à-vis des conditions physiologiques et écologiques de l'espèce.

**Chapitre II:** Comporte matériel et méthodes ou il décrit le matériel biologique utilisé, le protocole expérimental et les différentes techniques de prétraitement.

**Chapitre III:** l'interprétation des résultats obtenus, effectuer une discussion et enfin une conclusion générale.

Enfin, une Conclusion générale et les recommandations utiles pour la préservation et le développement de l'arganier en Algérie.

# Synthèse bibliographique

## I. Généralités sur l'Arganier

### I.1. Historique de l'Arganier

L'arganier vient du mot arabe «Argan», d'origine berbère «irgen» qui désigne «tachelhait», qui est le noyau en bois dur de fruit de l'arbre, d'où les berbères tirent une huile réputées: 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 géographiques 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 lederec en 1877), Parle de l'arganier et sont huile à usage alimentaire, Il dit que l'arganier est un arbre épineux, leur fruit est grosseur utilisé comme aliment pour les caprins et leur grain donne des huiles comestible 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 produisant un fruit pour l'alimentation.

Linne 1737, était le premier qui a pour donner la description spécifique dans son « hortus clifortianus » sous le nom = Si *Sideroxylon spinosum L*., du Rhamnus (sapatacé), **(Radi, 2003).**

En 1791, Hosst 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.

En 1926 Lemeine, publie à la suite de ses missions dans le souss un premier article sur la végétation deux type l'arganier.

En 1999, l'UNESCO a ajouté cet arbre à la liste de l'héritage mondiale **(Wagret, 1962).**

### I.2. Taxonomie:

L'arganier (*Argania spinosa* .L.Skeels) est une angiosperme endémique Algéro-Marocaine et la seule espèce qui renferme environ 600 espèces et 40 genres (**Nouaim et Chaussoud, 1993)**.

**La classification de l'arganier est la suivante:**

**Règne:** Végétale

**Embranchement:** Spermaphytes

**Sous-embranchement:** Angiospermes

**Classe:** Dicotylédones

**Sous-classe:** Gamopétales

**Ordre:** Ebénales

**Famille:** Sapotacées

**Genre:** Argania

**Espèce:** *Argania spinosa. L. Skeels*

### I.3. Description botanique

L*'argania spinosa*, est une plante endémique plus remarquable de l'Afrique du Nord, c'est un arbre épineux; de belle taille pouvant atteindre 8 à 10 m de hauteur, arrondie (Fig. 1), **(M'hirit, 1989)**, son âge ne peut estimé qu'approximativement, puisque son bois des périodes de végétation plutôt qu'à des années, son bois est très dur, très compact et lourd **(Benjelloum, 2014).**



**Figure 1:** Arbres de l'arganier **(station INRF de Baraki)**

➢ **Feuillage:**

Feuilles de l'arganier sont petites, alternes et lancéolées, vert-sombre à la face supérieure et claires en dessous avec une nervures médiane très nette et des nervures latérales très fins et ramifiées **(M'hirit et *al.*, 1998)**.

L'arganier présente deux type de feuilles: simple portées par les rameaux jeunes et groupées portées par des rameaux âgés **(Zahidi et *al.*, 1994).** (Fig. 2).



**Figure 2**: Feuilles de l'arganier **(station INRF Baraki)**

➢ **Fleur:**

Hermaphrodites et complètes sont assez discreces **(M'hirit et *al.*, 1989)**, sont de couleur jaune-verdâtre ou parfois blanche, **(Bani-Aameur et *al.*, 1999),** l'inflorescences se présentent en glomérules axillaires composées chacune de 5 sépales pubescents succédent à 2 bractées, la corolle en clache est formée de 5 pétales, arrondis, blancs, les étamines (5) sont à filets courts et portent un grosse anthère mucronée ou obtus **( Benzzalla, 2005),** (Fig. 3).




**Figure 3:** Fleurs de l'arganier **(station INRF Baraki)**.

➢ **Fruit:**

Noix de l'argan est une drupe dont la couleur à maturité évalue vers le jaune ou le rouge, sa taille varie de 1 à 5 cm **(Bani-Aameur et *al*., 1999)**, les graines d'arganier est une baie sessile forme d'un péricarpe charnu ou pulpe, entourant une ou plusieurs graines soudées qui forment le noyau , Son poids moyen peut aller de 5 à 20 g voire plus La chair ou pulpe représente 55 a 75 % du poids frais **(M'hirit, 1989)**, est une noix de type oléagineux son amande est très riche en huile, très riche en acides gras insaturés 80 % du totale des acides **(Berka et Aid, 2009)**.



**Figure 4:** fruits de l'Arganier **(station INRF Baraki)**

- **Tronc:**

Il présente un tronc court, tourmenté et puissant, une couronne très dense, ronde et étalée. La port de l'arbre est variable, dressé ou pleureur, souvent tortueux. Il est formé par plusieurs tige entrelacées **(Radi, 2003)** bien apparentes dans la fig. 5.



**Figure 5:** Tronc d'arbre de l'Arganier **(station INRF Baraki)**

### I.4. Répartition géographique de l'arganier

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 altitudinale de grande amplitude se situant du niveau de la mer jusqu'un plus au moins 1500 m, **(Tarrier et Benzyane, 2003)**.

#### I.4.1. Eu Maroc

Au Maroc, l'arganeraie s'étend sur une superficie de 828.500 ha **(Ayad, 1989)**, seulement beaucoup d'auteurs s'accordent à penser que de nombreux secteurs, notamment toute la partie méridionale autour de la province d'Agadir (**Fig. 6** ), présente une faible densité en arbres, les estimations font état de 500.000 ha **(De Ponteves et *al*., 1990)**.

Plusieurs études montrent que l'arganier est observé au Maroc dans l'étage infra-méditerranéen répondant à des critères écologiques et biogéographiques, caractérisant la zone sud-occidentale, d'après Elisee (1886) on rencontre l'arganier dans la zone littorale atlantique, selon les courbes latitudinales 29° N et 32° N, et des colonies isolées au Nord-est du Maroc (35° N, 3° W), **(Kechairi, 2009)**.

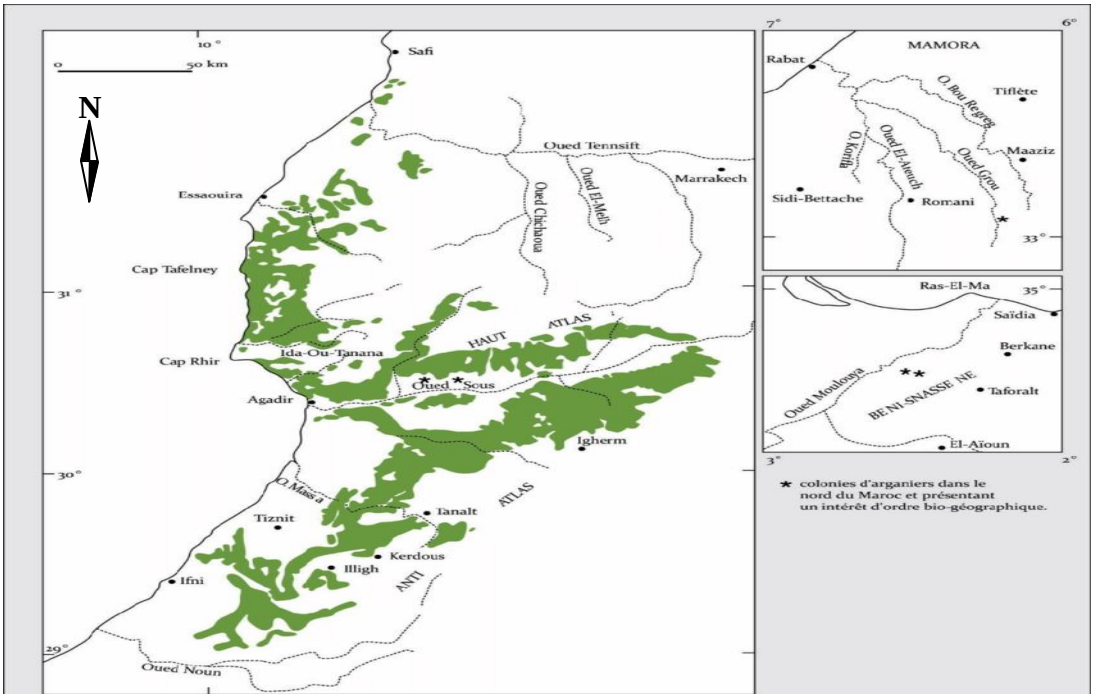



**Figure 6:** Répartition géographique de l'arganier au Maroc **(Msanda et *al.*, 2005)**

### I.4.2. En Algérie

L'arganier est essentiellement localisé dans le sud-ouest algérien dans la région de Tindouf **(Berka et *al.*, 2018)**, se regroupe le long de berges des oueds et de ses affluents du djebel Ouarkziz et Hamada de Tindouf entre 28° N et 8° W **(Kechebar, 2016)**.

Son aire de répartition est retreint et couvre une superficie qui avoisinante les 3000 hectares **(Dakiche, 2017)**.

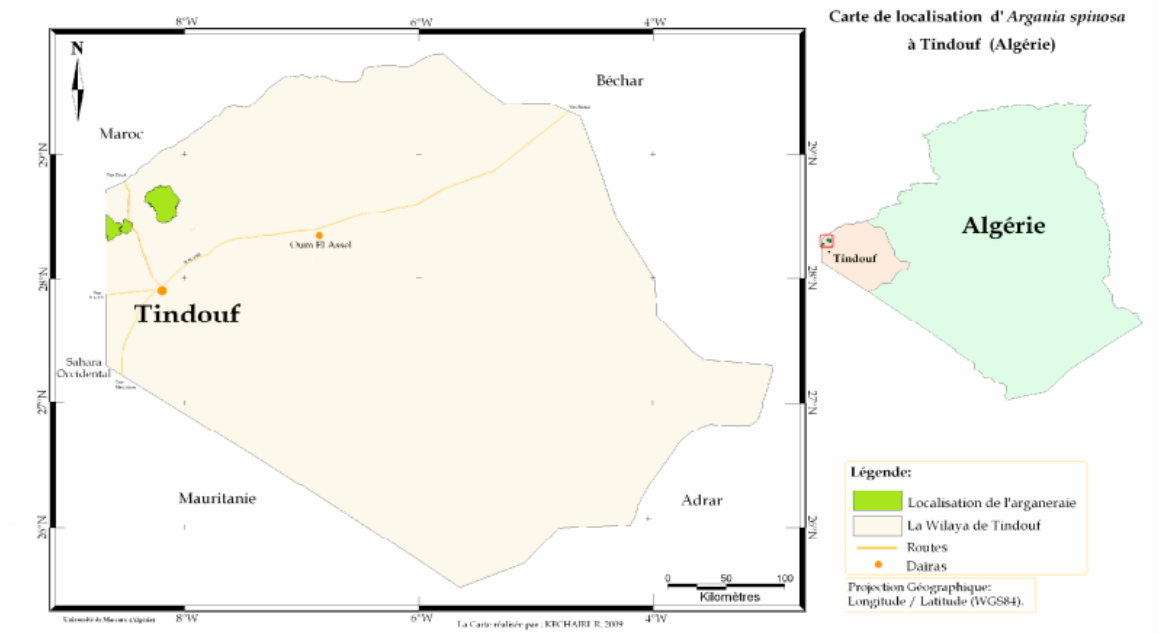



**Figure 7:** Répartition géographique de l'arganier en Algérie **(Kechairi, 2009)**

### I.5. Exigences écologiques

L'Arganier est également très différente de celle des autres essences, est une espèce xérophile et thermophile (aime la chaleur), avec des exigences en humidité atmosphérique élevée, c'est un arbre des plus précieux dont la disparition entrainerait la désertification des régions, qu'il recouvrait **(Berka et Aid., 2009)**.

Au point de vue altitudinal, il descend jusqu'un de niveau de la mer et s'élève à 1700 m d'altitude **(Alifriqui, 2004**).

Selon Boudy (1950), plus qu'une région forestière est sèche (étage aride et semi-aride) et plus la densité de ses peuplements adultes à réduire, en raison que les racines ont besoin d'un espace vital considérable pour puiser l'eau du sol.

Enfin l'arganier se caractérise par un système racinaire de type pivotant qui peut descendre à de grandes profondeurs, ces racines vont chercher fort loin dans le sol les millimètres d'eau annuelle nécessaire à sa vie **(Tarrier et Benzyane, 2003)**.

#### I.5.1. Exigences climatiques

Le facteur climatique est un élément déterminant de l'écologie de l'arganier, il lui faut un climat doux; qui lui permet de résister à des conditions écologiques très contraignantes notamment du point de vue de la sécheresse du sol **(Bellefontaine, 2010)**.

**I.5.1.1. Pluviométrie**

L'arganier peut supporter une quantité de pluviométrie très faible et variable selon les régions.

La pluviométrie est en moyenne comprise entre 250 et 400 mm\an et dans les zone sahariennes les pluies descendent au-dessous de 100 mm\an **(M'hirit, 1989)**.

**I.5.1.2. Humidité**

L'Arganier exige une atmosphère humide soutient en période estivo-autommiale, ce qui explique sa présence au niveau des zones littorales de l'océan atlantique ou la présence une forte saturation en humide par les brumes, brouillards et rosés **(M'hirit et *al*., 1998)**.

**I.5.1.3. Température**

Dans ce contexte Emberger (1939), Boudy (1950) affirment que la limite altitudinale de l'arganier est l'isotherme (m = 3.8 °C).

Emberger 1924, signale que le froid constitue le facteur déterminant de la répartition géographique de l'Arganier **(Kechebar, 2016)**.

**I.5.1.4. Altitude**

L'arganier peuple les tronçons altitudinales allant du littoral à 1600-1700 m d'altitude sur le versant sud du haut atlas occidentales et l'Anti-Atlas **(M'hirit et *al*.,1989)**.

**I.5.2. Exigences édaphiques**

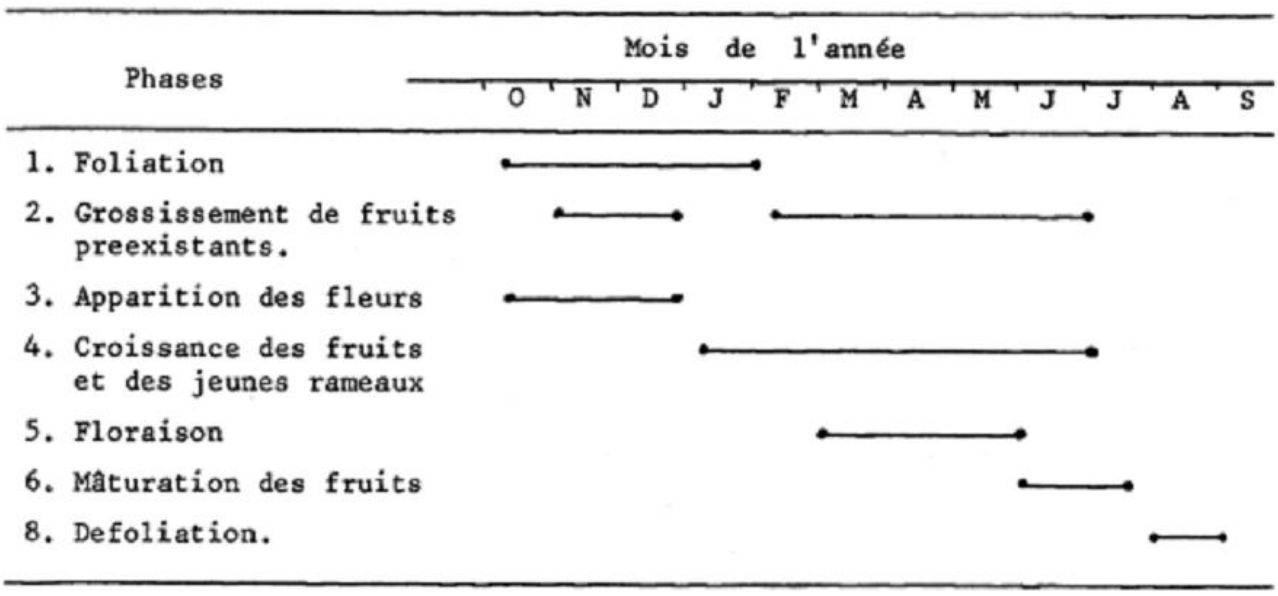
L'arganier pousse sur tous les types de sols, y compris les sols salés **(Nouaim et *al*., 1991)**. On le retrouve sur les schistes, les roches calcaires et les alluvions. Cependant, il semble exclure les sols à sable mobile **(Nouaim et Chaussoud, 1993)**. Par ailleurs l'arganier semble supporter une large gamme de pH allant de 4.6 à 7.5 **(Nouaim et *al*., 1991)**.

**I.5.3. Phénologie:**

Le caractère phénologique le plus remarquable chez l'arganier est la défoliation. en effets des sujets isoles ou même des contons tous entiers arrivent à perdre leur feuillage et l'arbre mène une vie ralentie pour reverdir lorsque la période est favorable **(Emberger, 1939 et Boudy, 1950)**

Le tableau 1 résume le cycle phénologique de l'arganier au Maroc selon M'hirit (1989).

**Tableau n°1:** Cycle phénologique de l'arganier au Maroc selon **(M'hirit et *al*.,1989)**




## I.6. Régénération de l'arganier

### I.6.1. Par semis

La Régénération par voie de semis est rare, parce que les fruits de l'arganier sont très régulièrement récoltés par les populations usagères et ses éventuels semis sont supprimés par le pétale **(M'hiri et *al*., 1998)**.

La germination de la noix d'argan est rare en forêt naturelle; cela est peut-être dû aux changements des microclimats des survenus à la suite du bouleversement du biotope de l'arganier (défrichement du sous-bois épineux, labour, récolte des noix, pâturage excessif, ect...) **(Bellefontaine et *al*., 2010)**.

### I.6.2. Par rejets de souche

La régénération spontanée est très rare parce que les conditions du milieu difficile, l'arganier se régénère bien par rejets de souches jusqu'à un âge très avancé de l'ordre de 150 a 200 ans et probablement plus **(M'hirit, 1989)**.

### I.6.3. Par multiplication végétative:

La multiplication végétative est la méthode la plus utilisée et avec des résultats satisfaisants **(Nouaim et chaussoud., 1993)**, s'applique a un large éventail de plantes cultivées, notamment aux ligneux : bouturage herbacé, 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 aux stresse abiotique **(Harrouni, 2002)**.

### I.7. Intérêts et usage de l'arganier

L'arganier est un arbre multi-usage (forestier-fruitier- fourrager), **(Tarrier et Benzyane, 2003)**, la présence des arbres comme l'arganier dans les milieux arides est indispensable vu que ses racines bien développées et la strate herbacée qu'il abrite **(Kechairi et Hamel., 2016)**, conservent le sol et le protège contre les effets néfastes des ruissellements, des pluies occasionnelles et fortes, et des vents violents et fréquents. De même, il enrichit le sol par la matière organique provenant de la chute des feuilles mortes et les péricarpes secs des fruits ; **Benzyane et *al*. (1991)** considèrent que l'arganier est un rempart contre la désertification dans les zones pré-sahariennes. Selon **challot (1949)** la présence de l'arganier dans les bordures des oueds permet de stabiliser les cours d'eau et de régulariser leurs écoulements. En même temps, tout les parties de l'arbre sont utilisables **(Charrouf et *al*., 2006)**; les feuilles constitues la parte la plus importante dans la rotation alimentaire des animaux: les camelins et notamment les caprins. Ces dernières arrivent à la brouter les feuilles en se mettant debout jusqu'à 1.50 m au dessus du sol.

La pulpe des fruits représente également une source de nourriture pour les animaux.

Le résidu de l'extraction d'huile ou le tourteau est utilisé comme complément énergétique pour l'engraissent des bovins, l'huile des amandes de la noix d'argan, on extrait un belle huile, est une huile d'excellent valeur alimentaire et d'un goût agréable **(Radi, 2003)**, cette huile possèdent des propriétés biologiques qui peuvent justifier leur utilisation en pharmacie et en cosmétologique depuis long temps.

### I.8. Importance de l'arganier

#### I.8.1. Importance écologique

L'arganier jouer un rôle très important dans l'équilibre écologique .il est considéré comme un excellant fixateur des sols de montagnes et contre l'érosion et la désertification (**Radi, 2003**). cet arbre protège le sol, l'environnement et constitue une barrière contre la progression du désert.

L'écosystème en question offre un habitat pour plusieurs organismes vivants (faune, flore, microflore), parmi eux certain sont rares en voie d'extinction.

#### I.8.2. Importance socio-économique

L'arganier est un arbre qui offre de nombreux de grande importance, il joue un rôle socio-économique primordiale, présente un caractère fortement social et domestique (familiale) ; qu'elle offre le pâturage pour les caprins et les camelins par ses feuilles **(M'hirit et *al*., 1998)**.

L'arganier fournit un bois très dur, utilisé dans la fabrication d'objets d'exploitation familiale et de produire du charbon de haute qualité; pour ses caractéristiques le bois d'arganier s'appelle le bois du fer **(Tarrier et Benzyne, 2003)**.

L'huile d'argan est devenue l'une des huiles comestibles les plus chère dans le monde, elle est encore plus chère comme produit cosmétique; est une huile d'exilent valeur alimentaire.

En médecine traditionnelle, l'huile d'argan est indiquée pour ses propriétés aphrodisiaques, elle permet de lutte contre le vieillissement physiologique. elle est aussi préconisée dans le traitement l'acné juvénile et de la varicelle **(Nasri, 2014)**, et réduire les risque de l'infarctus du myocarde, abaisser le taux du cholestérol et participer au développement cérébral. Les fonctions tant économiques qu'environnementales de cet arbre sont telles que plusieurs pays l'ont introduit ou ont tenté par l'introduire pour l'enrichissement de leur patrimoine, ce fut le cas d'antan de l'Angleterre, des Pays-Bas, de la France et les États-Unis de la Lybie et de la Tunisie **(Tarrier et Benzyane, 2003)**.

## II. Généralité sur la germination

### II.1. Définition de la germination

#### II.1.1. Physiologiquement

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)**. Le signe visible d'accomplissement de la germination est la sortie de la radicule hors des téguments de la graine. La majorité des événements métaboliques et cellulaires subis par une graine non-dormante au moment de sa germination ont également lieu chez les graines dormantes imbibées, à l'exception de la sortie de la radicule **(Hopkins, 2003)**. Selon **Mazilak (1982)**, la germination correspond au passage de l'état de vie ralentie à l'état de vie active, sous l'effet des facteurs du milieu favorable.

#### II.1.2. Botaniquement:

Une semence a germé lorsque la radicule a percé les enveloppes ou elle est visiblement allongée **(Bewley, 1997)**.

#### II.1.3. Agronomiquement

La germination s'arrête à la levée des semis, c'est à dire l'apparition des premières feuilles à la surface du sol.

### II.2. Types de germination

On distingue deux types de germination:

La germination épigée caractérisé par un soulèvement des cotylédons hors des sols car il y un accroissement rapide de la tigelle, le premier entre-nœud donne l'épicotyle et les premiers feuilles, au dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales, tandis que chez les plantes à germination hypogée, les cotylédons reste dans le sol **(Ammari, 2011)**.

### II.3. Conditions de la germination:

Les conditions qui favorisent la germination sont:

#### II.3.1. Conditions 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)**.

### II.3.2. 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)**.

#### II.3.2.1. 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)**.

#### II.3.2.2. Oxygène:

La germination exige obligatoirement de l'oxygène **(Mazliak, 1982)**, qu'une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour déclencher 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.

#### II.3.2.3. Température:

La Température joue un double rôle sur la germination:

Soit directe par l'augmentation de vitesse des réactions biochimiques, c'est la raison pour la quelle 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 deunff, 1975)**.

### II.4. Phases de la germination

La germination comprend trois phases successives est illustrée par la figure ci-dessous:

#### II.4.1. 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)**.

#### II.4.2. Phase de germination sensu-stricto

C'est une phase très importante car elle conditionne la croissance ultérieure **(Côme, 1982)**.

#### II.4.3. Phase de croissance

Elle est caractérisée par une reprise de l'absorption de l'eau et une élévation de la consommation d'oxygène. C'est une phase très importante car elle conditionne la croissance ultérieure **(Côme, 1982)**.

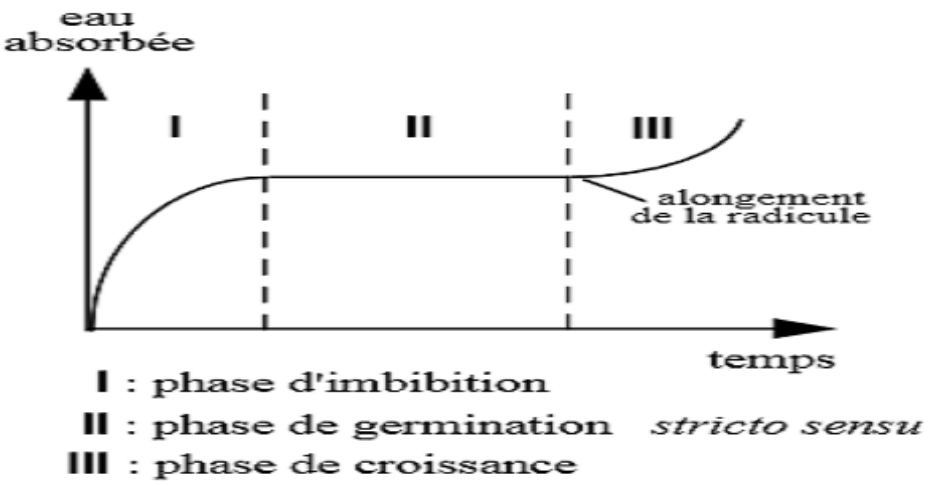



**Figure 8**: Courbe théorique d'imbibition d'une semence **(Côme, 1982)**

### II.5. Différents obstacles de la germination

Les obstacles de la germination sont tous les phénomènes qui empêchent le développement d'un embryon non dormant placé dans des conditions convenables (**Mazliak, 1982**).

**La dormance:** c'est un état provisoire dans lequel des semences viables ne peuvent pas germer même dans des conditions favorables. Selon Hilhorst (2007), la dormance est caractérisée par une absence virtuelle d'activité métabolique et par le manque virtuel de développement et de croissance.

Les semences qui ne germent pas dans les différentes conditions de milieu, sont des semences dites «dormantes», et leur dormance peut concerner soit les téguments, soit l'embryon soit les deux à la fois **(Soltner, 2001)**.

#### II.5.1. Inhibitions tégumentaires

Les enveloppes qui entourent l'embryon constituent des obstacles plus ou moins efficaces au passage de l'eau ou de l'oxygène et leur action sur la germination peut être très importante.

#### II.5.2. Dormances embryonnaires

Selon **Baskin et Baskin (1998),** la dormance embryonnaire est due à la présence d'un embryon « sous-développé» au moment de la dissémination des graines.

Il existe deux types de dormance embryonnaire: la dormance primaire où l'embryon peut être dormant au moment de la récolte des semences et la dormance secondaire dont laquelle l'embryon est capable de germer mais il perd cette aptitude sous l'influence des facteurs défavorables à la germination **(Chaussat et *al*., 1975)**.

### II.6. Problèmes spécifiques de la germination d'arganier

Des études ont montré que la germination des noix d'arganier est difficile à l'état naturel à cause de la perte de leur pouvoir germinatif lié aux problèmes de la sécheresse (**El Mazzoudi et Errafia, 1977)**.

En effet, la noix d'Arganier est dotée de téguments très durs engendrant des problèmes l'inhibition et rendant aléatoires les germinations en pépinière et lors de semis directs. Aussi la régénération spontanée reste très rare en raison des conditions difficiles du milieu **(M'Hirit, 1989)**. Cependant, elle peut avoir lieu à la suite d'incendies ou e coupes **(Kay, 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)**. Etant donné les difficultés rencontrées dans la multiplication de l'arganier par le biais de noix, d'une part en raison de la présence d'un noyau central dur entouré d'un péricarpe charnu et épais qui a pour conséquence de retarder la germination, et d'autre part à cause de la propriété de l'embryon (dormance endogène). Le taux de germination est d'autant plus élevé que les noix sont grosses et de récolte récente, et qu'on procède à une légère désinfection qui évite les contaminations responsables des fontes de semis **(Nouaim et Chaussoud, 1993)**.

### II.7. Techniques utilisées dans la levée des inhibiteurs de la germination

La levée de dormance se fait naturellement ou artificiellement.

#### II.7.1. Naturellement

Par l'altération des enveloppes sous l'effet des alternances de sécheresse et d'humidité, de gel et de réchauffement **(Côme, 1982)**.

#### II.7.2. Artificiellement

Par différentes méthodes, on peut citer:

##### II.7.2.1. Stratification

Ce traitement utilisé empiriquement depuis longtemps, consiste à placer les semences au froid dans un milieu humide (terre, sable, tourbe) en période déterminée selon l'espèce **(Jeam et *al*, 1998).**

##### II.7.2.2. Froid

C'est une technique qui consiste à placer les semences au froid à des températures basses mais positives **(Mazliak, 1998)**.

La quantité de froid nécessaire pour obtenir un tel résultat, c'est-à-dire la température à appliquer et la durée du traitement dépend évidement de l'espèce ou de la variété considérée **(Mazliak, 1998)**.

**II.7.2.3. Lixiviation**

Par le trempage ou le lavage à l'eau, pour éliminer les inhibiteurs hydrosolubles **(Jeam et *al*, 1998)**.

**II.7.2.4. Traitements oxydants**

Ils ont préconisé l'emploi d'eau oxygénée pour améliorer la germination, ils pensant qu'elle fournit de l'oxygène à l'embryon **(Mazliak, 1982)**.

**II.7.2.5. Scarification**

Il suffit souvent de blesser plus ou moins profondément les enveloppes pour faciliter la germination. Peut effectue par des différentes méthodes, par façon mécanique (coupe, pique, décortication, battage des enveloppes...), **(Cherffaoui, 1987)** ou par voie chimique (immersion des semences dans l'acide sulfurique concentrée ($H_2SO_4$), ou par lyophilisation dans l'azote liquide…), **(Jeam et *al*., 1998)**.

## II.8. Amélioration de pouvoir germinatif des graines

Afin d'améliorer le pouvoir germinatif des graines, certains traitements sont utilisés, les plus efficaces se classent en des grands groupes:

**II.8.1. Traitements humides**

C'est l'utilisation de l'eau bouillante ou chaude, des acides, des solvants organiques, des alcools, etc…

**II.8.2.Trempage dans l'eau**

Certaines semences peu résistantes à la germination réagissent favorablement à un trempage pendant 24 heures dans de l'eau à température ambiante **(Kemp, 1975)**.

**II.8.3. Eau chaude**

L'ébullition favorise généralement la germination et un trempage dans l'eau chaude (entre 60 et 90°C), mais il y a moins de risques de dommages aux températures moins élevées **(Clemens et *al*., 1977)**.

**II.8.4. Eau bouillante**

Une technique généralement utilisée et qui consiste à immerger les graines dans 4 à 10 fois leur volume d'eau bouillante (100°C), à arrêter le chauffage et à les laisser tremper dans l'eau qui se refroidit progressivement pendant 12 à 24 heures **(Delwaulle, 1979)**.

**II.8.5. Traitement à l'acide**

Le produit chimique le plus fréquemment employé pour lever la dormance tégumentaire est l'acide sulfurique.

**II.8.6. Traitements à sec**

Par Chaleur sèche, micro-ondes, percussion, scarification manuelle ou mécanique.

**II.8.7. Chaleur sèche et feu**

Le rayonnement solaire ne constitue pas à lui seul un traitement susceptible de favoriser la germination, mais c'est un élément important du traitement par humectage et séchage alternés.

**II.8.8. Scarification manuelle**

Elle est considérée comme une des méthodes de prétraitement la plus sûre. Le pourcentage de germination qui s'ensuit est sans doute très proche de la faculté germinative.

**II.8.9. Micro-ondes**

Ce traitement a un effet comparable à celui de l'eau bouillante, mais les semences restent sèches **(Wahbi et *al*., 2010)**.

# *Matériel*

# *Méthodes*

## II.1. Matériel

### II.1.1. Matériel biologique

#### II.1.1.1. Lieu de récolte des noix

Le verger d'arganier sis dans la station de l'Institut National de Recherche Forestière (INRF) de Baraki (Ancien domaine agricole Mehdi Boualem), comporte des arbres de deux provenances de Mostaganem (planté en 2000) et de Tindouf (planté en 2006). Il est situé à l'est de la ville d'Alger, à une altitude de 18 m. Ses coordonnées géographiques correspondent à une latitude de 36°41`07``N et à une longitude de 3°06`31``E. Le bioclimat est subhumide à variante fraiche, le sol est de type argilo-calcaire avec un PH qui varie de 7,8 à 8,5 et une profondeur du sol de plus d'un mètre.

Les noix utilisées ont été récoltées sur des arbres du verger pendant la période de maturation (Juin et Juillet 2021), ainsi les noix ont été soumises à un traitement de triage, de séchage et enfin mises dans des conditions optimales de conservation jusqu'à leur utilisation.

#### II.1.1.2. Description de la noix

On a multiplié deux provenances de graines d'Arganier au niveau de laboratoire de la station de Baraki:

##### II.1.1.2.a. Provenance de Mostaganem

- Forme de noix: allongées
- Couleur: Jaune pâle
- 1 kg de graines allongées représente 396 noix, le poids moyen d'une noix est de 4,4 g.
- Lors de la coupe transversale, on a pu constater que la provenance de Mostaganem est formée de 1 à 2 pulpes.




**Figure 9:** Noix de la provenance de Mostaganem **(Verger de l'INRF/Baraki)**

**II.1.1.2.b. Provenance de Tindouf**

- Forme de noix: Arrondie
- Couleur: Marron foncée
- 1 kg de noix arrondies représente 520 noix, le poids moyen d'une noix est de 2,5 g.
- Lors de la coupe transversale, on a pu constater que la provenance de Tindouf comporte 2 à 3 pulpes.



**Figure 10:** Noix de la provenance de Tindouf **(Verger de l'INRF/Baraki)**

### II.1.2. Matériel utilisé au laboratoire

En vue du faible taux et de longue durée de germination de noix de *l'argania spinosa* en pépinière, on a essayé d'utiliser quelques prétraitements au laboratoire pour obtenir un pourcentage appréciable de réussite de germination et réduire les effets de la dormance de noix de l'Arganier.
Pour exécuter le protocole de cet essai, nous avons utilisé le matériel suivant:

- Boites d`aluminium;
- Boites en plastique;
- Etuve (appareil de chauffage permettant d'effectuer divers traitements thermiques à température régulée);
- Eau oxygénée;
- Eau de javel;
- Eau distillée;
- Acide sulfurique;
- Pierre d'affûtage;
- Papiers filtres;
- Boites de pétri;
- Marteau;
- Réfrigérateur;
- Substrat (Tourbe et sable);
- Matériel de précaution (gants, lunette de protection…).

## II.2. Méthode d`étude

### II.2.1. Préparation des noix

Après la récolte, les graines sont séchées à l'air libre et triées soigneusement pour éliminer celles infectées trouées par les insectes. Elles sont placées dans des sachets en papier et conservées au laboratoire, dans des conditions ambiantes et à l'abri de la lumière jusqu'à leur utilisation, Avant leur utilisation, les noix sont trempées dans de l'eau pour écartées les noix vides par le test de flottaison. Ensuite, elles sont désinfectées pour éviter la prolifération des micro-organismes à l'eau de Javel diluée, nous avons placé les graines dans des erlenmeyer ou boites de pétri pendant 5 minutes. Ensuite, elles sont rincées abondement à l'eau distillée (3 fois).

### II.2.2. Protocole expérimental

La noix de l'Arganier est caractérisée par des téguments très durs et épais engendrant des problèmes d'inhibition tégumentaire à la germination. Lors de notre expérience, on a testé les noix des deux provenances : la provenance de Mostaganem et la provenance de Tindouf. Dans le but d'améliorer la germination de cette espèce dans un minimum de temps et en proportion élevée, il est testé l'effet de différents prétraitements physiques (scarification mécanique, stratification au froid) et chimique (acide sulfurique, eau oxygénée).

#### II.2.2.1. Les différents prétraitements étudiés pour la germination

Les noix de l'Arganier sont caractérisées par des enveloppes coriaces rendant difficile leur germination. Par conséquent, dans le but de faciliter la germination de l'embryon, nous avons fait subir aux noix les prétraitements suivants:

- **T0:** Témoin (semis sans prétraitement);
- **T1:** Trempage dans de l'eau de pluie pendant 48 heures;
- **T2:** Scarification mécanique: Les noix sont scarifiées à l'aide d'un marteau;
- **T3:** Scarification mécanique: Les noix sont scarifiées à l`aide d'une affûteuse consiste à effectuer une minutieuse incision au voisinage de l'embryon;
- **T4:** Stratification au froid: Les noix sont stratifiées dans le sable humide et placées au froid à 4±1°C pendant 20 jour;
- **T5:** Stratification au froid: Les noix sont stratifiées dans le sable humide et placées au froid à 4±1°C pendant 40 jour;

- **T6:** Scarification chimique: Les noix sont trempées dans l'acide sulfurique ($H_2SO_4$) concentré à 96 % (15 min);
- **T7:** Scarification chimique: Les noix sont trempées dans l'acide sulfurique concentré à 96 % (1min);
- **T8:** Scarification chimique: les noix sont trempées dans l'eau oxygénée ($H_2O_2$) pendant (15 min);
- **T9:** Combinaison de deux prétraitements scarification mécanique et chimique: Les noix de ce lot subissent à la fois une scarification à l'aide d'un marteau et une scarification à l`eau oxygénée pendent 15 min;
- **T10:** Combinaison de deux prétraitements scarification mécanique et chimique: Les noix de ce lot subissent à la fois une scarification à l'aide d'un marteau et une scarification à l'acide sulfurique pendant 1 min.

La tourbe et le sable ont été stérilisé dans des bacs portés à 100°C pendant 60 min, afin d'éliminer l'élément étranger susceptible de perturber l'expérimentation (fig.11).
Les différents lots de noix prétraitées sont mis à germer dans des boites d`aluminium (32 x 22 cm). La tourbe est utilisée pour le semis de noix scarifiés dans l'étuve alors que le sable utilisé pour la stratification au froid dans le réfrigérateur.




**Figure 11:** Substrat de culture des noix pour germination (1 : tourbe, 2 : sable)

Les noix de chaque provenance sont réparties en 11 lots de 25 noix, au total de 275 noix.

Les lots prétraités sont mis en germination directement dans l'étuve à 28°C (fig.12), les lots qui subissent à la stratification passent d'abord au froid pendant 20 et 40 jours dans le réfrigérateur et après on les mettre à l'étuve 28 ° C pour germination.




**Figure 12:** Mise en germination les lots prétraités dans l'étuve

L'arrosage des lots est effectué de 3 à 4 fois par semaine, selon les besoins du substrat en eau.

Une noix est considérée germée lorsque la radicule perce les téguments (**Côme, 1982**). Les noix germées sont dénombrées régulièrement tous les jours.




**Figure 13:** préparations des différent prétraitements: a) L'acide sulfurique et l'eau oxygénée, b) La tourbe; c) Pierre à affûter, d) Noix scarifiées à l'aide d'un marteau, e) Noix scarifiées à l'aide d'une affûteuse, f) Lots de noix prétraitées dans l'eau de javel, h) Substrat de semis, g) Noix semées

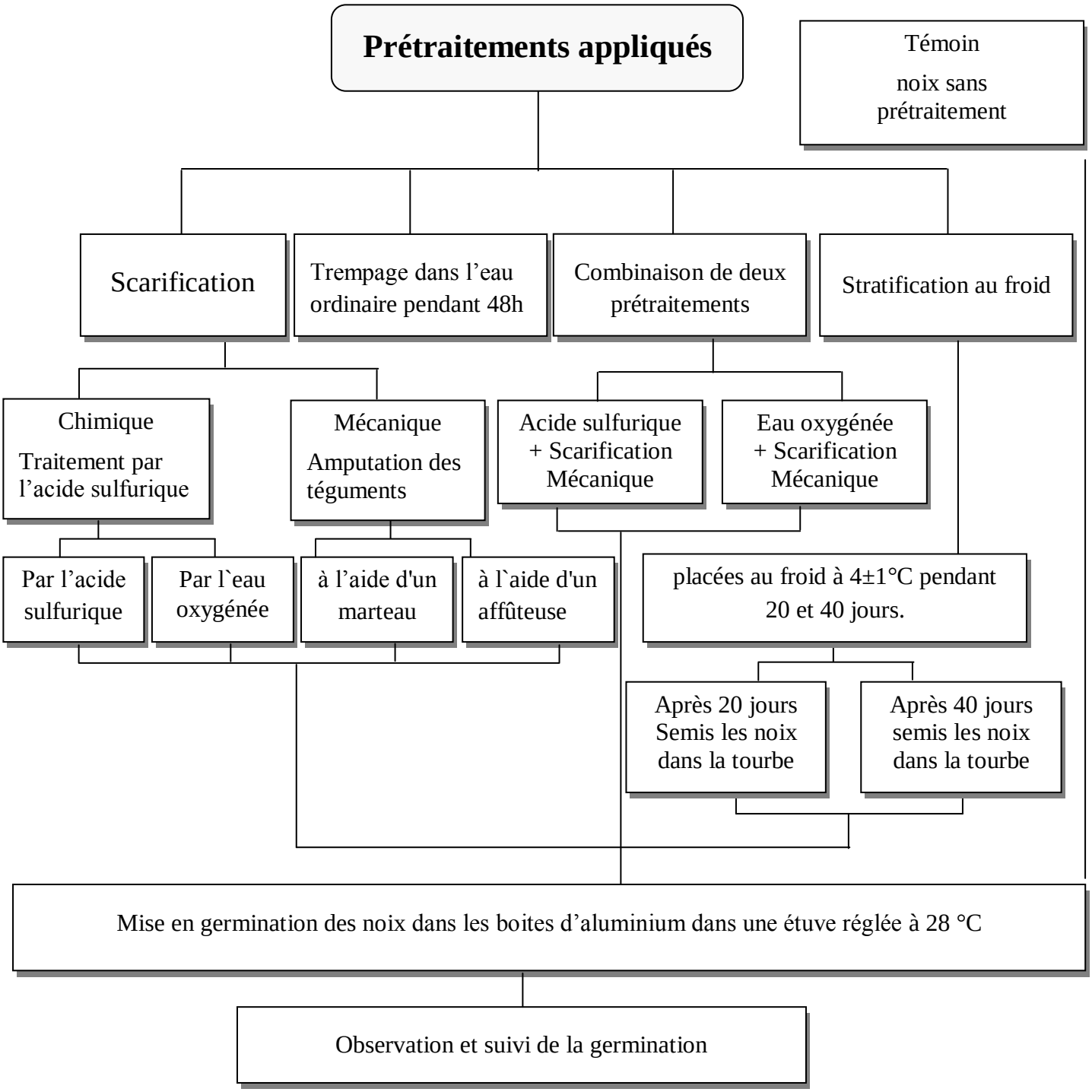



**Figure 14:** Organigramme des différents prétraitements utilisés pour améliorer le processus germinatif chez les noix de l'arganier (*Argania spinosa*)

### II.3. Analyse des données

#### II.3.1. Paramètres suivis

Les paramètres suivis sont les suivants:

❖ **germination (TG %)**: Nombre de noix ayant germée pendant un temps donné rapporté au nombre de noix total mise en germination (Il s'exprime en pourcentage).

Ce taux est calculé en se basant sur l'équation suivante:

TG (%) = n*100/N

TG = taux de germination.

n = Nombre de noix germées.

N = Nombre total de noix mise en germination.

❖ **Durée moyenne de germination (DGM):** Correspond au temps écoulé entre la mise en germination et la dernière germination.

❖ **Le temps de latence:** C'est le temps qui s'écoule depuis le début de l'essai jusqu'à la première germination.

#### II.3.2. Analyse des résultats

Pour étudier le comportement des noix des deux provenances vis-à-vis des prétraitements étudié, Il s'agit d'étudier l'effet « prétraitement » et l'effet « provenance » sur la germination des noix. Ces analyses ont été effectuées par le logiciel SPSS V.20.

# *Résultats discussions*

## I. Résultats

Le prétraitement des noix de l'Arganier par la technique physique et chimique a stimulé la germination. Les résultats obtenus montrent que le pourcentage de germination varie considérablement avec les prétraitements utilisés.

### I. 1. Taux de la germination

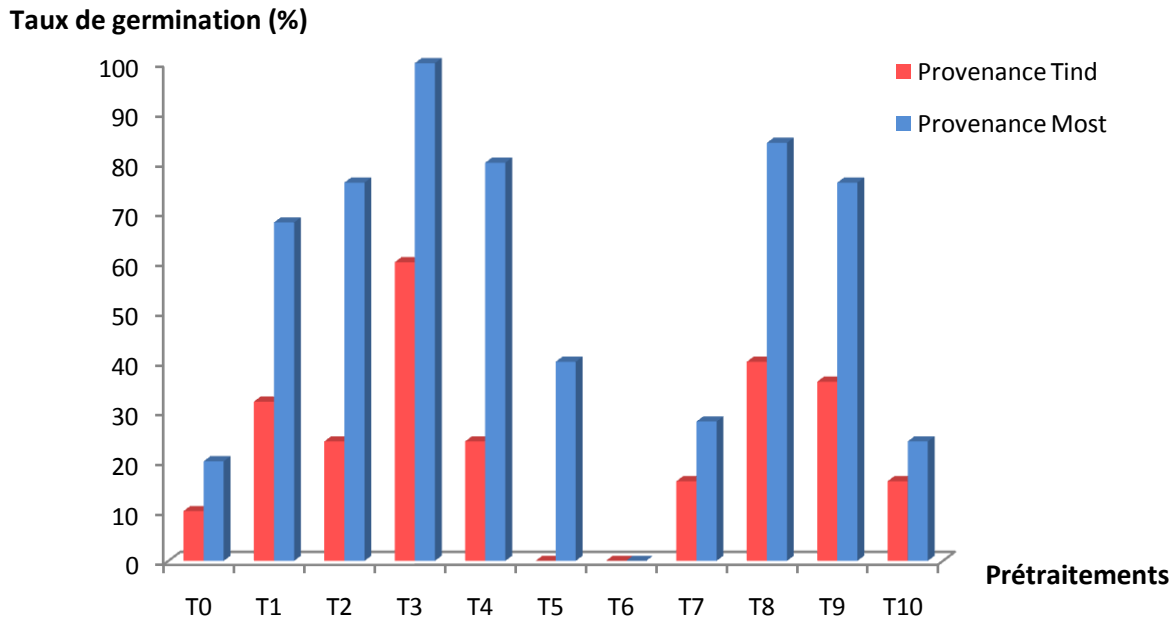



**Figure 15:** Evolution du taux de germination de deux provenances en fonction des prétraitements

Les résultats obtenus montrent que le pourcentage de germination des noix d'Arganier varie en fonction des différents prétraitements pratiqués de deux provenances. Le suivi durant 61 jours a permis que l'ensemble des prétraitements utilisés dans cette étude favorisent la germination, on a enregistré un taux de germination plus élevé de 100 % pour le lot des noix scarifiées à l`aide d'une affûteuse (T3) chez la provenance de Mostaganem et 60 % pour le lot des noix scarifiées à l`aide d'une affûteuse (T3) chez la provenance de Tindouf alors qu'il est néant pour les lots des noix scarifiées par l'acide sulfurique concentré (96 %) pendant 15 minutes (T6) chez les deux provenances (fig. 15). Les noix non prétraités ou semées sans prétraitement (témoin) ont donné un taux de germination faible et atteint 20 % pour la provenance de Mostaganem et 10 % pour la provenance de Tindouf.



**Figure 16**: Noix *d'argania spinosa* germées dans l'étuve à 28 °C

✓ **Prétraitement par l'eau de pluie**

Les résultats illustrés dans le tableau 2 montrent clairement l'effet bénéfique du trempage des noix de l'arganier dans l'eau de pluie (T1). En effet, une immersion durant 48 heures a permis d'activer et régulariser la germination. Le taux de germination des noix prétraités par l'eau ordinaire est atteint 68 % pour la provenance de Mostaganem et 32 % pour la provenance de Tindouf.

**Tableau** n°**2**: Taux de germination des noix prétraitées par l'eau ordinaire

| | **Taux de germination (TG %)** | |
|---|---|---|
| | **Mostaganem** | **Tindouf** |
| **Prétraitement par l'eau (T1)** | 68 | 32 |
| **Témoin** | 20 | 10 |

✓ **Scarification mécanique**

Afin d'éliminer l'inhibition tégumentaire des noix de l'arganier, on a utilisé un autre prétraitement faisant appel à une scarification mécanique à l'aide d'un marteau et à l'aide d'une affûteuse. Cette technique permet d'atteindre un taux de germination le plus élevé **(tableau 3)**.

- Les noix scarifiée à l'aide d'un marteau (T2) son taux de germination est important qui atteint 68% pour la provenance de Mostaganem et 24 % pour la provenance de Tindouf.

- Les noix scarifiées à l`aide d'une affûteuse (T3) a été bénéfique et nous a permis d'obtenir de bons résultats comparativement au témoin voir même aux autres prétraitements précédemment testés, en effet, nous avons enregistré 100 % des noix germées en sa présence contre uniquement 20 % pour le lot témoin chez la provenance de Mostaganem, concernant la provenance de Tindouf, on a enregistré un taux de 60 % par rapport à son témoin (T0) de 10 % seulement.

**Tableau** n°**3**: Taux de germination des noix d'Arganier scarifiées mécaniquement

| | **Taux de germination (TG %)** | |
|---|---|---|
| | **Mostaganem** | **Tindouf** |
| **Scarification à l'aide d'un marteau (T2)** | 68 | 24 |
| **Scarification à l`aide d'une affûteuse (T3)** | 100 | 60 |
| **Témoin** | 20 | 10 |



**Figure 17**: Noix germée après une scarification mécanique à l'aide d'un marteau

✓ **Stratification au froid**

Dans le but d'améliorer le pouvoir germinatif de noix de l'arganier, un autre prétraitement a été appliqué. Cet essai consiste à stratifiés des lots de noix dans le sable humide au froid 4+- 1 pendant 20 jours et 40 jours avant leurs semis. Le résultat a montré que le taux de germination de noix de cet essai est rapporté dans le tableau 4 et il a donné un taux de germination successivement de 40 % et 28 % des noix stratifies au froid durant 20 jours et 40 jours pour la provenance de Mostaganem et 28 % des noix stratifiés au froid pendant 20 jours pour la provenance de Tindouf.

**Tableau** n°**4:** Taux de germination des noix stratifiées au froid pendant 20 et 40 jours

| | **Taux de germination (TG %)** | |
|---|---|---|
| | **Mostaganem** | **Tindouf** |
| **Stratification au froid pendant 20 jours (T4)** | 40 | 24 |
| **Stratification au froid pendant 40 jours (T5)** | 28 | néant |
| **Témoin** | 20 | 10 |

✓ **Trempage dans l'acide sulfurique ($H_2SO_4$)**

Le tableau (5) illustre le taux de germination des noix prétraitées par l'acide sulfurique concentré (96 %) dans une durée d'une minute et de 15 minutes ; les noix trempées dans une solution ($H_2SO_4$) pendant 15 minutes ne donnent aucun résultat (T6), alors que le trempage dans cette solution pendant 1 minute a donné un pourcentage de germination faible et proche au témoin et qui est de 16% pour la provenance de Tindouf et de 28 % pour la provenance de Mostaganem .

**Tableau** n°**5**: Taux de germination des noix scarifiées par l'acide sulfurique

| | **Taux de germination (TG %)** | |
|---|---|---|
| | **Mostaganem** | **Tindouf** |
| **Scarification par l'acide sulfurique pendant 15 min (T6)** | Néant | Néant |
| **Scarification par l'acide sulfurique pendant 1 min (T7)** | 28 | 16 |
| **Témoin** | 20 | 10 |

✓ **Trempage dans l'eau oxygénée ($H_2O_2$)**

Le tableau (6), montre que le trempage des noix d'arganier dans l'eau oxygénée pendant 15 min (T8) permet d'atteindre un taux de germination le plus élevée après (T3) pour la provenance de Mostaganem est de 84 % et 40 % pour la provenance de Tindouf.

**Tableau** n°**6** : Taux de germination des noix scarifiées par l'eau oxygénée

| | **Taux de germination (TG %)** | |
|---|---|---|
| | **Mostaganem** | **Tindouf** |
| **Trempage dans l'eau d'oxygénée (T8)** | 84 | 40 |
| **Témoin** | 20 | 10 |



**Figure 18** : Début de germination des noix scarifiées

✓ **Prétraitement combiné scarification mécanique et chimique**

Les résultats obtenus résumés dans le tableau 7 montrent que le prétraitement combiné de la scarification des noix à l'aide d'un marteau et leurs trempage dans l'eau oxygénée $H_2O_2$ pendant 15 minutes (T9) a été encourageante et nous a permis d'obtenir un taux de germination atteint 76 % pour la provenance de Mostaganem par contre les noix de la provenance de Tindouf a donné uniquement 36 %.

Concernant le prétraitement combiné de la scarification des noix à l'aide d'un marteau et leurs trempage dans l'acide sulfurique $H_2SO_4$ pendant une minute ( T10), nous a donné un faible taux de germination pour les deux provenances successivement 24 % et 16 %.

**Tableau** n°**7**: Taux de germination des noix prétraitées en combinaison mécanique et chimique

| | **Taux de germination (TG %)** | |
|---|---|---|
| | **Mostaganem** | **Tindouf** |
| **Prétraitement combiné scarification à l'aide d'un marteau et l'$H_2O_2$ (T9)** | 76 | 36 |
| **Prétraitement combiné scarification à l'aide d'un marteau et l'$H_2SO_4$ (T10)** | 24 | 16 |
| **Témoin** | 20 | 10 |

**I. 2. Durée moyenne de germination**

La durée moyenne de germination des noix en fonction des prétraitements pour les deux provenances est présentée par le tableau 7.

L'analyse du tableau 7 montre que la durée moyenne de germination des graines d'arganier est en fonction des prétraitements : Les graines traitées par scarification manuelle présentent les durées moyennes de germination les plus courtes en comparaison avec le témoin pour les deux provenances (12 jours pour la provenance Mostaganem), suivi par le prétraitement à l'eau oxygénée présentent les durées moyennes de germination (16 jours pour la provenance de Mostaganem), Ensuite vient le prétraitement à eau ordinaire (20 jours pour les deux provenances Mostaganem et Tindouf), enfin les graines traitées par stratification au froid , l'acide sulfurique et les graines combinée présentent les durées moyennes de germination les plus proches du témoin.

Nous avons également remarqué sur le tableaux, Les graines provenances de Mostaganem présentent les durées moyennes de germination les plus courtes par rapport provenances de Tindouf.

**Tableau n°8**: Durée moyenne de germination des graines d'arganier pour deux provenances

| Prétraitement / Provenances | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Provenances de Mostaganem** | **26** | **20** | **17** | **12** | **22** | **22** | **0** | **23** | **16** | **22** | **22** |
| **Provenances de Tindouf** | **28** | **20** | **19** | **16** | **23** | **0** | **0** | **26** | **18** | **23** | **23** |

**I. 3. Temps de latences**

Les figures 20, 21 représentent l'évolution de la germination des graines d'arganier en fonction du temps pour l'ensemble des prétraitements. En efet, selon nos observations, le temps de latence varie en fonction du prétraitement. Les courbes de germination permettent de distinguer 3 phases :

- **Première phase**: la phase de latence, correspondant à l'apparition des premières germinations.
- **Deuxième phase:** qui est la phase d'accélération de la vitesse de germination.
- **Enfin**, la troisième phase en forme de palier, représentant le pourcentage fnal de germination de chaque prétraitement.Pour les graines des deux provenances:

- Le prétraitement par scarifcation manuelle des graines à l'aide à l`aide d'une affûteuse permet de réduire signifcativement le temps de latence. Cette réduction a permis un gain de 100 % pour Mostaganem et 60 % pour Tindouf, en comparaison avec le témoin;
- Le prétraitement à l'eau oxygénée des graines réduit moyennement le temps de latence, cette réduction du temps de latence pouvant atteindre 84 % pour Mostaganem; 40 % pour Tindouf;
- Le prétraitement par l'eau ordinaire ont permis une réduction du temps de latence;
- Concernant le prétraitement à l'acide sulfurique pendant 15 min, scarification au froid et combinaison de deux prétraitements, il n'y a pas de réduction du temps de latence.

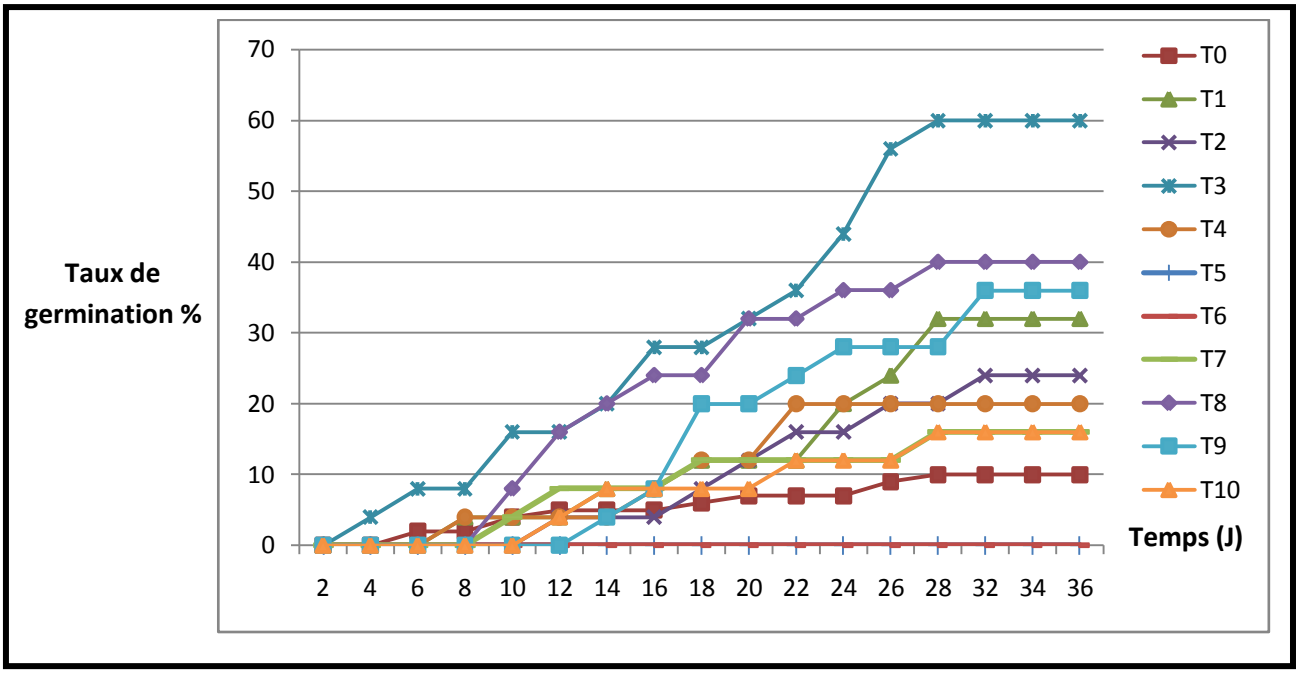



**Figure 19:** Cinétique de germination des noix d'arganier de Tindouf ouf sous l'efet des différents prétraitements en fonction de temps (jours)

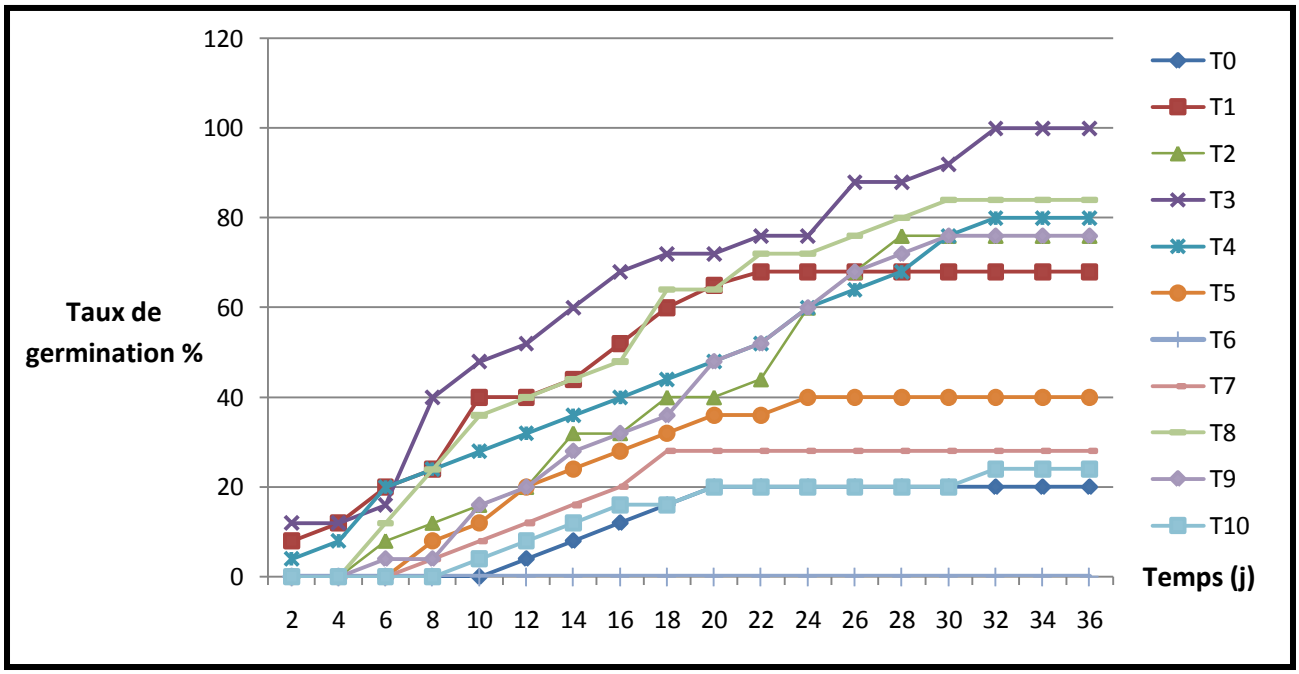



**Figure 20:** Cinétique de germination des noix d'arganier Mostaganem ganem sous l'efet des différents prétraitements en fonction de temps (jours)

## II. Disscution



**Figure 21** : Croissance rapide de la racine principale de l'Arganier après germination

Les noix de l'Arganier ont des téguments durs et oléagineuses, qui empêchent totalement imbibition de eau et parfois les changes gazeux, le déclenchement de la germination est impossible. Pour lever la dormance et accélérer leur germination, les noix doivent être soumises à des prétraitements physico-chimiques. Ces derniers, consistent à détruire partiellement les enveloppes de manière à les rendre perméables sans pour autant endommager l'embryon. Les lots des noix traités sont mis dans une étuve à une température ambiante (28 °C). D'après Berka et Harfouche (2001), ont constaté que la température le facteur limitant et la température optimale de germination des noix de l'Arganier est entre 25°C et 28° C. Les résultats du prétraitement ont révélé que les taux de germination les plus élevés sont obtenus avec le lot des noix scarifiées à l`aide d'une affûteuse (T3) chez la provenance de Mostaganem (100 %) (fig.21), et 60 % pour le lot des noix scarifiées à l`aide d'une affûteuse (T3) chez la provenance de Tindouf. La scarification du tégument a plutôt eu un impact relativement positif sur leur germination et qui favorise de la forte hydratation des tissus de noix, accompagnée d'une élévation de l'intensité respiratoire **(Heller et al.,2000).** Par ailleurs, la scarification dans l'eau de pluie (naturellement douce, sans calcaire) pendant 48 heures a donné un pourcentage de germination acceptable, ce prétraitement a favorisé l'imbibition rapide du tégument et l'entrée d'eau dans les amandes ce qui permet la sortie rapide de la radicule et le déclenchement des réactions métaboliques de l'embryon **(Ahoton et al., 2009).**

Le traitement à l'acide sulfurique concentré est l'une des méthodes les plus utilisées pour lever l'inhibition tégumentaire, mais la durée de trempage dans acide sulfurique est différente selon les espèces **(Aleta et *al*., 1997)**. Dans notre cas, les noix traitées à l'acide sulfurique concentré (96 %) pendant 15 minutes ont donné un taux de germination néant, en effet, le tégument est caractérisé par la présence des stomates qui favorise la pénétration de l'eau et l'oxygène à l'amandes.

Le prétraitement par l''acide sulfurique concentré fragilise la surface tégumentaire en laissant une surface mate et piqueté, ce qui permet d'amollir le tégument de manière à le rendre perméable à l'acide sulfurique, ce qui endommager embryon. Selon Berka et Harfouche (2001), aucune noix trempée dans de concentré pendant 48 heures ne germe. Guerrouj et al. (2015) signalent effet néfaste de acide sulfurique sur les graines de *Medicago arborea* qui se sont montrées très sensibles à un traitement chimique par l'acide sulfurique une durée de 4 minutes. Ceci est exactement le contraire pour le trempage à l'eau oxygénée pendant 15 minutes permet de bien lever la dormance tégumentaire physique sans aucun risque sur le tissus embryonnaire. Les résultats d'Ouswati et *al*. (2017) sur le prétraitement de quatre provenances de noix d'arganier au Maroc à l'eau oxygénée pendant 7 jours a permis d'atteindre un taux de germination élevé, varie de 68,75 % pour la provenance d'Agadir et 93,75 % pour la provenance de Taroudant.

Le traitement des noix par la stratification au froid n'a permis aucune amélioration des taux de germination cette fois-ci.

# *Conclusion*

# Conclusion

La présente étude confirme que la dormance des noix de l'Arganier est en partie d'ordre physique et chimique. C'est le tégument qui fait obstacle à la germination, ce dernier, est plus élevé dès que le tégument est scarifié, reste dans l'eau 48 heures et dans l'eau oxygénée. Aussi, le pouvoir germinatif dépend aussi de sa provenance.

Les résultats, nous a permis de constaté une grande variabilité de réponse des noix aux différents prétraitements appliqués. En effet, la scarification mécanique à l`aide d'une affûteuse a donné des meilleurs résultats et le trempage à l'eau oxygénée qui a donné des taux de germination important, Cependant, les autres traitements ont aboutit à des rendements moyens à faible en générale voir même nuls dans le cas de la scarification à l'acide sulfurique concentré. D'un autre coté, les résultats montrent que les prétraitements physiques sont plus efficaces par rapport aux prétraitements chimiques. De plus; l'effet de la provenance est un facteur limitant sur la germination, la provenance de Mostaganem donnent un taux de germination plus élevé quel que soit le prétraitement, par ailleurs, le taux de germination de la provenance de Tindouf est auteur de la moyenne.

L'opportunité étant offerte grâce à cette étude de mettre en exergue les différentes stratégies de prétraitements nécessaires permettant d'accélérer la vitesse de germination et de réduire le temps moyen de germination pour avoir un taux de germination rapide et homogène, et mettre à la disposition des programmes de plantation des plants de qualité et en quantité.

Lancer des programmes de conservation *in situ* (mise en défens de réserves) et *ex situ* (multiplication de plantations conservatoires), afin de sauvegarder cette espèce.

L'arganier est menacé de disparition, il faut le préserver et le replanter dans les zones potentielles pour lutter contre la désertification, comme une source économique des populations locales dans le but de produire l'huile d'argan algérien.

# Références bibliographiques

- **Ahoton L. E., Adjakpa J. B., Ifonti M'po M.P. et Akpo E. L. 2009.** Effet des prétraitements des semences sur la germination de *Prosopis africana* (Guill., Perrot. et Rich.) Taub., (Césalpiniacées): Tropicultura, 27, 4: 233-238.
- **Aleta N.; Ninot A.; Rouskas D.; Zakinthinos G.; Avanzato D. et Mendes Gaspar A., 1997.** La multiplication du Pistachier. Option méditerranéenne. Amélioration d'espèces à fruits à coque noyer, Pistachier série B: Etudes et recherches N° 16, Ed. E. Germain, Pp 121-132.
- **Alifriqui M. 2004.** L'écosystème de l'arganier. Étude réalisée pour le Programme des Nations unies pour le développement (Pnud-Maroc), 126 p.
- **Ammari S. 2011.** Contribution à l'étude de germination des graines des plantes Arbres Utiles Feuilles d'arganier. P: 35-44. arbustes en zones arides et semi-arides, Groupe d'étude de l'arbre Paris. p : 389-403.
- **Ayad A. 1989.** Présentation générale de l'arganeraie. In : formation forestière continue, Thème «l'arganier» Station de Recherche Forestière. Rabat, 13-17Mars 1989, 9-18.
- **Bani-Aameur F., Ferradous A. et Dupuis P. 1999.** Typology of fruits and stones of *Argania spinosa* (Sapotaceae). Forest Genetics, vol. 6, n°4, p. 213-219.
- **Bani-Aameur F. 2001.** Floraison et production de fruits de l'arganier. in: hamon S. (éd.). Des modèles biologiques à l'amélioration des plantes. VIIIes journées scientifiques du réseau AUF « Biotechnologies végétales: amélioration des plantes et sécurité alimentaire », Montpellier, 3- 5 juillet 2000. Paris, IRD Editions, pp. 171-179.
- **Baskin C.C. et Baskin J.M. 1998.** Seeds: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination Acadimic Press, San Diego, xiv + 666 p..
- **Bellefontaine R. 2010.** De la domestication à l'amélioration variétale de l'arganier (*Argania spinosa* L. skeels). *Sécheresse*, **21** (1) : 42-53.
- **Bendon S. 2011. C**ontribution à l'étude de la biodiversité floristique et écologique de l'arganier d'oued El-Ma (wilaya de Tindouf), Mémoire de Magister, université des sciences : et de la technologie houari boumediene. USTHB, bab ezzouar, Alger. 91 p.

- **Benjelloun N. 2014.** Huile d'argan: propriétés pharmacologiques et mise en place d'un processus de contrôle. Thèse pour le diplôme d'état de docteur, Université de limoges, faculté de pharmacie, Maroc. 182 p.
- **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.
- **Berka S. et Aid F. 2009.** Réponses physiologiques des plants *d'Argania spinosa* (L). Skeels soumis à un déficit hydrique édaphique. Sécheresse, 20 (3) 296-302.
- **Berka S., Himrane H., Taguemount D., Tabet M. et Aïd 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).
- **Bewley J. D. 1997.** Seed germination and dormancy. Plant Cell 9: 1055-1066.
- **Bezzala A. 2005.** Introductory essay of the argan tree (Argania spinosa L. Skeels) in the area M'Doukel and evolution of some parameters of drought resistance. Thèse de magistère en sciences agronomique. Université de Batna. Alegria. 142 p.
- **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.
- **Caussat R. et Le deunff Y. 1975**. La germination des semences .Ed.Bordars,Paris,232p.
- **Charrouf Z., Pumareda L., Henry F., Pauly G. et Flaconne G. 2006.** Valorisation des feuilles d'arganier: impact environnemental. Bois et Forêts des Tropique, N° 287 (1) Arbres Utiles Feuilles d'arganier. P: 35-44.
- **Cherfaoui A. 1987.** Contribution a l'étude comparative de la germination des graines de quelques Atriplex de provenance Djelfa, thèse de diplôme de magister en sciences agronomique. Ed institut national agronomique. EL Harrach-Alger, 68 pages.
- **Clemens J O., Jones P. J. et Gilbert N. H. 1977.** Effeec of seed treatments on germination in Acacia. AustJ. Bot, 25 : pp : 269-276.

- **Côme D. 1982.** Germination (Chapitre 2), dans Croissance et développement – des feuilles d'arganier: impact environnemental. Bois et Forêts des Tropique, N° 287 ed, Paris, collection Méthodes, 465 pages.
- **Dakiche H. 2017.** L'arganier (*Argania spinosa* L.) : caractérisation des principes actifs et determination des activités biologiques et pharmacologiques, thèse de doctorat, université des sciences de la nature et de la vie, Blida, Département de biologie et physiologie cellulaire, 184 pages.
- **Dardour M., Daroui E. A., Boukroute A., Kouddane N. et Berrichi, A. 2014.** Etude de prétraitements des graines de *Brachychiton populneus* (Schott & Endl.) R.Br. et B. acerifolius F. Muell. en faveur de leur germination.8 pages
- **Delwaulle J. C. 1979.** Plantations forestières en Afrique Tropicale Sèche. Bois For Trop 183:3-18.
- **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 Recherche-Développement. 26, 28-43.
- **EL Mazzoudi H. et Errafia M. 1977**. Contribution a l'étude de la germination des noix d'argan (*Argania spinosa L*) par des prétraitements chimiques. Ann. Rech. Forest. Au Maroc, Tome 17, pp. 59-66.
- **Emberger L. 1939**. Aperçu sur la végétation du Maroc, Commentaire de la carte phytogéographique du Maroc (au 1/1.500.000). Inst. Sci. Cherif., Rabat, 157 pages.
- **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.
- **Harrouni M., El Kherrak H., Mokhtari M., El Yazidi A. et Abdellah K. 1999**. Multiplication de l'Arganier (Argania spinosa (L.) Skeels) Par bouturage. Proceedings of The International Conference on Biodiversity and Natural Ressources Preservation. Al Akhawayn University, Ifrane, Morocco. May pp : 13-15.
- **Guerrouj K., Bouterfas M., abdelmoumen H., Boukroute A et Missbah El Idrissi M. 2015.** Prétraitement des graines de la luzerne arborescente (*Medicago arborea* L.) et

influence de la salinité et de la température sur leurs germinations. Nature et Technologie, 13 : 41-46.

- **Heller R., Esnault R. et Lance C. 2000**. *Physiologie Végétale et Développement*. Dunod : Paris ; 366 p.
- **Hopkins W.G. 2003.** Physiologie végétale, de boek et larcier_Bruxelles .(2003),514 p.
- **Jeam P ; Catmrine T. et Giues L. 1998**. Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris, 150 p.
- **Kay, R. 1989.** Evidence that elevated intracellular cAMP trig-. gers sporematuration in Dictyostelium. Development 105, pp ; 753–759.
- **Kechairi R. 2009.** Contribution à l'étude écologique de l'arganier Argani spinosa (L.)skeels, dans la région de Tindouf (Algérie). Mémoire de Magister, USTHB, bab ezzouar, Alger., 95 p.
- **Kechairi R. et Abdoun F. 2016.** Etat des lieux cartographiques de l'arganierϖ *Argania spinosa* (L.) Skeels (Sapotaceae) en Afrique Nord-Occidentale (Algérie et Sahara Occidental), *International Journal of Environmental Studies*, 1029-0400.
- **Kechairi R. et Hamel F. 2016.** Contribution à l'étude morphométrique des graines d'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels (famille : sapotacées) et les essais de germination au laboratoire), Mémoire de Master à l'Université Abou Bekr Belkaid- Tlemcen, P : 9.
- **Kechairi R., Ould Safi M. et Benmahioul B. 2018.** Etude comparative de deux plantations d'Argania spinosa (L.) Skeels (Sapotaceae) dans le Sahara Occidental Algérien (Tindouf et Adrar). International Journal of Environmental Studies, 75(2), pp : 294-308. doi:10.1080/00207233.2017.1360601.
- **Kechebar M. S. 2016. C**aractérisation de l'arganier ( *Argania spinosa* L.) en Algérie et impact de la salinite. Thèse de magister, université de Constantine.
- **Kemp R.H. 1975.** Seed pretreatment and principles of nursery handling. In Report on FAO/Danida Training Course on Forest Seed Collection and Handling, Vol. II.FAO, Rome.
- **M'hirit O. 1989.** L'arganier une espèce fruitière forestière à usage multiple. Station de recherches forestière, Agadir, 13-17 mars 1989, 31-57.

- **M'hirit O., Benzeyane M., Benchekroun F., Elyoucfi M. et Bendaanoun M. 1998.** L'arganier : une espèce fruitière-forestière à usage multiple. Edition Mardaga, Sprimont (Belgique), 11p.
- **Masanda F., El Aboud A. et Peltier J. P. 2005.** Biodiversité et biogéogrphie de l'arganeraie marocaine. cahiers Agricultures Vol.10, n°4, pp : 358-364.
- **Mazliak P. 1982.** Croissance et développement.Physiologie végétale II.Hermann ed, Paris, collection Méthodes, 465 p**.**
- **Nasri S. 2014.** Effet De La Contrainte saline sur la germination st la croissance de quelques provenances Algériennes d'arganier (*Argania spinosa L.*). Mémoire de magistère, Université Abou BekrBelkaïd - Tlemcen. pp : 14-15.
- **Nouaim R ., Chaussoud 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.
- **Nouaim R. et Chaussoud R. 1993.** L'arganier (*Argania spinosa* (L. Skeels). Le flamboyant bulletin de liaison des membres du réseau arbres tropicaux, 27 : pp 50-54.
- **Ould Safi M. 2013**. Caractérisation et état sanitaire de l'arganeraie de Tindouf, Thèse de Magister, dép. Sci. Agronomie et des forets, SNV/STU. Univ. de Tlemcen.84 p.
- **Radi N. 2003**. L'Arganier : arbre du sud-ouest Marocain, en péril, à protéger.univ.de nantes, facuté de pharmacie, thèse doc. Pharma. L'arganier : arbre du sud-ouest Marocain, en péril, à protéger. pp : 59-62.
- **Rouhi R. 1991**. Anatomie de l'arganier ( *argania spinosa* (L. skeels). Actes du coIIoque international sur l'arganier. Agadir. pp : 100-103.
- **Ouswati S. A., Abdouroihamane H., Belghazi T., Chakib., El Mercht S., Laharouni S. et El Messoussi S. 2017.** Étude comparative des différents prétraitements sur les semences l'arganier pp. 54-58. Actes du 4ème Congrès International de l'Arganier.
- **Soltner D. 2001.** Les bases de la production végétale. Tome III la plante et son amélioration, 3e édition Paris. 189 p.

- **Soltner D. 2007.** Les bases de la production végétale Tome III, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole Paris, pp : 187-189.

- **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.

- **Wagret P. 1962.** L'Arganier du sud Marocain relique du tertiaire et providence des populations'', Nature sciences progrès, v.85, (1962), pp: 390-393.

- **Wahbi J., Lamia H., Naoufel S. et Mohamed L. K. 2010.** Etude de la germination des graines d'Acacia tortilis sous différentes contraintes abiotiques, 652 p.

- **Wattier**, Cap. 1917 Le carnaval à Marrakech. Lectures pour Tous, pp. 257-261.

- **Zahidi A. 1994.** Phénologie, typologie et variabilité génétique des caractéres de la ramification et de la foliation de l'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels). Thése d'état, université Ibnou Zohr, Agadir, Maroc.